

III Simpósio de Informática Mobile



**IFSUL 2016
Passo Fundo - RS
19 a 21 de Outubro de 2016**

**Anais do
III Simpósio de Informática
Mobile**

simpinf.passofundo.ifsul.edu.br



II Simpósio de Informática IFSUL Passo Fundo

Passo Fundo - RS - Brasil

ANAIS

Organização Editorial

Ricardo Vanni Dallasen - IFSUL Passo Fundo

Alex Sebben da Cunha - IFSUL Passo Fundo

Coordenação

Élder F. F. Bernardi - IFSUL Passo Fundo

Realização

Instituto Federal Sul-Riogrândense - Câmpus Passo Fundo

Apoio

DBC Mobile

Sociedade Brasileira de Computação - SBC

Prefácio

Sejam bem-vindos a terceira edição do Simpósio de Informática do IFSUL Campus Passo Fundo, ocorrido nos dias 19, 20 e 21 de outubro de 2016. O simpósio é um evento realizado pelos cursos Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet e Técnico em Informática.

O evento busca motivar o estudante para exercer a atividade científica e tecnológica, uma vez que proporciona um espaço de divulgação e discussão de temas relevantes e atuais na área de informática desenvolvidos em sua instituição. É nossa aspiração estimular no estudante o interesse pela observação, construção do conhecimento, troca de experiências, destacando assim o comprometimento da instituição com o ensino, pesquisa e a extensão. Além disso, buscamos oferecer, juntamente com o III Simpósio, uma diversificada programação, com palestras, oficinas e minicursos.

O tema do simpósio este ano é “mobile”, abrangendo o crescimento, a disponibilidade e o uso exponencial de dispositivos móveis, principalmente smartphones.

Nesta edição, foram submetidos 15 trabalhos. Destes, foram aceitos os 10 trabalhos com melhor média resultante das avaliações dos pares. Dentre os trabalhos aceitos, os 3 primeiros colocados recebem uma premiação na cerimônia de encerramento.

A realização do simpósio não seria possível sem o trabalho incessante da comissão organizadora do eventos, principalmente do coordenador, Prof. Élder F. F. Bernardi, e do auxílio de todos os professores do Instituto Federal Sul-Riograndense Câmpus Passo Fundo.

Cabe um agradecimento aos alunos, alunos bolsistas e técnicos administrativos que auxiliaram na realização das tarefas demandadas pelo simpósio. Além disto, um agradecimento especial aos membros do comitê de avaliação dos trabalhos científicos e a todos que participaram do evento, muito obrigado!

Um ótimo evento a todos!

Ricardo Vanni Dallasen
Alexandre Tagliari Lazzaretti

Comissão de Trabalhos Científicos

Coordenação

Coordenação geral:

Prof. Me. Élder F. F. Bernardi

Comissão de trabalhos científicos:

Prof. Me. Ricardo Vanni Dallsen

Prof. Dr. Alexandre Tagliari Lazzaretti

Comissão das palestras e minicursos:

Prof. Me. Lisandro Lemos Machado

Comitê de Programa

Adilso Souza	IFSUL - Passo Fundo
Alexandre Tagliari Lazzaretti	IFSUL - Passo Fundo
Alexandre Zanatta	Universidade de Passo Fundo
Amilton Martins	IMED - Passo Fundo
Anderson Ritta	IFSUL - Camaqua
André Rollwagen	IFSUL - Passo Fundo
André Schaeffer	Universidade Federal da Fronteira Sul
Anubis Rossetto	IFSUL - Passo Fundo
Carlos A. Petry	IFSUL - Passo Fundo
Carmen Scorsatto	IFSUL - Passo Fundo
Cristiano Cervi	UPF - Universidade de Passo Fundo
Denis Carvalho	Instituto Federal de Minas Gerais
Elder Bernardi	IFSUL - Passo Fundo
Evandro Kuszera	UTFPR – Dois Vizinhos
Fahad Kalil	Faculdade Meridional - IMED
Jair Ferronato	IFSUL - Passo Fundo
Jaçson Dalbosco	UPF - Universidade de Passo Fundo
Jorge Bavaresco	IFSUL - Passo Fundo
José de Figueiredo	IFSUL - Passo Fundo
José Maurício Cunha Fernandes	Embrapa Trigo
Josue Toebe	IFSUL - Passo Fundo
Lisandro Machado	IFSUL - Passo Fundo
Maikon Santos	IFSUL - Passo Fundo
Marcos José Brusso	UPF - Universidade de Passo Fundo
Mirkos Ortiz Martins	UNIFRA - Centro Universitário Franciscano
Rafael Bertei	IFSUL - Passo Fundo
Ricardo Dallasen	IFSUL - Passo Fundo
Roberta Ciocari	IFSUL - Passo Fundo
Roberto Wiest	IFSUL - Passo Fundo
Suellen Sotille	IMED
Sylvio Vieira	UNIFRA - Centro Universitário Franciscano
Tiago Rocha	IFRS
Vanessa Lago Machado	IFSUL - Passo Fundo
Willingthon Pavan	UPF - Universidade de Passo Fundo

Sumário

Tecnologias Assistivas Em Páginas Web Para Pessoas Com Deficiência Visual	8
Ricardo Casanova (IFSUL - Passo Fundo - Brasil) Jair José Ferronato (IFSUL - Passo Fundo - Brasil)	
Pacientes Em Recuperação Utilizam Aplicativos Para Facilitar A Comunicação	15
Larissa de Quadros(IFSUL - Passo Fundo - Brasil) Jair José Ferronato (IFSUL - Passo Fundo - Brasil)	
Alzh-Aid: App de Rotinas para Pacientes com a Doença de Alzheimer	21
David Aron Pires Fagundes (IFSUL - Charqueadas – Brasil) Yahn do Amaral Almeida Pinheiro (IFSUL - Charqueadas - Brasil) Gustavo Nascente Igansi (IFSUL - Charqueadas - Brasil)	
Relações entre desempenho e consumo de energia em processadores ARM	29
Paulo Silas Severo de Souza (IFF – Alegrete – Brasil) Wagner dos Santos Marques (IFF – Alegrete – Brasil) Daniel Temp (IFF – Alegrete – Brasil) Rumenigue Hohemberger (IFF – Alegrete – Brasil) Fábio Diniz Rossi (IFF – Alegrete – Brasil)	
Um estudo sobre a viabilidade da utilização de um programa de melhoria de processo de software em pequenas empresas	37
Renan Souza (UNIJUI – Brasil) Romário Lopes Alcântara (UNIJUI – Brasil)	
Estado da Prática de Engenharia de Requisitos: Uma Revisão Sistemática	46
Wolleson Kevin Kelm (UNIPAMPA – Brasil) Aline Vieira de Mello (UNIPAMPA – Brasil)	
Estudo Comparativo de Tecnologias da Plataforma Java EE para Desenvolvimento de Sistemas Web	54
Alvondi Rodrigues de Lima Junior (IFSUL - Passo Fundo - Brasil) Jorge Luis Boeira Bavaresco (IFSUL - Passo Fundo - Brasil)	
Análise Qualitativa de Riscos em Projetos de Software – Revisão Sistemática	64
Fábio Codo (UNG – Guarulhos – Brasil)	
As Possibilidades da Gamificação para Potencializar Ações e Projetos Sociais	74
Bruno H. Leite (IFSUL - Passo Fundo - Brasil)	

Adilso Nunes de Souza (IFSUL - Passo Fundo - Brasil)

LunchBOX – Sistema online para reservas de refeições

84

Iago Ferreira Frozza (IFSUL - Passo Fundo - Brasil)

Ricardo Vanni Dallasen (IFSUL - Passo Fundo - Brasil)

Tecnologias Assistivas Em Páginas Web Para Pessoas Com Deficiência Visual

Ricardo Casanova¹, Jair José Ferronato¹

¹Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul)

Campus Passo Fundo - Estrada Perimetral Leste, 150 - Passo Fundo-RS - CEP: 99064-440

rickcasanova19@gmail.com, jair.ferronato@passofundo.ifsul.edu.br

Abstract. *The use of technological resources such as web navigation is extended on a daily basis, however users with visual impairment have restrictions on the use of these means. This project aims to facilitate navigation and access to web pages for people who have visual disabilities through assistive technologies. This order was developed a prototype with web programming languages that has features of reading through Narrator, increased font and contrast. The tests performed showed that the ease of use obtained an average of 8.7 on a scale of 10. The fonts and page navigation easier contrasts. That way, users felt included in the digital society through the web page.*

Resumo. *O uso de recursos tecnológicos como a navegação web é ampliado diariamente, no entanto usuários com deficiência visual têm restrições na utilização destes meios. Este projeto visa facilitar a navegação e acesso às páginas web por pessoas que possuem deficiência visual por meio de tecnologias assistivas. Nesse intuito foi desenvolvido um protótipo com linguagens de programação web que dispõe de recursos de leitura através de narrador, aumento da fonte e contrastes. Os testes executados demonstraram que a facilidade de uso obteve uma média de 8,7 em uma escala de 10. As fontes e contrastes facilitaram a navegação pela página. Dessa forma, os usuários sentiram-se incluídos na sociedade digital por meio da página web.*

1. Introdução

As deficiências visuais atingem um grande número de pessoas, e, dessa forma contribuem para o isolamento social e profissional. As tecnologias contribuem de forma diferenciada na inserção dessas pessoas em ambientes acadêmicos e no mercado de trabalho.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de *websites* com recursos de tecnologia assistiva a fim de facilitar a navegação web por pessoas com deficiência visual. Em síntese o problema define-se em: Como uma pessoa com baixa visão pode visualizar uma página web com menor dificuldade?

Nesse sentido, justifica-se que no Brasil, as pessoas que possuem visão abaixo de 15%, são consideradas deficientes visuais. O mundo da internet possui páginas que já se preocupam com a acessibilidade, principalmente páginas do governo federal, infelizmente não são maioria. Sendo assim, seria interessante possuir opções dentro das próprias páginas, que facilitem a leitura das mesmas através do contraste das cores de texto e tamanho de fonte. Nos contrastes seriam exibidos ao usuário diversas opções para

escolha entre os disponíveis. A fonte do texto permite aumento conforme a necessidade do usuário.

Este trabalho identificou três formas de resolver o mesmo problema por meio de desenvolvimento de *websites*:

- Desenvolver uma página web que possua a opção de "Facilitar leitura", permitindo que o usuário facilmente consiga aumentar o tamanho de fonte, e escolha o contraste da página.
- Ao acessar uma página web, a pessoa com baixa visão pode pressionar um botão específico do seu teclado e este poderá transformar qualquer página em alto contraste de cor desejada, e também aumentar o tamanho da fonte em quanto o usuário desejar ou necessitar.
- Nas páginas web já desenvolvidas, não existe a possibilidade de mudança do conteúdo para alto contraste e tamanho de fonte, pois as mesmas não foram desenvolvidas visando a acessibilidade.

1.1. Deficiência visual

Deficiência visual é uma categoria que inclui pessoas cegas e pessoas com visão reduzida.

Segundo [Dorina 2016], a deficiência visual é definida como perda total ou parcial, congênita ou adquirida, da visão. Dessa forma, ainda são caracterizados dois grupos de deficiência separados em cegueira e baixa visão, ou visão subnormal. A fundação caracteriza a cegueira e baixa visão da seguinte forma:

Cegueira - há perda total da visão ou pouquíssima capacidade de enxergar, o que leva a pessoa a necessitar do Sistema Braille como meio de leitura e escrita.

Baixa visão ou visão subnormal - caracteriza-se pelo comprometimento do funcionamento visual dos olhos, mesmo após tratamento ou correção. As pessoas com baixa visão podem ler textos impressos ampliados ou com uso de recursos óticos especiais.

Uma definição dos valores sobre a Acuidade Visual é feita através da Tabela de *Snellen*, a qual é representada por uma escala optométrica, que significa um diagrama utilizado para avaliar a acuidade visual de uma pessoa. Este nome se dá devido uma homenagem feita ao oftalmologista holandês *Herman Snellen*, que criou esta tabela em 1862.

Uma pessoa com Baixa Visão é aquela que possui algum comprometimento de seu funcionamento visual. A Tabela 1 descreve os diversos níveis classificatórios para problemas visuais e também a relação da acuidade visual conforme *Snellen*.

Conforme [CamaraDosDeputados 2013], em seu Artigo 4 (obrigações gerais) descreve o objetivo em propiciar informação acessível para as pessoas com deficiência a respeito de ajudas técnicas para locomoção, dispositivos e tecnologias assistivas, incluindo novas tecnologias bem como outras formas de assistência, serviços de apoio e instalações;

Segundo [CriarWeb 2016], quando duas cores diferentes entram em contraste direto, o contraste intensifica as diferenças entre ambas. O contraste aumenta quanto maior

Tabela 1. Tabela de Snellen [CBO 2016]

Classificação	Acuidade Visual
Visão normal	20/12 a 20/25
Próximo do normal	20/30 a 20/60
Baixa visão moderada	20/80 a 20/150
Baixa visão profunda	20/500 a 20/1000
Próximo a cegueira	20/1200 a 20/2500
Cegueira total	Sem projeção de luz

for o grau de diferença e maior for o grau de contato, chegando a seu máximo contraste quando uma cor está rodeada por outra. O autor exhibe por meio do *website* diferentes classificações de contraste. O contraste de luminosidade é um dos mais efetivos, sendo altamente recomendável para conteúdos textuais, que devem destacar com clareza sobre o fundo. Entre os demais estão os contrastes de valor, contraste de saturação, contraste de temperatura, contrastes complementares e contrastes simultâneos.

1.2. Tecnologias assistivas

Segundo [SDHPR 2009], Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Dessa forma, percebe-se que a evolução das tecnologias permite criar dispositivos que facilitem nossa vida. Esses mecanismos permitem o uso de ferramentas que simplificam as atividades diárias como controles, aplicativos, relógios, automóveis adaptados dentre outros recursos que permitem desempenhar as funções pretendidas.

A área computacional constitui-se de um conjunto especializado de *hardware* e *software*, criado para tornar o computador ou outros dispositivos acessíveis à pessoas com deficiência, sejam elas visuais, auditivas, psicológicas ou físicas. Vários dispositivos são utilizados como teclados adaptados, mouses especiais e equipamentos de visualização como telas especiais ou com informações táteis. Podem ser citados como dispositivos especiais: Teclados virtuais, óculos mouse, *software* com reconhecimento de voz e dispositivos apontadores que capturam o movimento da cabeça, olhos, entre outros.

O recurso de narrador é um leitor de tela que lê o texto na tela em voz alta e descreve eventos, como mensagens de erro, para que você possa usar seu computador sem um vídeo. Este recurso pode ser usado com teclas de atalho do teclado, com movimentação e gestos do usuário, além disso, o narrador está disponível em vários idiomas, inclusive Português/Brasil [Microsoft 2016].

O acesso à web torna-se cada vez mais necessário, visto que muitas informações estão disponíveis de forma pública para as pessoas. No entanto, parte desse público pode estar sendo excluído por não ter condições de acesso visto alguma deficiência que possui. A seguir serão apresentados os materiais e métodos desta pesquisa.

2. Materiais e Métodos

Este projeto foi desenvolvido visando auxiliar deficientes visuais, que possuem dificuldade na leitura do conteúdo de uma página web. Foi realizada a confecção de contrastes pré-definidos em uma página web para exemplificar. O equipamento utilizado para a realização do trabalho foi um notebook que possui um processador *Intel Core i3-2370M* com velocidade de 2.40 GHz, 4GB de memória RAM e 500GB de HD, este equipamento também utiliza sistema operacional *Windows Pro 8.1*.

Para o desenvolvimento dos programas de computador foram utilizados, além das linguagens Front End¹ e os conceitos para auxiliar deficientes visuais, contrastes pré-definidos capazes de ajudar na leitura do conteúdo das páginas web. Também foi utilizado o sistema de narrador do sistema operacional windows para que o usuário possa interagir com este recurso de acessibilidade. A seguir serão descritos os sistemas computacionais e tecnologias assistivas aplicadas neste projeto.

O *software* utilizado na programação da página web foi o Sublime Text 3. Dentre as linguagens de programação utilizadas para concretização do projeto foram usadas *HTML5*, para exibição dos componentes, texto e elementos de acessibilidade, *CSS* para a estilização da página e *JavaScript* para fazer a troca das cores quando selecionadas. É possível visualizar a página com os contrastes pré-definidos utilizando *CSS* na estilização, conforme visto na Figura 1.

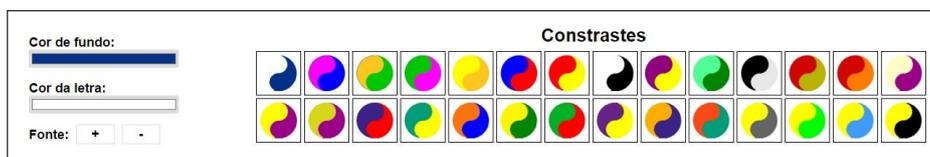


Figura 1. Contrastes da página web (AUTOR)

Na Figura 2, é possível verificar a função em *JavaScript* que foi utilizada para efetuar a troca das cores na página desenvolvida para o projeto. As duas primeiras funções apresentadas dizem respeito a preferência do usuário pela escolha das cores de fundo e da letra, e a terceira função é para quando o usuário clica sobre algum dos contrastes pré-definidos.

Dessa maneira, foi possível criar um ambiente de desenvolvimento para validar o objetivo inicial deste projeto. A seguir serão apresentados os resultados obtidos deste experimento.

3. Resultados

Para validar o desenvolvimento deste projeto web, foi distribuída a página criada com os contrastes para alguns usuários, a fim de que as pessoas entrevistadas fossem capazes de testar, opinar e responder sobre a experiência de navegar por uma página web com recursos de leitura com narrador, contrastes e tamanhos de fonte diferenciados. Foram entrevistadas 3 pessoas de grupos distintos, os quais são classificados como: "Sem visão", "Visão parcial" e "Visão total". Além disso, foram criados itens de avaliação

¹O front-end é responsável por coletar a entrada do usuário em várias formas e processá-la para adequá-la a uma especificação em que o back-end possa utilizar.

```

<script>
function clickColorFundo() {
    corFundo = document.getElementById("html5colorpicker").value;

    document.body.style.backgroundColor = corFundo;
}
function clickColorLetra() {
    corLetra = document.getElementById("html5colorletra").value;

    document.body.style.color = corLetra;
}

function contraste(fundo, Letra) {
    document.getElementById("html5colorpicker").value = fundo;
    document.getElementById("html5colorletra").value = letra;

    document.body.style.backgroundColor = fundo;
    document.body.style.color = letra;
}
</script>

```

Figura 2. Funções *Javascript* para mudança de cores (AUTOR)

de 1 a 10, onde 1 representa difícil utilização e 10 fácil utilização. A Figura 3 permite visualizar o resultado final da programação do *website* com as opções de aumento da fonte e escolha de contrastes. Neste exemplo, pode-se observar as cores de fundo preto e com letras amarelas.

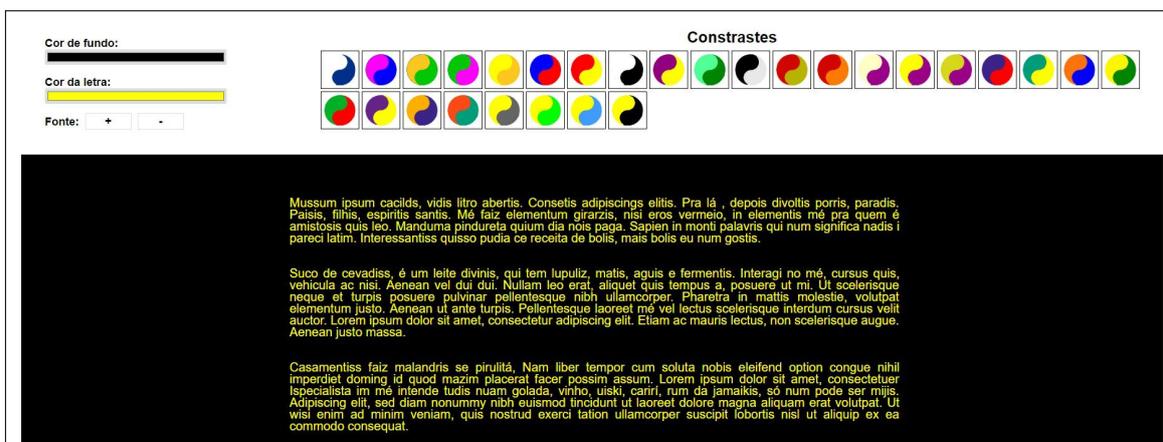


Figura 3. Website desenvolvido (AUTOR)

O usuário que pertence ao grupo "Sem visão", avaliou o sistema com grau de facilidade de utilização 10, pois o mesmo informou que já está acostumado a utilizar o computador com recursos de narração. Sobre os contrastes, e tamanhos de fonte, o mesmo não opinou, mas acredita que o número de usuários deficientes que passariam a utilizar a internet aumentaria, caso os sites tivessem acesso ao recurso.

O usuário pertencente ao grupo de "Visão parcial", avaliou que o contraste realmente ajuda na leitura da página na internet, principalmente se o mesmo tiver fundo escuro e letra clara, e que o fundo claro, com a letra também clara é o pior contraste para ser utilizado. O usuário descreveu que o recurso do narrador é interessante, porém prefere utilizar os contrastes e definiu o grau de facilidade de utilização como 7, o recurso do narrador foi avaliado como difícil utilização. Pontuou em sua opinião que se outros

sites também implementarem o recurso de aumentar e diminuir a fonte será mais fácil e agradável a navegação. O sistema é útil dependendo do grau de deficiência visual da pessoa que irá utilizar, e também acredita que aumentaria a quantidade de usuários navegando em páginas web com estes recursos devido a facilidade de alteração como aumentar e diminuir tamanho da fonte, e de poder modificar o próprio contraste.

O terceiro entrevistado possui visão total, e também avaliou que os contrastes ajudam na leitura da página, principalmente se o mesmo possuir fundo claro e letras escuras, o fundo claro com a letra clara também, pode dificultar e até piorar a experiência da pessoa numa página com estes recursos. O que mais ajuda é o tamanho da fonte e os contrastes. Além disso, os deficientes visuais devem utilizar este sistema por causa do narrador. Se outras páginas tivessem estes recursos, o número de usuários deve aumentar, segundo o entrevistado. A utilização do sistema, foi classificada como grau de facilidade 9, no entanto, foi um pouco complicado de compreender a fala do narrador. Seria importante também, em versões futuras, a criação de um link para instalação ou utilização do narrador, para o usuário encontrar esta ferramenta de forma mais fácil. Na opinião do usuário, as pessoas de todos os grupos podem utilizar este sistema, mas principalmente em função dos recursos de aumentar e diminuir fonte com facilidade, e também existir contrastes pré-definidos na própria página.

4. Discussão dos resultados

As pessoas com deficiência visual, compreendem qualquer pessoa com visão reduzida ou sem visão. Segundo a tabela de *Snellen*, baixa visão são pessoas que possuem um percentual de visão entre 25% e 0,8%. A página web desenvolvida para comprovação dos resultados, é considerada um programa de computador. Algumas empresas, como a *Microsoft*, também já desenvolveram programas capazes de executar a leitura de conteúdo de páginas web, porém estes aplicativos geralmente dão a possibilidade de haver uma troca das cores onde o usuário escolhe o contraste desejado. No entanto, poucas páginas web possuem a opção de trocar a cor de fundo e das letras, e as que possuem, estão limitadas a duas ou no máximo três cores já definidas.

O contraste, é comumente utilizado entre duas cores distintas, intensificando a diferença entre ambas, porém também existe o contraste simultâneo, que define três ou mais cores para uma melhor visualização. A partir das respostas dos participantes dos grupos de "Visão Parcial" e "Visão Normal", os contrastes realmente ajudam pessoas com deficiência visual, ou até mesmo pessoas com visão normal, estes mesmos grupos informaram que a possibilidade de aumentar e diminuir a fonte também ajuda.

A partir das opiniões dos participantes da pesquisa, este projeto poderá fazer parte de alguma biblioteca de programação, que significa um conjunto de funções anteriormente escritas, e já prontas que são utilizadas por programadores com o intuito de não ser necessário escrever todo código novamente, evitando desperdício de tempo para resolver um problema. Também existe a possibilidade de tornar a biblioteca útil na execução de funções nativas para levar às páginas web uma forma de acessibilidade por meio de contrastes, tamanhos de fonte e serviços de narração do conteúdo.

5. Conclusão

Ao findar este experimento, volta-se às definições de problema e hipóteses descritas no início do trabalho, de forma a analisar e expor os resultados alcançados. O embasamento teórico permitiu o avanço de possibilidades na área de construção de páginas com recursos de acessibilidade.

A primeira hipótese foi confirmada, a qual previa desenvolvimento de uma página web que pretendia facilitar a leitura do seu conteúdo através de o usuário conseguir aumentar e diminuir o tamanho da fonte e escolher um contraste foi alcançada com sucesso.

A segunda hipótese compreendia que a pessoa com baixa visão que acessasse uma página web poderia simplesmente apertar uma tecla específica do seu teclado, e assim, transformar a página em alto contraste da cor desejada além de aumentar o tamanho da fonte conforme necessário, este item não foi alcançado, pois não foram encontrados métodos para o desenvolvimento. Além disso, seria necessário aplicar contraste de acordo com a necessidade e desejo do usuário, e assim o tamanho da fonte precisou ser limitado em um número máximo e mínimo, portanto o segundo item não obteve aplicabilidade.

A terceira hipótese previa que não seria possível alterar o conteúdo para um alto contraste, tendo em vista que a página não foi desenvolvida visando acessibilidade, esta afirmativa previa a intenção do desenvolvimento de um método que fosse capaz de transformar qualquer página em uma página com acessibilidade, portanto para esta hipótese serão realizados desenvolvimentos futuros com este objetivo.

Referências

- CamaraDosDeputados (2013). Legislação brasileira sobre pessoas com deficiência. Disponível em: <http://bd.camara.leg.br>. Acesso em Jul. 2016.
- CBO (2016). Cbo (conselho nacional de oftalmologia). Disponível em: <http://www.cbo.com.br/subnorma/conceito.htm>. Acesso em Ago. 2016.
- CriarWeb (2016). Teoria da cor, contraste de cor. Disponível em: <http://www.criarweb.com/artigos/teoria-da-cor-contrastes-de-cor.html>. Acesso em Ago. 2016.
- Dorina (2016). Fundação dorina nowill para cegos. Disponível em: <http://www.fundacaodorina.org.br/deficiencia-visual>. Acesso em Mai. 2016.
- Microsoft (2016). Uso do recurso narrador. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/help/14234/windows-hear-text-read-aloud-with-narrator>. Acesso em Out. 2016.
- SDHPR (2009). Secretaria nacional de promoção dos direitos da pessoa com deficiência. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>. Acesso em Ago. 2016.

Pacientes Em Recuperação Utilizam Aplicativos Para Facilitar A Comunicação

Larissa de Quadros¹, Jair José Ferronato¹

¹Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul)

Campus Passo Fundo - Estrada Perimetral Leste, 150 - Passo Fundo-RS - CEP: 99064-440

larissaquadros@outlook.com, jair.ferronato@passofundo.ifsul.edu.br

Abstract. *Communication between patients in recovery after surgical procedures that affect speech and communication with people around in hospital environment is compromised. Thus, the creation of a mobile application helps the patient to express their needs, how to: request a visit from a friend, inform you're feeling thirsty or hungry, among others. The aim of this study is to analyze the feasibility and efficiency in the process of communication. The results were obtained through the use of application with people of different age groups who were recuperating after having undergone a surgical procedure. The issues examined were: understanding the requests, carrying out the orders, and degree of difficulty in communication.*

Resumo. *A comunicação entre pacientes em recuperação após procedimentos cirúrgicos que afetam a fala e a comunicação com pessoas que o cercam em ambiente hospitalar é comprometida. Sendo assim, a criação de um aplicativo móvel auxilia o paciente a expressar suas necessidades, como: solicitar a visita de um amigo, informar que está sentindo sede ou fome, dentre outros. O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade e eficiência no processo de comunicação. Os resultados foram obtidos através da utilização do aplicativo com pessoas de diferentes faixas etárias que estavam em recuperação após terem passado por um processo cirúrgico. As questões analisadas foram: compreensão das solicitações, realização dos pedidos e grau de dificuldade na comunicação.*

1. Introdução

Quando um paciente passa por procedimentos cirúrgicos na garganta e também pela traqueostomia, este fica debilitado para realizar algumas ações tais como se comunicar oralmente, com isso, surge a necessidade de melhorar a comunicação entre o paciente, enfermeiros e demais pessoas que o cercam durante o processo de recuperação. Sendo assim foi criado um aplicativo o qual tem por objetivo auxiliar nesta comunicação.

Dessa forma, traqueostomia sempre traz dificuldade para falar, uma vez que o ar expelido não passa pelas cordas vocais, mas a fala é recuperada quando a traqueostomia é desfeita. Conforme [Ricz 2011], a traqueostomia é o procedimento cirúrgico que consiste na abertura da parede anterior da traqueia, comunicando-a com o meio externo, tornando a via aérea pérvia. Essencialmente, é utilizada em situações onde existe obstrução da via aérea alta, acúmulo de secreção traqueal, debilidade da musculatura respiratória ou para fornecer uma via aérea estável em pacientes com intubação traqueal prolongada.

Com objetivo de auxiliar na comunicação entre o paciente com dificuldade de expressão e o ambiente externo, o presente trabalho apresenta a criação de um aplicativo, o qual pode ser acessado por meio de *tablets* e até mesmo celulares, visando a mobilidade e rápida comunicação conforme a necessidade do paciente.

Um aplicativo é um agrupamento de comandos escritos em uma linguagem de programação. Estas instruções, criam as ações dentro do programa, e permitem seu funcionamento. Cada ação é determinada por uma sequência, e cada etapa se agrupa para formar o programa em si. Estes comandos se unem, criando um sistema complexo [Pacievitch 2016].

As aplicações móveis estão crescendo cada vez mais, e, após os anos 90, podemos notar um grande crescimento no desenvolvimento de tecnologias para comunicação celular móvel, via satélite e redes locais sem fio. A popularização dessas tecnologias tem permitido o acesso a informações remotas onde quer que se esteja, abrindo um leque muito grande de facilidades, aplicações e serviços para os usuários e com isso há grande oportunidade de uma aplicação auxiliar na comunicação entre pacientes que estão em processo de recuperação e tem dificuldades de comunicar as suas necessidades [Figueiredo and Nakamura 2003]. Dessa forma a tendência é o uso de dispositivos móveis para as mais diversas finalidades.

Os *tablets* são dispositivos móveis de comunicação com uma tela regular tendo em média 10 polegadas e podem estar conectados a Internet. Esse recurso é importante na comunicação entre as pessoas e pode ser considerado como tecnologia assistiva para apoio à pessoas com deficiências comunicativas. Já os *smartphones* são dispositivos com telas menores que também permitem praticidade e mobilidade, e, dessa forma, é possível criar aplicações das mais diversas finalidades, sejam educativas, comerciais ou de tratamentos da saúde.

O aplicativo deste projeto, foi construído com a linguagem de programação *Jquery Mobile* e *JavaScript*, que segundo [Silva 2010], *jQuery* é uma biblioteca *JavaScript* criada por *John Resig* e disponibilizada como software livre e aberto. A simplicidade é a palavra-chave que resume e norteia o desenvolvimento com *jQuery*, isso ocorre pois as linhas de programação escritas em *JavaScript* para obter um simples efeito em um objeto são muitas e com *jQuery*, sendo assim, a sintaxe e o processo é simplificado. A codificação às vezes é confusa com *JavaScript*, por exemplo para selecionar um determinado elemento *HTML*, esses componentes da estrutura do documento são substituídos por simples métodos com *jQuery*.

Conforme [Flanagan 2004], *JavaScript* é uma linguagem de programação leve, interpretada e com recursos de orientação a objetos. O núcleo de uso geral da linguagem foi incorporado no *Netscape*, *Internet Explorer* e em outros navegadores web e aprimorado para a programação com a adição de objetos que representam a janela do navegador e seu conteúdo.

Nesse sentido, este trabalho busca por meio da criação de um aplicativo de software para dispositivos móveis utilizar da tecnologia para auxílio na comunicação de pessoas em recuperação após o processo de cirurgias que afetam a fala. A principal justificativa é que pacientes que passam por processos cirúrgicos os quais influenciam na fala, tais como: traqueostomia, retirada de amígdalas, entre outras acabam gerando muita di-

ficuldade de comunicação durante o processo de recuperação. Sendo assim, existe uma grande necessidade no processo de comunicação, entre pacientes que realizaram estes procedimentos, ao solicitar suas necessidades aos enfermeiros e demais pessoas que o cercam.

As principais hipóteses deste trabalho são:

- O aplicativo com objetivo de melhorar a comunicação de pacientes que precisarão passar pelo processo de cirurgias na garganta pode trazer resultados muito significativos, pois os pacientes poderão se expressar através deste.
- O aplicativo terá como objetivo principal auxiliar na comunicação do paciente enquanto está no hospital em recuperação, porém este não trará ou fará com que o paciente tenha melhoras em sua comunicação.
- Para alcançar este objetivo as pessoas que estarão com os pacientes deverão ter conhecimento do aplicativo, através de treinamentos.

A seguir serão apresentados os materiais e métodos deste trabalho com enfoque no desenvolvimento de protótipo para dispositivos móveis.

2. Materiais e Métodos

Essa seção apresenta a metodologia que foi adotada para obter os resultados do aplicativo de comunicação para pacientes que estão em período de recuperação, após terem passado pelo processo de traqueostomia.

Para a criação da aplicação foi realizada a programação de um projeto com o *framework* de interface gráfica *Jquery Mobile*, o qual pode ser usado em *smartphones* e *tablets*, pois é caracterizado como multiplataforma. As páginas web foram construídas em *HTML5*, com atributos personalizados.

Foi realizado um experimento com uso do aplicativo criado com 5 pessoas, que passaram pelo processo de traqueostomia e cirurgias que afetaram a fala, de idades distintas, onde as mesmas tiveram que realizar a solicitação de seis ações para satisfazer suas necessidades. Esses itens foram pré-estabelecidos para analisar as questões propostas enquanto o paciente realizava as ações no aplicativo. O primeiro questionário foi relativo às solicitações do paciente junto ao aplicativo conforme descrito a seguir:

- Se entendeu o que foi solicitado?
- Se encontrou ícone/símbolo que ajude a identificar o que foi solicitado com a necessidade?
- Se conseguiu executar a ação?
- Se tem sugestões para melhorar a ação que foi solicitada?

O segundo questionário foi realizado referente a experiência vivenciada. Trata das situações que foram ofertadas para cada paciente:

- Informar que está com sede;
- Solicitar para falar com um familiar específico;
- Informar que está com frio e deseja se cobrir ou vestir algo;
- Informar que está com dor de cabeça;
- Fazer solicitação para limpeza da traqueostomia;
- Utilizar tela de escrita ou teclado para se comunicar;

O terceiro questionário foi aplicado após ter sido feito o teste usando o aplicativo:

- É possível que alguém que passou pelo processo de traqueostomia consiga se comunicar e fazer a solicitação de coisas e necessidades?
- O que você acha de deve ser melhorado no aplicativo?
- Na sua perspectiva o aplicativo tem chances de evoluir e ser colocado em prática?

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com o uso do aplicativo e conforme a metodologia e questionário aplicado.

3. Resultados

A aplicação para auxiliar na comunicação de pacientes em recuperação após ter passado pelo procedimento que afetam a garganta e até traqueostomia, foi organizado em cadastro de pacientes onde devem ser informados dados básicos da internação e do paciente, e também existem ações que podem ser tomadas, tais como: utilizar a tela de desenho e até salvar o que foi feito na tela em uma imagem, escrever com teclado, ou escolher opções que já estão prontas e servem para auxiliar quem não sabe escrever ou tem dificuldades de escrita, as quais estão divididas em situações, como por exemplo: ao ambiente hospitalar, ao paciente, aos amigos e família e dentro de cada uma destas situações se encontram outras diversas que o guiam a solicitar ajuda ou por pessoas. Conforme observado na Figura 1 são apresentadas as opções principais do aplicativo como tela de escrita, tela de desenho e outras configurações.



Figura 1. Opções do aplicativo (AUTOR)

Também foi criada uma tela de escrita para que o paciente use o teclado para se comunicar com as pessoas ao seu redor digitando o que precisa, conforme evidenciado na Figura 2.



Figura 2. Teclado usado no aplicativo (AUTOR)

O teclado pode ser útil para pessoas alfabetizadas e tenham afinidade ou utilizam constantemente *tablets* ou *smartphones*.

A tela de desenho foi construída utilizando o *plugin* em *jQuery: sketch.js* e para a tela de escrita foi utilizado o *plugin jQuery On-Screen Keyboard*. Na Figura 3, é possível visualizar a tela de desenho, onde o paciente pode utilizar para fazer a solicitação de suas necessidades, simplesmente escrevendo na tela o que está precisando.



Figura 3. Tela de desenho (AUTOR)

Além das opções citadas, o aplicativo é dividido em situações que podem ser selecionadas pelo paciente, na Figura 4 é possível ver como foram distribuídas as opções a serem escolhidas como: Referentes ao próprio paciente como: pedir para ir ao banheiro, solicitar cobertor, dizer que está com sede, dentre outros; ao ambiente hospitalar: Chamar o médico, pedir o resultado de um exame, dizer que está com dor ou relativo à família e amigos: Chamar um familiar, pedir para ver um amigo, mandar um recado para uma pessoa, dentre outras possibilidades.



Figura 4. Solicitações do paciente (AUTOR)

Levando em consideração os resultados obtidos o aplicativo é de simples entendimento, pois possui layout responsivo, onde a aplicação se adapta automaticamente a altura e largura da tela dos dispositivos, e as figuras que representam cada possível necessidade do paciente ficam visíveis. Esse sistema pode ser utilizado em um hospitais ou clínicas.

Dentre as pessoas que utilizaram o aplicativo, todas conseguiram entender o seu funcionamento com alguns minutos de explicação. Além disso, conseguiram realizar a maioria das ações que foram solicitadas. Contudo tiveram sugestões de melhorias tais como alterar ícones que representam algumas necessidades para deixar mais intuitivo, por exemplo para quem não sabe ler.

4. Conclusão

Após observar o uso do aplicativo dos pacientes entrevistados foi notado que eles puderam se comunicar sem dificuldade. Porém é importante destacar que casos mais graves de saúde como pacientes em tratamento intensivo poderão ter dificuldades para o uso do sistema. O aplicativo tem a possibilidade de evoluir, levando em consideração a criação de subcategorias ou ações dentro do aplicativo de forma a contemplar as necessidades dos pacientes para customizar a criação de ações do aplicativo, de modo que seja adaptável conforme a situação.

Das hipóteses apresentadas todas se confirmam, a primeira: "o aplicativo com objetivo de melhorar a comunicação de pacientes que precisarão passar pelo processo de cirurgias na garganta pode trazer resultados muito significativos, pois os pacientes poderão se expressar através deste", confirma-se com base nos resultados pois o aplicativo auxilia no momento de fazer solicitação das necessidades e é de fácil manuseio. A segunda: "o aplicativo terá como objetivo principal auxiliar na comunicação do paciente enquanto está no hospital em recuperação, porém este não trará ou fará com que o paciente tenha melhoras em sua comunicação", também se confirma, pois o mesmo não traz nenhum procedimento de tratamento apenas auxilia na comunicação dos pacientes. E a terceira: "para alcançar este objetivo as pessoas que estarão com os pacientes deverão ter conhecimento do aplicativo, através de treinamentos", também se confirma, pois é necessário que as pessoas as quais irão auxiliar os pacientes tenham conhecimento do aplicativo para orientar e ajudar em sua utilização. Com isso, o aplicativo pode ser utilizado na comunicação dos pacientes com pessoas que o cercam.

O presente trabalho pode ser ampliado levando em consideração o que diz [de Brum Palmeiras et al. 2013] em seu artigo: "a tecnologia proporciona um meio relativamente simples e abrangente do paciente comunicar as necessidades". Além disso, apresenta resultados onde expõe que este tipo de aplicação também poderia beneficiar outras populações de pacientes hospitalizados tais que se encontrem impossibilitados de se comunicarem oralmente, como por exemplo: o paciente ter passado por um procedimento cirúrgico que o impede de se comunicar.

Referências

- de Brum Palmeiras, G., Bettinelli, L. A., and Pasqualotti, A. (2013). Uso de dispositivo móvel para comunicação alternativa de pacientes em cuidados intensivos. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*, 7(2).
- Figueiredo, C. M. and Nakamura, E. (2003). Computação móvel: Novas oportunidades e novos desafios. *T&C Amazônia*, 1(2).
- Flanagan, D. (2004). *JavaScript : o guia definitivo*. Bookman, Porto Alegre, RS, 4th edition.
- Pacievitch, Y. (2016). Software. Disponível em: <http://www.infoescola.com/informatica/software/>. Acesso em Ago. 2016.
- Ricz, H. M. A. e. a. (2011). Traqueostomia. volume 44, pages 63–69. *Revista de Medicina - USP, Riberão Preto, SP*, 1 edition.
- Silva, M. S. (2010). *jQuery: a biblioteca do programador JavaScript*. Novatec Editora, Riberão Preto, SP, 2th edition.

Alzh-Aid: App de Rotinas para Pacientes com a Doença de Alzheimer

David Aron Pires Fagundes¹, Yahn do Amaral Almeida Pinheiro¹, Gustavo Nascente Igansi²

¹Acadêmicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Sul-rio-grandense Câmpus Charqueadas – Charqueadas – RS - Brasil

²Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Sul-rio-grandense Câmpus Charqueadas – Charqueadas – RS - Brasil

david.aronfagundes@hotmail.com, yahnaamaralp@gmail.com,
gustavoigansi10@yahoo.com.br

Abstract. *Alzheimer Disease is a neurodegenerative disorder that affects around half of the world population above 85 years-old. It compromises the acquisition of new memories and, progressively, affects memories already retained, culminating in the loss of identity and dementia. Its development depends on the family genetics of the patient, his age and life style. The Alzh-Aid Project proposes the development of an application that helps on the treatment of this disease, stimulating neurologically its users. The app presents pre-established routines, that can be customized according to the needs of each person, containing cognitive, physical and social activities as well information on nutrition.*

Resumo. *A Doença de Alzheimer é uma doença neurodegenerativa que afeta cerca de metade da população mundial acima dos 85 anos de idade. Ela compromete a aquisição de novas memórias e, progressivamente, prejudica memórias já retidas, culminando na perda de identidade e demência. Seu desenvolvimento depende da genética familiar do paciente, sua idade e seu estilo de vida. O projeto Alzh-Aid propõe o desenvolvimento de um aplicativo que ajude no tratamento desta doença, estimulando neurologicamente seus usuários. O aplicativo apresenta rotinas pré-estabelecidas, podendo ser customizáveis de acordo com as necessidades de cada pessoa, contendo atividades cognitivas, físicas, sociais e informações sobre nutrição.*

1. Introdução

A Doença de Alzheimer (DA) foi primeiramente diagnosticada por Alois Alzheimer em 1901 (O'Brien e Auguste, 1996). Ela caracteriza-se pelo comprometimento da aquisição de novas memórias e, progressivamente, afeta as memórias mais antigas, culminando na perda da própria identidade. A demência na DA pertence ao grupo das doenças neurodegenerativas, que afetam a cognição e a função executiva. Cerca de 50-70% dos casos de demência estão relacionados com a DA, sendo que aproximadamente metade da população mundial acima de 85 anos sofre com a mesma (Anand *et al.*, 2014; Imtiaz *et al.*, 2014). Com o consequente aumento na expectativa de vida da população mundial, a doença se apresenta como uma ameaça e desafio para os próprios idosos, suas famílias

e cuidadores (Amemori *et al*, 2015).

Sabe-se que há três fatores etiológicos relacionados à desordem. O primeiro, genética familiar, representando apenas 5% de todos os casos (Cacace *et al*, 2016), manifesta-se quando o paciente ainda é jovem. Já o segundo, diz respeito à idade; as chances de se desenvolver a desordem se tornam maiores com o avanço da idade. O último fator, estilo de vida, inclui atividade física e mental, alimentação adequada, a não utilização de drogas de qualquer espécie e álcool, entre outros (Barnes, 2015). Portanto, uma das maneiras mais plausíveis de se evitar ou postergar o aparecimento da DA seria através de cuidados com a saúde ao longo da vida.

Apesar de haver tratamentos medicamentosos disponíveis, hoje, no mercado, sua eficiência é muito baixa, apenas postergando alguns de seus sintomas (Waite 2015). Todavia, um estudo recente demonstrou a utilização de um novo fármaco capaz de reverter o aparecimento dos agentes causadores da desordem. Porém, os resultados ainda são preliminares mas esperançosos (Sevigny *et al*, 2016). Desta forma, a busca por tratamentos alternativos não-medicamentosos que impactem na preservação das funções neurais tem crescido muito recentemente.

Os pacientes portadores da DA necessitam de uma rotina estável, com atividades estabelecidas em determinados horários. Devido a sua condição, eles podem esquecer de realizar estas atividades bem como a ingestão de medicamentos, necessitando da ajuda de familiares e cuidadores (Waite, 2015). Quaisquer mudanças na rotina ou local onde vivem podem comprometer sua reserva cognitiva, ou seja, a capacidade cerebral de resistir a lesões e danos.

Com o intuito de criar uma nova maneira de apoio ao tratamento convencional da DA, está sendo desenvolvido um aplicativo (app) inédito, *Alzh-Aid* (Figura 1), capaz de organizar uma rotina para estes pacientes, que os estimulará a seguir uma série de atividades ao longo do dia, como atividades física, alimentícia, música e arte, lembretes dos compromissos e medicamentos, entre outros. Desta forma, isto impactará na sua saúde, qualidade de vida e autonomia, melhorando os sintomas apresentados pela DA. O projeto encontra-se registrado e em apreciação na Plataforma Brasil (No CAAE: 57064016.1.0000.8024).



Figura 1. Logo do projeto.

2. Referencial Teórico

A fim de se fazer proveito da grande utilização de tecnologia nos tempos atuais, especificamente da tecnologia *mobile*, onde se encontram tablets e celulares, para proporcionar maior independência e auxílio aos pacientes de DA, a base teórica mais sólida procedimento do projeto se dá na “tele-reabilitação” (*telerehabilitation*, em inglês).

A tele-reabilitação é uma alternativa que fornece serviços de baixo custo ou gratuitos para pacientes portadores de desordens neurodegenerativas (Cherney e Van Vuuren 2012). Por meio de apps para celulares, pacientes recebem informações sobre nutrição, prática de esportes, jogos que estimulam a atividade cerebral, música e arte, estudo de uma língua estrangeira, entre tantas outras atividades, capazes de melhorar o quadro clínico dos pacientes com neurodegeneração, inclusive DA.

A prática de atividades saudáveis traz, além dos efeitos comumente conhecidos, benefícios neurológicos importantes para a saúde cerebral. Atividades físicas, por exemplo, geram substâncias, chamadas neurotrofinas, que realizam a proteção dos neurônios; atividades cognitivas, realizam o fortalecimento desses neurônios; uma alimentação saudável provê funcionamento em bom estado para todo o corpo, incluindo suas funções neurais (Barnes, 2015).

3. Materiais e Métodos

3.1. Revisão Bibliográfica

Para o desenvolvimento do projeto, foram realizadas pesquisas bibliográficas referentes à Doença de Alzheimer, e buscas de artigos científicos em base de periódicos (Pubmed). Buscou-se compreender como a desordem se desenvolve nos pacientes, quais as dificuldades, métodos de tratamento e o estilo de vida de uma pessoa com a Doença de Alzheimer. Além de compreender a desordem, buscamos artigos referentes ao uso da tecnologia em relação ao incentivo neurológico em pacientes com a doença.

Da revisão realizada, destaca-se um artigo sobre a, supracitada, “tele-reabilitação”. Este projeto baseia-se na ideia passada por esse artigo, que é o uso de aplicativos *mobile* (apps) em auxílio para terapias (Cherney e Van Vuuren 2012). Todas as informações e conhecimentos sobre a doença e as pessoas que são afetadas por ela, assim como o uso da tecnologia, são importantes para o desenvolvimento do projeto, pois a partir disto, as funcionalidades da aplicação móvel estão sendo implementadas.

3.2. Entrevistas com Cuidadores

Após fazer todas as pesquisas bibliográficas, foram realizadas entrevistas com cuidadores e um especialista sobre como as pessoas com a demência vivem e como poder-se-ia ajudá-los através do aplicativo. Foi utilizado termo de consentimento livre e esclarecido para a realização das mesmas.

3.3. Desenvolvimento de Alzh-Aid

O app ainda encontra-se em desenvolvimento, mas o primeiro protótipo já encontra-se pronto. As etapas sobre sua construção estão esquematizadas na Figura 2.

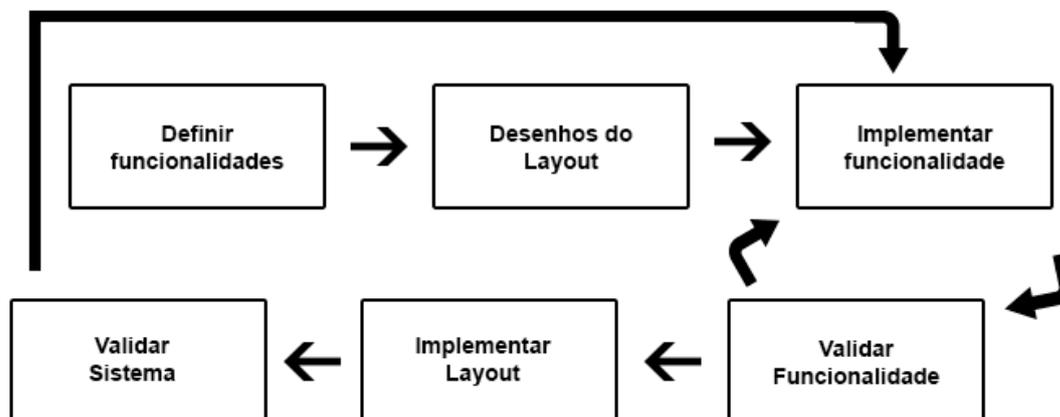


Figura 2. Plano de desenvolvimento do aplicativo Alzh-Aid.

Na definição das funcionalidades, discutiu-se quais funções poderiam ser implementadas para o aplicativo atingir seu objetivo. Desta forma, o app foi planejado, principalmente, para fornecer ao usuário atividades que podem ser completadas, contribuindo para uma rotina saudável. Ademais, todas as funcionalidades são customizáveis, do cadastro à configuração de atividades específicas. Para facilitação das mesmas, procurou-se torná-las intuitivas e espera-se adicionar ao aplicativo um tutorial sobre como utilizá-lo, permitindo que o usuário possa acessá-lo em qualquer momento.

Para se ter melhor visão e compreensão do aplicativo e suas funções, os esboços de cada uma das telas que devem estar presentes em sua versão final foram criados. Em seguida, realizou-se a validação das funcionalidades com um especialista em neurociências. Assim, esta validação permitiu que haja funcionalidades que realmente contribuam para as pessoas que utilizem do app.

Para implementação das funcionalidades e criação do visual do aplicativo, as linguagens de programação JAVA e SQL foram utilizadas. JAVA é uma linguagem de programação orientada a objeto, utilizando esta programação para o *back-end* do app, ou seja, é o responsável por fazer o aplicativo funcionar. Já o SQL é o responsável por fazer a manipulação o gerenciamento dos dados. Para armazenar os dados, utilizou-se o SQLite, um banco de dados interno no celular, que guarda as informações das rotinas do usuário no próprio celular/tablet.

Com a implementação das primeiras funcionalidades, fez-se o primeiro teste, para assim, validar e passar para a implementação do layout e validação do primeiro protótipo do sistema. Caso seja necessário, quando não for validada a funcionalidade, retorna-se à etapa de “Implementar Funcionalidade” (como mostrado na figura 2), para corrigir os erros, e depois validar.

A última etapa será a disponibilização do app para teste aos pacientes com DA, familiares e/ou cuidadores, a fim de ter-se o feedback dos mesmos, promovendo melhorias ao aplicativo.

4. Alzh-Aid



Figura 3. Primeira tela do aplicativo: Bem-Vindo!

Alzh-Aid traz para seus usuários rotinas pré-estabelecidas com atividades que proporcionam um dia-a-dia mais saudável (Figura 4). Todas as rotinas e atividades são inteiramente customizáveis, para assim poderem ser facilmente adaptadas de acordo com o tempo e obrigações de quem o usar. As atividades podem ser de vários tipos, com foco em ajudar principalmente pacientes com a DA, sendo programadas para automaticamente lembrarem o usuário de realizá-las, avisando-o por meio de notificações em seu dispositivo minutos antes, e no próprio horário da atividade, portanto funcionando também como agenda. As atividades das rotinas são categorizadas em: cognitivas, físicas, dieta e alimentação, lembretes de compromissos e horários de remédio. Também há um tipo de atividade específico para pessoas com DA, “Hora da Lembrança”, cuja finalidade é proporcionar aos pacientes de DA um momento para rever fotos, vídeos e documentos relacionados às suas vidas para fixarem mais suas lembranças, estimulando o sistema nervoso central a reter estas memórias. Além de categoria, as atividades são compostas por nome, descrição e, horário de realização. Cada um desses atributos é customizável, possibilitando que o usuário torne suas rotinas mais flexíveis e pessoais para si.



Figura 4. Visualização de Rotina.

Alzh-Aid também foca em funcionalidades de uso para monitores/cuidadores de pacientes com DA. Na tela de cadastro de usuário (Figura 5), na qual o usuário se cadastra para utilizar o aplicativo, é possível selecionar que tipo de usuário ele será: Normal (usuário sem Alzheimer), Paciente e Monitor. Ao selecionar “Monitor”, diferente dos outros tipos, na versão final do aplicativo, o usuário poderá cadastrar pacientes atrelados a seus cuidados, assim poderá gerenciar facilmente a rotina de cada um e poder lhes dar um tratamento diferenciado. É importante que trabalhe-se nisto, pois na maioria das casas de idosos e asilos, que é onde geralmente há pessoas com DA, os monitores não têm nenhum treinamento para poderem dar cuidados adequados e diferenciados com idosos com qualquer tipo de doença neurológica; portanto, para os monitores de pacientes com DA, focou-se em tornar o app uma “central”, onde poderão receber instruções e ajuda para lidar adequadamente com os pacientes em seus cuidados, além da facilitação de gerenciamento de horários de cada um.

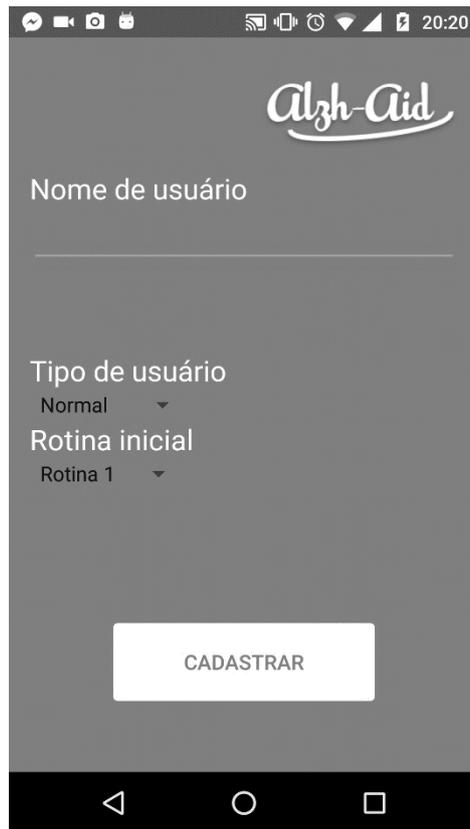


Figura 5. Cadastro de Usuário.

No cadastro de usuário, também é possível selecionar qual será a rotina inicial. O usuário pode escolher entre três tipos de rotina, uma para quem tem mais disposição pela manhã; outra, à tarde; e, por fim, outra, à noite. As atividades iniciais pertencentes a cada rotina são planejadas a se adequarem a seus respectivos turnos. Entretanto, o importante é que o usuário customize sua rotina para se tornar mais adequada a ele.

Para o usuário poder utilizar bem essas funções, será implementado ao app um tutorial sobre como usá-lo, explicando cada funcionalidade e como aproveitá-las, permitindo, assim, que o usuário entenda e use com facilidade o app

Futuramente, serão adicionadas mais funcionalidades de customização e criação de atividades, assim como de configuração de todo o aplicativo, até mesmo sobre como ele notificará o usuário. Serão criados mais tipos de atividades que podem ser úteis ao usuário, possibilitando o app a visualizar as rotinas de todos os dias do ano em andamento.

6. Considerações Finais

Em síntese, um aplicativo está sendo desenvolvido capaz de ajudar seus usuários a terem uma rotina mais saudável com atividades estimuladoras neurogologicamente, impactando na qualidade de vida dos mesmos.. Com foco em pacientes da Doença de Alzheimer, o app age como apoio para seu tratamento medicamentoso convencional. Até o momento,

o primeiro protótipo do projeto está pronto, incluindo funcionalidades de registro de usuário, seleção de rotinas pré-estabelecidas e visualização de atividades das mesmas.

Conclui-se que a telereabilitação, que é a base deste projeto, o apoio tecnológico de celular em tratamento de doenças, dá-se como eficaz nos tempos atuais, pois pode trazer aos pacientes mais autonomia sobre si e possibilita estarem mais cientes de como podem progredir em seu tratamento.

Referências

- Amemori, T.; Jendelova, P.; Ruzicka, J.; Urdzikova, L. M.; Sykova, E. Alzheimer's Disease: Mechanism and Approach to Cell Therapy. *Int. J. Mol. Sci*, v. 16, p. 26417–26451, 2015.
- Anand, R.; Gill, K.D.; Mahdi, A. A. Therapeutics of Alzheimer's disease: Past, present and future. *Neuropharmacology*, n. 76, p. 27–50, 2014.
- Barnes, J.N. Exercise, cognitive function, and aging. *Adv Physiol Educ*, v. 39, p. 55–62, 2015.
- Cacace, R. I.; Slegersa, K.; Broeckhovea, C. Molecular genetics of early-onset Alzheimer disease revisited. *Alzheimer's & Dementia*, p. 1-16, 2016.
- Cherney, L. R.; Van Vuuren, S. Telerehabilitation, Virtual Therapists, and Acquired Neurologic Speech and Language Disorders. *Semin Speech Lang.*, v. 33, n. 3, p. 243–257, 2012.
- Imtiaz, B.; Tolppanen, A. M.; Kivipetto, M.; Soininen, H. Future direction in Alzheimer's disease from risk factors to prevention. *Biochem. Pharmacol*, n. 88, p. 661–670, 2014.
- O'Brien, C.; Auguste, D. Alzheimer's disease. *Science*, p. 273, 328, 1996.
- Sevigny, J.; Chiao, P.; Bussière, T.; Weinreb, P. H.; Williams, L.; Maie, M.; Dunstan, R.; Salloway, S.; Chen, T.; Ling, Y.; O'gorman, J.; Qian, F.; Arastu, M.; Li, M.; Chollate, S.; Brennan, M. S.; Quintero-Monzon, O.; Scannevin, R. H.; Arnold, H. M.; Engber, T.; Rhodes, K.; Ferrero, J.; Hang, Y.; Mikulskis, A.; Grimm, J.; Hock, C.; Nitsch, R. M.; Sandrock, A. The antibody aducanumab reduces A β plaques in Alzheimer's disease. *Nature*, n. 537, p. 50-56, 2016. doi:10.1038/nature19323.
- Waite, L. M. Treatment for Alzheimer's disease: has anything changed? *Aust Prescr*, v. 38, n. 2, 2015.

Relações entre desempenho e consumo de energia em processadores ARM

Paulo Silas Severo de Souza, Wagner dos Santos Marques, Daniel Temp, Rumenigue Hohemberger, Fábio Diniz Rossi

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Farroupilha (IFFarroupilha) – Campus Alegrete
Caixa Postal 118 – 97.555-000 – Alegrete – RS – Brazil

{paulo.souza, wagner.marques}@email.com,

{daniel.temp, rumenigue.hohemberger, fabio.rossi}@iffarroupilha.edu.br

Abstract. *There is a concern about finding balance points between performance and energy consumption in embedded applications, since most of those devices are supplied by battery power. However, this is not a trivial task, since most of embedded processors have very specific architectures, and because it presents different behaviors when executing certain algorithms. Hence, we present an analysis of power consumption and performance on the ARM processors, while executing 10 parallelized NPB algorithms. Since we have explained the structure of every executed benchmark, this analysis can be useful in real-life cases when there is a need to execute similar behaviors in an optimized way.*

Resumo. *Há uma preocupação em encontrar pontos de equilíbrio entre desempenho e consumo de energia em aplicações embarcadas, posto que a maioria destes dispositivos são alimentados por baterias. Todavia, isto não é uma tarefa trivial, pois a maioria dos processadores embarcados possuem arquiteturas muito específicas, e por consequência disto comportam-se de diferentes maneiras durante a execução de certos algoritmos. Por isto, apresentamos uma análise de consumo de energia e desempenho dos processadores ARM durante a execução de 10 algoritmos paralelizados do Nas Parallel Benchmarking. Como explicamos a estrutura de cada benchmark executado, esta análise pode ser útil em casos reais onde há a necessidade de executar algoritmos com comportamentos similares de forma otimizada.*

1. Introdução

Sistemas embarcados têm sido amplamente usados para facilitar ou automatizar diferentes tarefas, devido diversos fatores como grande capacidade de adaptação à diferentes ambientes, portabilidade e preço. Apesar deste tipo de tecnologia ser usada para tarefas rotineiras, como no caso de *smartphones*, os sistemas embarcados podem auxiliar na execução de tarefas críticas, como sensoriamento e gerência de variáveis, tais como temperatura, pressão e consumo de energia em usinas nucleares, monitoramento em tempo real de imagens em sistemas de segurança, e dispositivos que coletam informações de pacientes e permitem o controle de doenças à distância [Lin et al. 2004].

Para assegurar sua eficiência, os elementos de hardware e software de sistemas embarcados geralmente são desenvolvidos para propósitos específicos. Dentre os componentes de hardware, os processadores destacam-se por sua importância, pois são responsáveis pela execução das tarefas. Neste contexto, processadores que implementam a

arquitetura ARM (*Advanced RISC Machine*) têm sido amplamente utilizados pois oferecem velocidade e economia de recursos, elementos essenciais em sistemas embarcados.

Sistemas embarcados geralmente recebem energia de baterias, e por isto estudiosos da área preocupam-se em equilibrar desempenho e consumo de energia, dois fatores que influenciam diretamente na eficiência de embarcados. Neste contexto, determinadas tarefas podem ser executadas com o auxílio da paralelização, que permite que processos sejam divididos em partes menores (chamadas *threads*), e que podem ser executadas simultaneamente em processadores multinúcleo, aproveitando os recursos disponíveis de uma melhor forma. Todavia, em determinados casos, aumentar o número de *threads* pode afetar negativamente tanto o desempenho quanto o consumo de energia do dispositivo. Por serem desenvolvidos para executar funções específicas, processadores de sistemas embarcados comportam-se de forma variada ao executar diferentes algoritmos. Por isto, diversos autores têm analisado o desempenho e consumo de energia destes processadores durante a execução de algoritmos de forma paralela, visando encontrar os melhores casos de execução dos componentes analisados [Lorenzon et al. 2015, Hanawa et al. 2009, Pinto et al. 2014].

Este artigo apresenta uma análise do consumo de energia e desempenho destes processadores durante a execução de algoritmos paralelos. O restante deste estudo está organizado da seguinte maneira: na Seção 2 são abordadas questões sobre sistemas embarcados e processadores ARM; na Seção 3 são apresentados alguns trabalhos correlatos; na Seção 4 são expostos detalhes de como os testes foram conduzidos; na Seção 5 os resultados são apresentados e discutidos; e a Seção 6 é reservada às conclusões.

2. Referencial Teórico

Esta Seção apresenta o conceito de sistemas embarcados, sua aplicabilidade, características e problemas de pesquisa. Além disto, é feita uma introdução à arquitetura ARM, amplamente utilizada em processadores de sistemas embarcados.

2.1. Sistemas Embarcados

Sistemas computacionais embarcados têm sido usados em diferentes setores da sociedade, como indústria (sensores de temperatura, rotação e velocidade), transporte (sistemas de controle de voo, GPSs e sensores que facilitam ou automatizam o estacionamento de veículos) e segurança (dispositivos de monitoramento de imagem, controle de tráfego e sinalização digital). A presença de embarcados pode ser vista em tarefas do cotidiano de certa parcela dos cidadãos, através do uso de telefones celulares, impressoras, videogames, calculadoras, e eletrodomésticos em geral.

Sistemas embarcados são desenvolvidos para operar de forma confiável, pois geralmente desempenham funções críticas no contexto em que estão inseridos, e.g., um sensor de temperatura instalado em uma usina nuclear. Quaisquer falhas neste tipo de sistema pode desencadear uma série de graves consequências, e por isto os seus programadores trabalham com cautela, calculando todas as possibilidades para que as chances de falha sejam minimizadas. Responsividade é um fator relevante em embarcados, pois estes sistemas devem responder rapidamente aos eventos que ocorrem no seu meio. Explorando o exemplo do sensor de temperatura apresentado acima, quando indicada uma temperatura anormal, tal dispositivo deveria tomar uma providência imediatamente, para evitar danos. Junto com as precauções de software, sistemas embarcados também contam

com hardwares especializados para desempenhar de forma eficiente as funções para as quais foram projetados [Reddy 2002].

Outro aspecto crucial em sistemas embarcados é o desempenho, que influencia em outros fatores como responsividade e confiabilidade. Todavia, grande parte dos sistemas embarcados são acoplados à dispositivos móveis, cuja energia é mantida através de baterias. Assim, surge a preocupação em equilibrar desempenho e consumo de energia, dois elementos que influenciam diretamente na eficácia do sistema embarcado [Lorenzon et al. 2015].

2.2. Processadores ARM

O processador é um dos componentes de hardware mais importantes em sistemas computacionais, pois possui a incumbência de buscar informações na unidade de memória e executar as instruções. Sistemas embarcados contam com processadores especializados que maximizam o desempenho do sistema através de modificações que permitem que determinado tipo de algoritmo seja executado mais eficientemente. Por exemplo, processadores criados para sistemas de processamento de sinais são projetados para executar de forma otimizada algoritmos FFT (*Fast Fourier Transform*) e de filtragem [Reddy 2002].

Neste contexto, a arquitetura ARM, desenvolvida em 1985 pelo *Acorn Computer Group*, foi projetada para PCs de baixo custo, todavia mais tarde foi modificada para suportar aplicações embarcadas. Um dos fatores que viabilizaram a propagação desta plataforma foi sua capacidade de unir características de arquiteturas de 16bits e 32bits. Arquiteturas de 16bits possuem mais densidade de código, ao passo que arquiteturas de 32bits gerenciam grandes espaços de endereçamento de forma mais eficiente. A arquitetura ARM utiliza o conjunto de instruções *Thumb*, que permite que instruções de 32bits sejam codificadas em 16bits, o que reduz o tamanho do código e os requisitos de memória. No momento de execução, estas instruções são descomprimidas para 32bits em tempo real, usufruindo assim do desempenho da arquitetura de 32bits [Dandamudi 2005, ARM Information Center 2016].

3. Trabalhos Relacionados

Dada a importância do equilíbrio entre desempenho e economia de energia em sistemas embarcados, diversos estudos analíticos têm sido empreendidos, comparando diferentes tecnologias e componentes advindos de sistemas embarcados. [Pinto et al. 2014] compararam o uso de paralelismo nos processadores Intel *Atom* e ARM Cortex-A9. Para isto, os autores usaram a suíte de testes *NAS Parallel Benchmarks (NPB) Multi-Zone Version* analisando desempenho, consumo de energia e produto energia-atraso (*Energy Delay Product*) destes componentes. [Lorenzon et al. 2015] analisaram o consumo de energia, desempenho e produto energia-atraso das APIs (*Application Programming Interfaces*) de paralelização de software OpenMP, Pthreads (*Posix Threads*) e MPI (*Message Passing Interface*).

[Blem et al. 2013] analisaram o índice de consumo de energia e a velocidade dos microprocessadores ARM Cortex-A8 e Cortex-A9 e Intel *Atom* e *Sandybridge i7* em diferentes contextos, através de testes que simulavam ambientes reais de servidores, computação desktop e móvel. [Hanawa et al. 2009] avaliaram o desempenho dos processadores M32700, MPCore e RP1 para sistemas embarcados e do processador Core2Quad Q6600 para sistemas desktop, todos paralelizados através do OpenMP. Foram usados testes das suítes *NAS Parallel Benchmarks*, *MediaBench* e *MiBench*.

Embora nosso trabalho também avalie o *trade-off* entre desempenho e consumo de energia em processadores ARM, nossa proposta apresenta o adicional de permitir análise dessas métricas em diferentes arquiteturas de processadores ARM (com 1 núcleo, e com 4 núcleos).

4. Avaliações

As placas *Raspberry Pi A* e *Raspberry Pi 2 B* foram os dispositivos embarcados adotados nas avaliações. Ambos os modelos suportam uma série de sistemas operacionais, incluindo o *Raspbian*, distribuição Linux baseada em *Debian*. Outrossim, permitem a conexão em redes locais via *ethernet*, possibilitando o acesso remoto por meio do protocolo de rede *Secure Shell* (SSH) [Ferdoush and Li 2014]. As características das placas *Raspberry Pi* utilizadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características das placas *Raspberry Pi* utilizadas.

Característica	Raspberry Pi Modelo A	Raspberry Pi Modelo B
Memória RAM	256 MB	1 GB
CPU	Single Core ARM1176JZF-S 700MHz	Quad-core ARM Cortex-7 900MHz
Conexão USB	2	4
Conexão Ethernet	Sim	Sim
Núcleos	1	4
HDMI	Sim	Sim

Benchmarking foi a técnica utilizada durante as análises. Este método consiste em executar determinados testes em diferentes sistemas computacionais, a fim de avaliar o desempenho dos dispositivos. Para validar os resultados, cada teste foi realizado 10 vezes. Assim, o tempo de execução, expresso em segundos, e o consumo de energia em amperes, foram obtidos por meio do cálculo da média aritmética dos resultados alcançados. O conjunto de *benchmarks* empregado foi o *Nas Parallel Benchmarking* (NPB). O NPB é comumente utilizado na computação científica, pois permite a execução paralela de diferentes algoritmos em diversas plataformas computacionais [Van der Wijngaart et al. 2012]. Os valores de referência são derivados de *computational fluid dynamics* (CFD) e consistem em cinco aplicações de *kernel* (IS, EP, CG, MG, FT), três pseudo-aplicações (BT, SP, LU) e foi expandido com o objetivo de incluir novos algoritmos paralelos de entrada e saída de dados (DC e UA) [Hardman 2016].

- **IS (*Integer Sort*):** Utilizado para a verificação de desempenho de comunicação e cálculos inteiros. Realiza a seleção e ordenação de dados.
- **EP (*Embarrassingly Parallel*):** Fornece uma estimativa de ponto flutuante alcançável. É normalmente usado para as avaliações de desempenho e faz uso intensivo da CPU por não realizar muitas operações de entrada e saída de dados.
- **CG (*Conjugate Gradient*):** Utiliza uma estrutura de dados em grades computacionais desestruturadas. É utilizada para testes onde há comunicação irregular.
- **MG (*Mult-Grid*):** Usado na comunicação de dados estruturados, todavia diferentemente do CG, não é utilizado em ambientes com a comunicação irregular.
- **FT (*Fast Fourier Transform*):** Realiza cálculos de equações diferenciais parciais de 3 dimensões.
- **BT (*Block Tri-diagonal*):** Resolve equações tridimensionais com matrizes densas. É similar ao LU, todavia usa técnicas diferentes para a obtenção dos resultados

- **SP (*Scalar Penta-diagonal*):** Muito similar ao *benchmark* BT, todavia utiliza estruturas de dados de grades estruturadas.
- **LU (*Lower-Upper Gauss-Seidel*):** Realiza a fatoração de matrizes triangulares superiores e inferiores, além da comunicação intensiva entre processos complexos de entrada e saída de dados.
- **DC (*Data Cube*):** Verifica o desempenho de sistemas que possuem memórias complexas. Até a versão 3.1 do NPB, tal algoritmo era executado através da API (*Application Programming Interface*) MPI, todavia, a partir da versão 3.2 do NPB começou a usar a API OpenMP.
- **UA (*Unstructured Adaptive*):** Também presente apenas a partir da versão 3.1 do NPB. Destinado a sistemas computacionais com acesso de memória regular e dinâmico.

O NPB subdivide-se em classes (W, S, A, B, C, D e E) que definem a robustez da entrada de dados que será aplicada aos algoritmos durante a execução. Durante as avaliações foi usada a classe S, recomendada para testes de pequeno porte. Os algoritmos foram executados através da API OpenMP. Os testes foram executados em 1, 2, 4, 8 e 16 *threads*. Para fins de validação, cada algoritmo foi executado 10 vezes em cada número de *threads*. Os resultados expostos foram obtidos através da média aritmética destas execuções. Foram analisados o tempo de execução de cada *benchmark* e o consumo de energia, que foi obtido através de um multímetro digital conectado entre o sistema embarcado e a fonte provedora de energia.

5. Resultados e Discussões

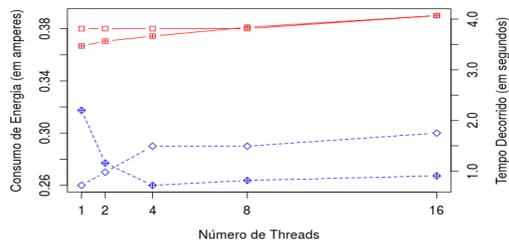
Nesta Seção os resultados são apresentados e discutidos. Para facilitar a compreensão dos dados, estes foram organizados em gráficos de linha que expõem os índices de consumo de energia em amperes (representado pela letra A) e tempo decorrido em segundos pelo número de *threads*.

Durante a execução do algoritmo BT, percebeu-se que o número de *threads* ocasionou perdas aproximadas de 3% no consumo de energia e 15% no desempenho do processador ARM *single core*. Também constatou-se que o processador ARM *multicore* beneficiou-se com o aumento do número de *threads*, mostrando ganho de desempenho de aproximadamente 59%. Todavia, verificou-se um aumento de aproximadamente 13% no consumo de energia do dispositivo. Tais informações são ilustradas no gráfico da Figura 1(a).

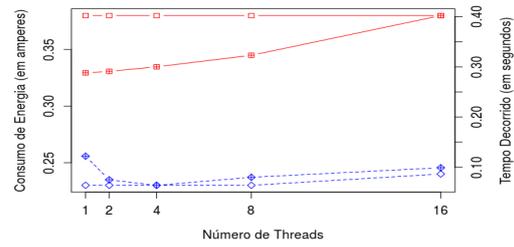
Quanto ao *benchmark* IS (cujo gráfico é apresentado na Figura 1(b)), verificou-se que mediante o aumento do número de *threads* o processador *single core* manteve o consumo de energia em 0,38A e teve um aumento de aproximadamente 28% (0,114s) no tempo de execução. Já o processador multinúcleo apresentou um leve aumento no consumo de energia (0,1A), ao passo que ganhou cerca de 19% de desempenho.

Os resultados referentes ao algoritmo MG (expostos no gráfico da Figura 1(c)) mostraram que ambos os processadores perderam desempenho com o aumento do número de *threads*. O processador com um núcleo perdeu cerca de 38% de desempenho, mantendo o consumo de energia em 0,38A. Já o processador multinúcleo mostrou redução de desempenho de cerca de 16%, e apresentou um aumento de aproximadamente 14% no consumo de energia.

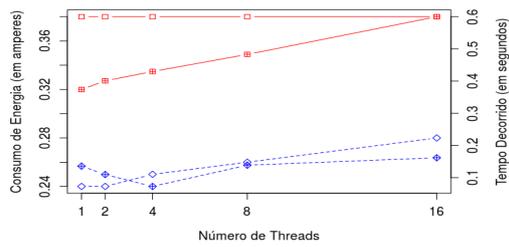
No algoritmo UA, o CPU *single core* manteve o consumo de energia em 0,38A durante todos os testes, e apresentou uma perda de desempenho de aproximadamente



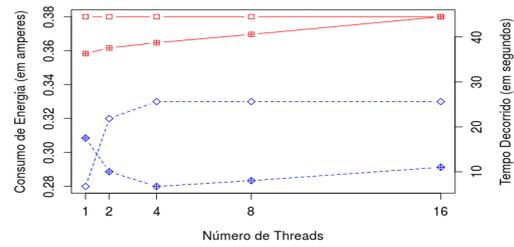
(a) Algoritmo BT



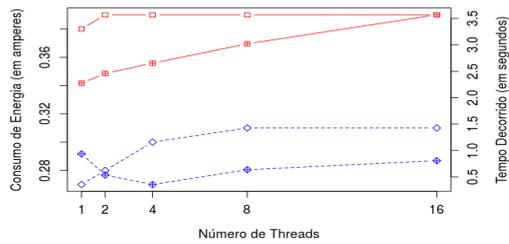
(b) Algoritmo IS



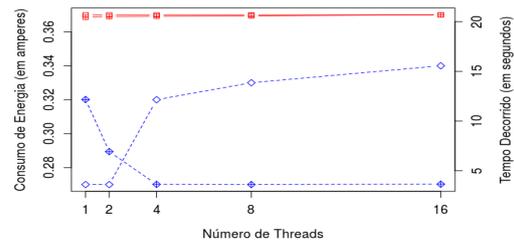
(c) Algoritmo MG



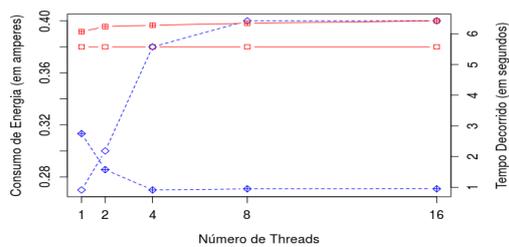
(d) Algoritmo UA



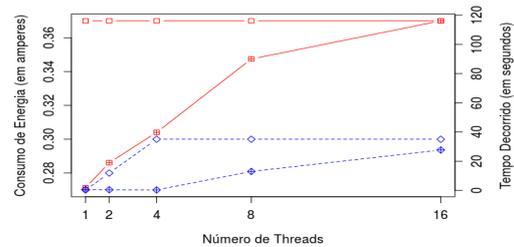
(e) Algoritmo SP



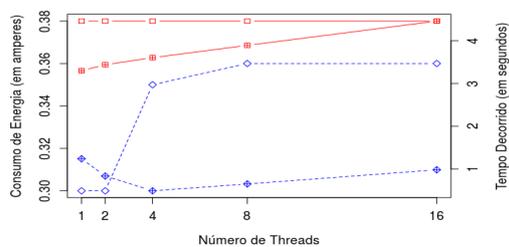
(f) Algoritmo EP



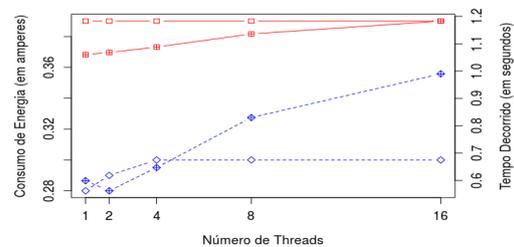
(g) Algoritmo FT



(h) Algoritmo LU



(i) Algoritmo CG



(j) Algoritmo DC

—■— CPU Single Core (Energia)
 -■- CPU Single Core (Tempo)
 —◇— CPU Multi Core (Energia)
 -◇- CPU Multi Core (Tempo)

Figura 1. Resultados obtidos através da execução dos algoritmos do NPB.

18%. Já o CPU *multicore* teve um aumento de aproximadamente 15% no consumo de energia, ganhando cerca de 37% de desempenho. Tais resultados são apresentados no gráfico da Figura 1(d).

Nos testes do algoritmo SP, o processador com um núcleo mostrou um aumento de 0,1A no consumo de energia e também apresentou perdas de desempenho de aproximadamente 36%. Com o aumento do número de *threads*, o processador multinúcleo mostrou perda de 13% no consumo de energia, ao passo que ganhou 14% de desempenho, conforme apresentado no gráfico da Figura 1(e).

No *benchmark* EP, o CPU *single core* manteve o mesmo consumo de energia durante os testes (0,37A), e teve uma pequena perda de desempenho (de 20,45s com 1 *thread* para 20,681s com 16 *threads*). O CPU *multicore* mostrou um ganho de desempenho de aproximadamente 70%, com aumento de 21% no consumo de energia. Tais informações são apresentadas graficamente na Figura 1(f).

Sobre a execução do algoritmo FT, o processador com um núcleo manteve o consumo de energia em 0,37A, com uma pequena perda de desempenho (20,45s com 1 *thread* para 20,68s com 16 *threads*). Já o processador multinúcleo apresentou prejuízo de 33% no consumo de energia. Não obstante, tal processador mostrou ganho de desempenho de aproximadamente 65%, conforme apresentado no gráfico da Figura 1(g).

Os resultados referentes ao algoritmo LU (expostos no gráfico da Figura 1(h)) mostraram que ambos processadores tiveram grandes perdas de desempenho com o aumento do número de *threads*. O CPU *single core* manteve o consumo de energia em 0,37A durante os testes, todavia teve um prejuízo de desempenho de aproximadamente 98%. Já o CPU *multicore* teve perdas de aproximadamente 10% no consumo de energia e 98% no desempenho.

No *benchmark* CG, o processador com um núcleo conservou o consumo de energia em 0,38A, com perda de desempenho de 26%. Já o processador multinúcleo teve prejuízo de 17% no consumo de energia, todavia mostrou ganho de desempenho de 21%. Tais informações são apresentadas graficamente na Figura 1(i).

Durante a execução do algoritmo DC (cujas informações são expostas no gráfico da Figura 1(j)), o CPU *single core* manteve o consumo de energia em 0,39A, e apresentou um ganho de desempenho de aproximadamente 10%. Já o CPU *multicore* teve perda de cerca 7% no consumo de energia, mas com ganho de desempenho de aproximadamente 39%.

Os resultados mostraram que o processador multinúcleo teve desempenho expressivamente maior nos *benchmarks CPU-bound*, pois tais algoritmos exploram de forma mais eficiente o paralelismo. Também notou-se que este componente, por ser *quad-core*, teve uma performance superior ao executar os *benchmarks* em 4 *threads*. Na maioria dos algoritmos, aumentar o número de *threads* acima deste número ocasionou perdas de desempenho por consequência da concorrência de recursos.

Nos algoritmos *IO-bound*, a diferença de velocidade de execução entre os 2 processadores ARM não foi significativa, a não ser na execução do algoritmo FT. Nesse caso, o desempenho entre as duas arquiteturas de processadores ARM mostraram taxas de desempenho muito próximas acima de 4 *threads*, o que pode ter sido influenciado pelo suporte VFP (*Vector Floating-point*) presente nessas arquiteturas, que aumenta o desempenho do CPU durante a execução de operações que usam ponto flutuante. Não obstante,

o uso desta funcionalidade aumenta o consumo de energia do dispositivo, conforme demonstrado no gráfico da Figura 1(g).

6. Conclusões

Sistemas embarcados geralmente são alimentados por baterias, o que gera uma preocupação com o equilíbrio entre consumo de energia e desempenho [Lorenzon et al. 2015]. Tendo frequência maior e sendo *multi core*, os resultados mostraram que o processador ARM Cortex-7 foi mais econômico e veloz que o CPU ARM1176JZF-S na maioria dos *benchmarks* executados. No melhor caso, o ARM Cortex-7 executou o *benchmark Integer Sort* em 0,064 segundos com consumo de energia de 0,23 amperes, usando 4 *threads*. Tal resultado mostrou a eficiência deste componente na execução de algoritmos de seleção e ordenação de dados.

Referências

- ARM Information Center (2016). The thumb instruction set.
- Blem, E., Menon, J., and Sankaralingam, K. (2013). A detailed analysis of contemporary arm and x86 architectures. *UW-Madison Technical Report*.
- Dandamudi, S. P. (2005). Arm architecture. *Guide to RISC Processors: for Programmers and Engineers*, pages 121–145.
- Ferdoush, S. and Li, X. (2014). Wireless sensor network system design using raspberry pi and arduino for environmental monitoring applications. *Procedia Computer Science*, 34:103–110.
- Hanawa, T., Sato, M., Lee, J., Imada, T., Kimura, H., and Boku, T. (2009). Evaluation of multicore processors for embedded systems by parallel benchmark program using openmp. In *International Workshop on OpenMP*, pages 15–27. Springer.
- Hardman, J. (2016). Nas parallel benchmarks.
- Lin, R., Wang, Z., and Sun, Y. (2004). Wireless sensor networks solutions for real time monitoring of nuclear power plant. In *Intelligent Control and Automation, 2004. WCICA 2004. Fifth World Congress on*, volume 4, pages 3663–3667. IEEE.
- Lorenzon, A. F., Cera, M. C., and Beck, A. C. S. (2015). Performance and energy evaluation of different multi-threading interfaces in embedded and general purpose systems. *Journal of Signal Processing Systems*, 80(3):295–307.
- Pinto, V., Lorenzon, A., Beck, A., Maillard, N., and Navaux, P. (2014). Energy efficiency evaluation of multi-level parallelism on low power processors. In *Proc of Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, pages 1825–1836.
- Reddy, P. M. (2002). Embedded systems. *Resonance*, 7(12):20–30.
- Van der Wijngaart, R. F., Sridharan, S., and Lee, V. W. (2012). Extending the bt nas parallel benchmark to exascale computing. In *Proceedings of the International Conference on High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis*, page 94. IEEE Computer Society Press.

Um estudo sobre a viabilidade da utilização de um programa de melhoria de processo de software em pequenas empresas

Renan Souza¹, Romário Lopes Alcântara¹

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI) – Ijuí, RS – Brazil

renan_souza@msn.com, romario@unijui.edu.br

***Abstract.** This paper presents a study on the feasibility of using the MPS.BR program at micro and small enterprises (MSEs). A survey was conducted involving 13 MSEs of software development in order to collect data about the experiences during the implementation and use of the program. These data were organized and classified based on determinants of success and difficulties, whose analysis, in comparison to the results of other researchers, identify the importance and feasibility of its use.*

Resumo. Este artigo apresenta um estudo sobre a viabilidade de utilização do programa MPS.BR em micro e pequenas empresas (MPEs). Foi realizada uma pesquisa envolvendo 13 MPEs de desenvolvimento de software, com o intuito de coletar dados a respeito das experiências vividas durante a implementação e utilização do programa. Estes dados foram organizados e classificados com base em fatores determinantes de sucesso e dificuldades, cuja análise, comparada com o resultado de outros pesquisadores, identifica a importância e viabilidade de sua utilização.

***Palavras-chave:** Melhoria de processo de software; Programa MPS.BR; Pequenas empresas; Fatores de sucesso; Dificuldades.*

1. Introdução

Atualmente, com a crescente demanda de produção de softwares, a concorrência entre as empresas desenvolvedoras vem aumentando significativamente, o que exige por parte delas a necessidade de aperfeiçoar seu processo de desenvolvimento.

Diversos modelos e programas para melhoria de desenvolvimento, baseados em técnicas de engenharia de software, surgiram com o intuito de auxiliar estas empresas. De maneira geral, eles englobam toda a documentação, configuração, métodos de desenvolvimento e inúmeras outras técnicas voltadas para melhoria do desenvolvimento [Sommerville, 2003].

Dentre as opções disponíveis estão as normas ISO/IEC e os programas de melhoria CMMI e MPS.BR. As normas ISO/IEC e o CMMI são voltados para empresas de maior porte [Anacleto *et al.*, 2004][Laporte *et al.*, 2008]. Já o MPS.BR possui maior aplicação em micro, pequenas e médias empresas, embora seja possível adequá-lo ao

perfil de empresas com diferentes tamanhos e características, sejam públicas ou privadas [Softex, 2016].

Ambos os modelos já são amplamente utilizados, entretanto a adoção dos programas para melhoria de desenvolvimento em MPEs ainda é um desafio prático, uma vez que diferentes empresas, por possuírem características distintas, irão necessitar de esforços específicos [Anacleto *et al.*, 2004]. Sendo assim, são necessários estudos de caso em diferentes cenários para a definição de uma melhor estratégia de implementação [Rocha *et al.*, 2006].

Os trabalhos de Anacleto *et al.* (2004) e Laporte *et al.* (2008) ressaltam a importância de estudos voltados a empresas de micro e pequeno porte. Com o intuito de colaborar com esses estudos foi desenvolvida uma pesquisa do tipo *survey*, direcionada somente a este perfil de empresas. Participaram da pesquisa 13 empresas de micro e pequeno porte, localizadas em diferentes regiões do país, principalmente no Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e uma em Pernambuco. O objetivo foi identificar os principais fatores determinantes de sucesso e dificuldades experimentados por estas MPEs e compará-los com os mesmos enfrentados por empresas de maiores portes [Rocha *et al.*, 2006]. Com isso, foi possível identificar as diferenças nos resultados da utilização do programa MPS.BR em razão do seu porte e, por fim, a viabilidade de sua utilização.

O presente artigo está estruturado nas seguintes seções: a Seção 2 apresenta os estudos relacionados, onde são destacadas algumas pesquisas utilizadas como embasamento; na Seção 3 é discutida a metodologia de *survey* utilizada no trabalho; a Seção 4 contempla os principais resultados obtidos pela pesquisa; por fim, na Seção 5 são apresentadas as considerações finais.

2. Estudos relacionados

Um *survey* realizado com o intuito de identificar fatores de sucesso e dificuldades relacionados à implementação de processos de software, utilizando o MR-MPS e o CMMI foi elaborado por Rocha *et al.* (2006). Sua pesquisa envolveu 15 empresas da área de desenvolvimento de software. Como resultado, são identificadas boas práticas que podem ser adotadas na definição da estratégia de implementação e acompanhamento de processos de software por Instituições Implementadoras do MR-MPS no Brasil.

Anacleto *et al.* (2004) desenvolveram uma pesquisa que descreve experiências de 4 empresas desenvolvedoras de software com a aplicação da norma ISO/IEC 15504. Neste trabalho foram relatados os problemas enfrentados por empresas de pequeno porte que desejam utilizar métodos para melhoria do seu processo. Como forma de reduzir o esforço adicional e melhor atender seus requerimentos específicos, um método de melhoria customizado está sendo desenvolvido no projeto de pesquisa chamado 15504MPE, adaptado para as características e necessidades próprias das pequenas companhias.

Laporte *et al.* (2008) conduz um estudo onde demonstra que a norma ISO/IEC 12207 não é voltada para MPEs, que em geral acham difícil entendê-la. A pesquisa apresentada os resultados obtidos na busca pelo desenvolvimento de uma nova

norma, baseada na ISO/IEC12207, que atenda micro e pequenas empresas. Estes resultados possibilitam definir os requerimentos necessários para o design de uma nova norma, voltada especificamente a este tipo de empresas.

3. Método de pesquisa *survey*

Na fase inicial do trabalho foi realizada uma busca por micro e pequenas empresas desenvolvedoras de software que utilizavam ou estavam em fase de implantação do programa MPS.BR. Foi encaminhado a elas um questionário, via e-mail, o qual deveria ser preenchido com informações referentes às experiências vividas durante a implementação e uso. As perguntas buscavam identificar os fatores positivos e negativos proporcionados pela adesão ao programa, como por exemplo, os benefícios ou dificuldades enfrentadas pelas organizações. Ver Tabela 1 e a Tabela 2.

Tabela 1. Exemplo das questões contidas no questionário

Questionário
Vocês utilizam alguma norma ou método para melhoria de desenvolvimento?
Qual o motivo da escolha do método, em específico, citado anteriormente?
Quais os motivos para a adoção?
Qual a quantidade de funcionários da empresa?
Como são classificadas as atividades propostas?
Quais técnicas de desenvolvimento eram usadas antes da adoção?
Quais foram as dificuldades iniciais?

Tabela 2. Exemplo das respostas obtidas pelo questionário

Questão	Exemplo das respostas de algumas empresas			
	<i>Empresa 01</i>	<i>Empresa 02</i>	<i>Empresa 03</i>	<i>Empresa 04</i>
Dificuldade inicial	Obter a credibilidade da equipe de que a implantação nos ajudaria a resolver boa parte dos nossos problemas.	Definir o processo de para atender as evidencias de projeto não onerando o trabalho da equipe de forma burocrática.	Mudança na cultura da empresa; não tínhamos nenhuma estrutura de processo e nem documentação formal.	Entendimento do modelo e adaptação dos resultados esperados.

Aceitação	De início houve resistência, devido ao trabalho adicional e descrença. Equipe técnica não vê valia em processos de gestão, procurando se focar na codificação.	Bons, todos os setores participaram da construção dos processos.	Nossa equipe é jovem com poucos “vícios” de processos anteriores, facilitando no entendimento e absorção.	Início difícil, mas com o passar do tempo, houve amadurecimento da equipe. Alguns membros da equipe deram opiniões quanto ao processo de trabalho.
Criticas ao modelo	Não houve críticas formais, mas dava para perceber o desconforto dos envolvidos e a descrença no modelo.	Algumas pela equipe	Nenhuma	Perda de agilidade do processo de trabalho.
Criticas aos processos	Algumas informações não eram de relevância para a empresa.	-	Nenhuma	Linguagem um pouco confusa; Resultados esperados não condizem muito com a realidade do dia a dia da empresa.
Comparação com métodos antigos	Sensível melhora na definição de requisitos e em estágio de pré-venda; Queixas de cliente quanto ao escopo do projeto foram reduzidas praticamente a zero.	Sim	Sim. Não tinha processo, era tudo em planilhas Excel e com os dois sócios da empresa. Melhoramos bastante, hoje temos todo o controle do nosso processo produtivo.	Continuamos tendo alguns problemas. Os processos descritos pela MPS.BR fizeram com que o planejamento e tomada de ações fosse mais rápido e assertivos.
O que mudou e o que foi mantido	Não tínhamos um processo formal definido; Cada um trabalhava do jeito em que estava acostumado.	Praticamente todo o processo foi remodelado	Tudo, não existia processo definido. Nada foi mantido	Uma melhora no gerenciamento e visualização dos resultados. Isso pode ser mantido.

Dentre as cerca de 120 empresas procuradas, apenas 13 se dispuseram a participar da pesquisa. 12 delas retornaram o questionário de forma adequada. A outra empresa disponibilizou um funcionário para realizar uma entrevista e responder as questões diretamente ao pesquisador. Cabe salientar que esta última foi a única empresa que não conseguiu a certificação, sendo que a entrevista foi realizada com o intuito de melhor descrever as principais dificuldades encontradas na implementação da metodologia. As respostas obtidas pela entrevista relataram, da mesma forma que as respostas via e-mail, os fatores positivos e negativos vivenciados pela empresa.

3.1 Caracterização das empresas

De acordo com os dados, do total das 13 empresas, 7 possuem entre 0-9 empregados, 4 possuem entre 10-15 e 2 possuem entre 16-25, como mostra a Figura 1.

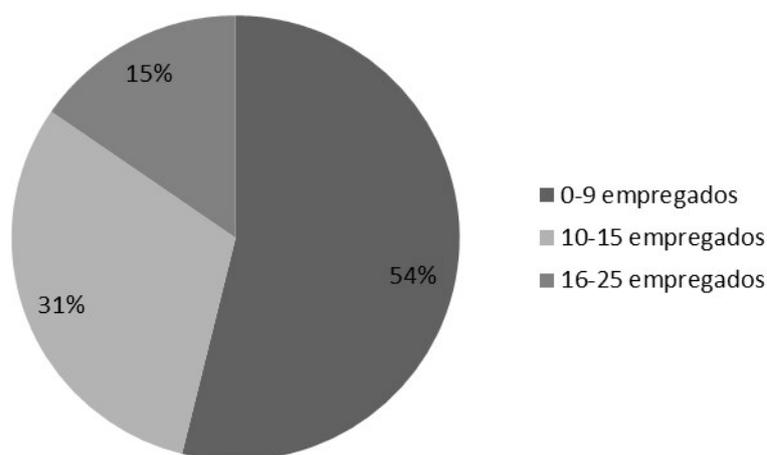


Figura 1. Quantidade de funcionários das empresas pesquisadas

O critério usado para caracterizar o porte das empresas participantes foi o do Sebrae (2014), que se baseia nas fontes fornecidas pelo IBGE, referente ao número de empregados, a saber: micro (0-9 empregados); pequena (10-49 empregados); média (50-99 empregados); grande (mais de 100 empregados).

Além do tamanho das empresas, foi mapeado o seu atual nível de maturidade. Entre as participantes, 10 estão no nível G, 2 no nível F e uma das empresas não conseguiu obter a certificação. Ver figura 2.

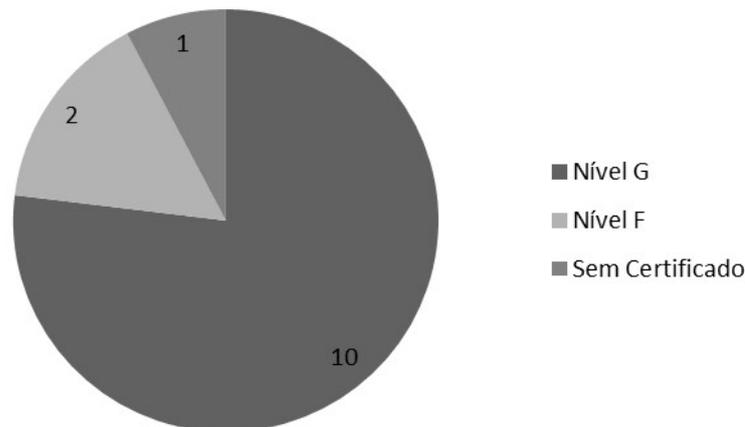


Figura 2. Nível de maturidade das empresas pesquisadas

4. Resultados e discussões

Os resultados, obtidos via questionário e entrevista, passaram por uma análise de conteúdo e foram estruturados nos seguintes itens: fatores determinantes de sucesso e principais dificuldades ou desafios encontrados na implantação. Os principais achados, considerados de maior relevância, são apresentados a seguir.

4.1 Fatores determinantes de sucesso

Um dos fatores mais importantes relacionado ao sucesso se refere à questão organizacional da empresa. Segundo a pesquisa, 90% das empresas não possuíam nenhuma forma de metodologia ou rotina para documentação e gerenciamento dos projetos. Com a adoção de programas de melhoria de software, surgiu a necessidade de definição de funções antes inexistentes, pois a estruturação da equipe, definição e distribuição de tarefas tem grande influência no sucesso como um todo. A maioria das empresas pesquisadas demonstrou maturidade neste quesito, definindo os papéis e transferindo as tarefas adequadamente.

O segundo ponto percebido nos resultados se refere ao envolvimento e motivação dos colaboradores. Os resultados foram positivos quando a maioria dos funcionários estava motivada a aderir à nova rotina, a novas ferramentas e processos propostos. Além disso, se mostrou importante o apoio da gerência não só na questão financeira (treinamentos, incentivos), mas presencialmente, demonstrando envolvimento e interesse nas atividades e resultados perseguidos.

Outro ponto importante diz respeito à Consultoria. Em todos os casos, o acompanhamento de uma equipe especializada na implantação do modelo foi fundamental, sendo afirmado pelos pesquisados que sem esta equipe dificilmente seria possível a implantação e utilização do programa MPS.BR. A principal função da consultoria aconteceu através da transferência de conhecimentos, auxiliando quanto à definição e entendimento de processos, agilizando o trabalho e o tornando mais produtivo.

4.2 Principais dificuldades e desafios encontrados

A primeira dificuldade está relacionada ao entendimento dos processos do programa. Muitas empresas não conseguiam entender seu funcionamento, adaptá-los a um padrão, especificar requisitos, definir e desenvolver a documentação necessária, dentre outros. Mesmo com a utilização dos guias a dificuldade persistiu, pois os seus dados foram considerados complexos e pouco exemplificados. Talvez essa dificuldade seja oriunda da falta de conhecimentos específicos de engenharia de software, ou falta de competência por parte dos implementadores.

Outro aspecto considerado negativo foi a cobrança quanto à funcionalidade de todos os processos existentes. A documentação exigida foi considerada excessiva e muitas vezes inútil, tornando as atividades muito burocráticas e diminuindo a agilidade, por consumirem o tempo que seria gasto no desenvolvimento. Em se tratando de pequenas empresas, alguns processos se mostraram de pouca utilidade ou não condizentes com a sua realidade. Mesmo assim elas não podiam ignorá-los e fazer uso apenas dos mais benéficos, pelo fato dos mesmos serem indispensáveis para obter e manter a certificação.

Outro fator considerado dificultador, e que teve grande número de citações pelas empresas pesquisadas, foi relacionado à mudança de cultura e a aceitação por parte dos funcionários. Quando a empresa adere ao modelo ou quando evolui de nível ocorre a incorporação de novos processos e, até mesmo, novas ferramentas passam a ser utilizadas. A necessidade de adequar os funcionários a essa nova rotina, e o trabalho adicional incorporado, tornou-se a principal causa do descontentamento e descrença por parte deles.

4.3 Fatores de insucesso na empresa não certificada

A empresa não conseguiu se adequar a alguns processos e ao modo de documentação do modelo, sendo declarado que a sua maneira de desenvolver era mais ágil, diferente do proposto pelo programa. Exemplificando, o desenvolvimento de projetos pequenos passou de uma semana para um (01) mês, devido a exigências de documentação.

Em relação à motivação dos funcionários e gerência, foi declarado que a direção apenas arcou com os custos, não participando do processo de implementação. Com isso, houve a falta do papel do líder, tanto para amenizar brigas e divergências entre os funcionários, quanto para demonstrar as melhorias e os benefícios propostos.

Foram relatados problemas quanto à mudança de cultura e aceitação dos funcionários. Houve muito atrito em razão das novas práticas e regras que estavam sendo introduzidas. Destaca-se a introdução de programas para documentação e controle das atividades dos funcionários. Como anteriormente eles tinham mais liberdade para desenvolver suas atividades, houve um descontentamento geral. Além disso, quando os funcionários envolvidos não viam relevância em alguns processos cobrados pelo modelo MPS, simplesmente não os executavam.

Os guias foram considerados confusos e não foi possível identificar neles os resultados esperados, faltando, segundo observado, exemplos mais claros.

A consultoria especializada contratada foi avaliada como inexperiente, não conseguindo auxiliar no processo de implantação por não possuir o conhecimento

necessário para entendimento do modelo. Ainda foi relatado que a principal atividade exercida pela equipe contratada foi apenas listar os deveres da empresa, normas e processos a se aplicar, sem nenhuma assessoria ou acompanhamento.

Apesar de não conseguir a certificação e ter enfrentado inúmeros problemas, grandes benefícios e experiências positivas foram obtidos com a tentativa de implantação do modelo. Alguns processos foram adaptados e aplicados com sucesso, o que melhorou a forma com que a empresa passou a lidar com a organização e documentação dos softwares desenvolvidos.

5. Considerações finais

O trabalho apresentou os resultados de uma pesquisa com MPEs desenvolvedoras na área de TI. Seu objetivo foi identificar os fatores determinantes de sucesso e dificuldades na implementação do programa MPS.BR, bem como sua utilização e viabilidade, em comparação com outros portes de empresas. Foram relatadas experiências no âmbito de 13 organizações, dentre as quais apenas uma não obteve a certificação no modelo.

Conforme os resultados obtidos no âmbito das MPEs, percebe-se que a ocorrência dos fatores determinantes de sucesso e dificuldades encontrados na literatura e em estudos relacionados [Rocha *et al.*, 2006], voltados a empresas de todos os portes, não diferem dos resultados relatados nesta pesquisa.

Assim, pode-se deduzir que as experiências verificadas na implantação e utilização do programa MPS.BR por grandes empresas são bastante semelhantes às vivenciadas pelas de pequeno porte.

Ainda se observa que até mesmo uma pequena empresa que falhou na implantação obteve resultados positivos. A partir dessas constatações, pode-se concluir que o programa é uma excelente alternativa para auxiliar no alcance da excelência nos processos de produção. A sua viabilidade é demonstrada, principalmente, pela experiência e benefícios proporcionados quando de sua utilização.

Referências

- Rocha, A., Montoni, M., Santos, G., Oliveira, K., Natali, A., Mian, P., Conte, T., Mafra, S., Barreto, A., Albuquerque, A., Figueiredo, S., Soares, A., Bianchi, F., Cabral, R. e Dias, A. (2006) “Fatores de Sucesso e Dificuldades na Implementação de Processos de Software Utilizando o MR-MPS e o CMMI”, COPPE/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- Anacleto, A., Wangenheim, C., Salviano, C. e Savi, R. (2004) “Experiences Gained from Applying ISO/IEC 15504 to Small Software Companies in Brazil”, Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI).
- Laporte, C., Alexandre, S., Renault, A. and Crowder, K. (2008) “The Development of International Standards for Very Small Enterprises”, IEEE Computer, volume 41, number 3.

- Sommerville, I. (2003) “Engenharia de software”, 6. ed., tradução por André Mauricio de Andrade, Editora Addison-Wesley, Pearson PLC, São Paulo, Brasil, pp. 05-12.
- Sebrae (2014), “Critérios de classificação de empresas: mei - me - epp”, <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>.
- Softex (2016), “Softex. MpsBR – Guia Geral MPS de Software”, Brasil, pp. 04-05. http://www.softex.br/wp-content/uploads/2016/04/MPS.BR_Guia_Geral_Software_2016-com-ISBN.pdf.
- Softex (2016), “Softex. MpsBR – Guia Geral MPS de Serviço”, Brasil, pp. 18. http://www.softex.br/wp-content/uploads/2013/07/MPS.BR_Guia_Geral_Servicos_2015.pdf.

Estado da Prática de Engenharia de Requisitos: Uma Revisão Sistemática

Wolleson Kevin Kelm, Aline Vieira de Mello

¹Engenharia de Software – Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
CEP – 97.546-550 – Alegrete – RS – Brazil

kevinkelm94@gmail.com, alinemello@unipampa.edu.br

Abstract. *The complex nature of software projects motivate the requirements engineer to select the methods and techniques most appropriate for the different stages of the project. Knowing the methods and techniques adopted in the industry and the market can in some way help them in this choice. In this context, this article aims to present the state of the practice in Requirements Engineering in industry and market. A systematic literature review was conducted by selecting 7 work. This review enabled us to compare practices/methods/techniques listed in literature with those actually adopted in the industry and the market and allowed us to establish a framework for future research.*

Resumo. *A natureza complexa dos projetos de software motivam o engenheiro de requisitos a selecionar os métodos e técnicas mais adequadas para as diferentes fases do projeto. Conhecer os métodos e técnicas adotados na indústria e no mercado pode de alguma maneira auxiliar nessa escolha. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar o estado da prática em Engenharia de Requisitos na indústria e no mercado. Uma revisão sistemática da literatura foi conduzida selecionando 7 trabalhos. Essa revisão nos possibilitou comparar as práticas/métodos/técnicas indicadas na literatura com as que são de fato adotadas na indústria e no mercado e permitiu estabelecer um referencial para pesquisas futuras.*

1. Introdução

A Engenharia de Requisitos (ER) se concentra no desenvolvimento de abordagens, processos, técnicas, métodos, modelos e ferramentas para ajudar na concepção de software e sistemas, abrangendo as atividades de elicitação, análise, especificação, validação e gestão dos requisitos [Pressman 2009]. [Qadir et al. 2009] destaca que se as atividades da ER são realizadas e geridas corretamente, resultam em menor tempo de desenvolvimento e servem como base para um produto que irá satisfazer as necessidades do mercado.

O processo de ER podem desempenhar um papel crucial na melhoria da qualidade global do produto de software. A natureza complexa dos projetos de software motivam o engenheiro de requisitos a selecionar os métodos e técnicas mais adequadas para as diferentes fases do projeto. Assim, essa seleção tem relação direta com a qualidade final do software [Khan et al. 2015].

Há uma extensa literatura sobre os diferentes métodos e técnicas que podem ser usados no desenvolvimento de software [Zowghi and Coulin 2005]. Essa diversidade desperta uma grande curiosidade por parte do meio acadêmico em identificar o estado da

prática da ER no mercado, ou seja, identificar quais são as metodologias, técnicas, ferramentas que são utilizadas no mercado, possibilitando assim avaliar se os métodos e técnicas que são considerados importantes na literatura, são realmente utilizadas no mercado. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar o estado da prática em ER no mercado e na indústria, através de uma revisão sistemática da literatura.

O restante desse artigo está estruturado nas seguintes seções: a seção 2 é apresentado o processo de revisão sistemática da literatura. A seção 3 são descritos e analisados os resultados alcançados com a revisão. E por fim, a seção 4 traz as conclusões dos estudos realizados e trabalhos futuros.

2. Metodologia

Uma adaptação dos processos de revisão bibliográfica propostos por [Biolchini et al. 2005] e [Conforto et al. 2011] foi utilizada. Inicialmente, definiu-se o objetivo da pesquisa: encontrar trabalhos que pesquisavam a ER na indústria e no mercado e descobrir que métodos foram usados para a coleta de dados. Em seguida elaborou-se duas questões para guiar o processo de busca:

1. **“Qual é o estado da prática em Engenharia de Requisitos na indústria e no mercado?”**
2. **“Quais métodos foram utilizados para identificar o estado da prática da Engenharia de Requisitos?”**

A partir dessas questões foi gerada a seguinte String de busca: ((**“Market Research” OR “Research In Industry” OR “Market Consultation” OR “Survey industrial” OR “Survey Market”**) AND (**“requirements elicitation” OR “requirements engineering” OR “requirements specification”**)).

Sobre o resultado da busca, foram adotados os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- **Inclusão:** livros, artigos, sites, teses de mestrado ou doutorado que descrevem pesquisas na área de ER. Trabalhos publicados a partir do ano de 2008 e disponíveis para download, seja de forma gratuita ou em bases de dados que acadêmicos da UNIPAMPA tenham acesso.
- **Exclusão:** Trabalhos que não tenham sido publicados em revistas, conferências, eventos ou não estejam associados a nenhuma universidade. Trabalhos que estão fora do domínio da engenharia de software.

A base de busca utilizada foi a Scopus. Essa base foi escolhida porque indexa outras bases de pesquisa como: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), Xplore Digital Library, ACM (Association Computing Machinery) Digital Library, Science Direct e Springer. Além de oferecer melhores resultados com busca por Strings do que outras bases de dados.

2.1. Seleção dos Trabalhos

A busca foi realizada e os resultados passaram por cinco etapas de seleção, conforme estabelecido no protocolo da pesquisa e apresentado na figura 1.

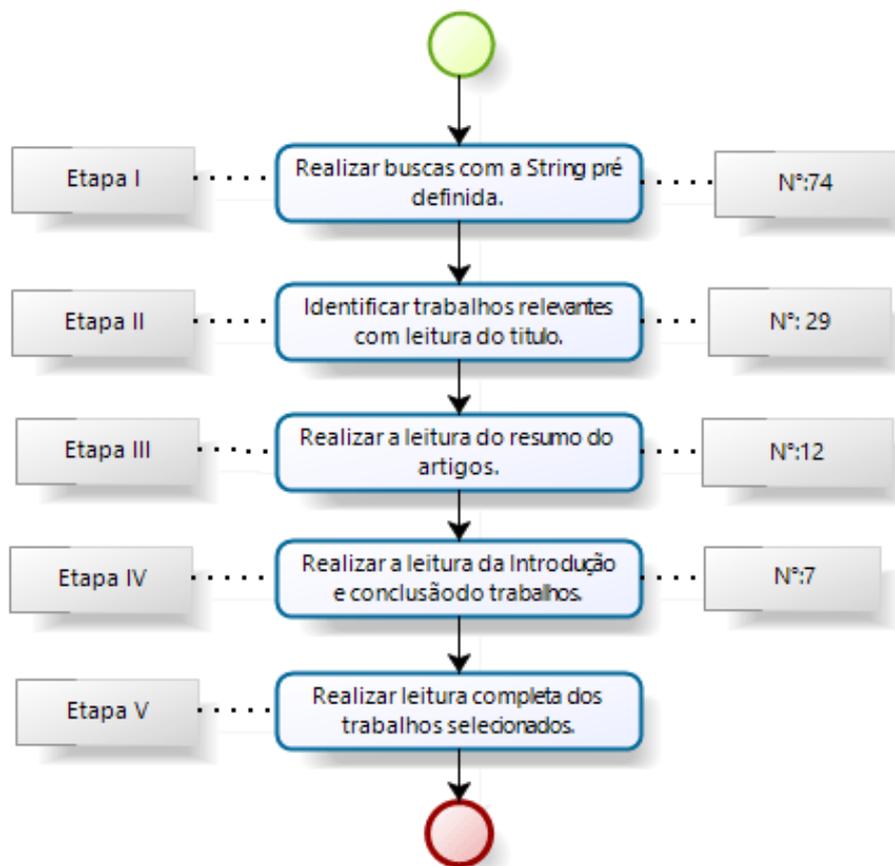


Figura 1. Protocolo da Revisão Bibliográfica

Na etapa I foi realizada a busca com as Strings, sendo obtidos 74 trabalhos relacionados. Na etapa II do protocolo, foram lidos os títulos dos trabalhos e analisados quais estavam disponíveis por completo e se estavam coerentes com os objetivos da pesquisa. Ao final da etapa II, o número de trabalhos relacionados foi reduzido para 29. A etapa III consistiu em avaliar os trabalhos por meio da leitura dos resumos, resultando em 12 trabalhos relacionados. Em seguida na etapa IV, os trabalhos aprovados passaram por uma leitura da introdução e conclusão, onde, finalmente, foram selecionados os 7 trabalhos que foram lidos por completo na última etapa.

3. Análise dos Resultados

Nessa seção, são apresentados e analisados os resultados para as questões de pesquisa, parte motivadora desse trabalho.

3.1. Qual é o estado da prática em Engenharia de Requisitos na indústria e no mercado?

A tabela 1 sintetiza as informações dos trabalhos selecionados, apresentando a referência, o objetivo e a principal descoberta de cada trabalho.

Tabela 1. Síntese do Trabalhos Seleccionados

Referência	Objetivo da Pesquisa	Principal descoberta
[Khan et al. 2015]	Identificar a atual situação da verificação e validação de requisitos	Inspeções e revisões são as técnicas mais utilizadas.
[Kassab et al. 2014]	Trazer à tona o estado da arte da ER	Brainstorming é a técnica de elicitação de requisitos mais usada.
[Regnell et al. 2012]	Ressaltar os desafios associados aos requisitos de qualidade (requisitos não funcionais)	A usabilidade e a segurança são considerados os requisitos com maior prioridade
[Talbot 2011]	Apontar as práticas e os problemas da ER em pequenas e médias empresas de desenvolvimento de software	Os principais problemas de ER são o aumento do escopo e mudanças de requisitos
[Ossada and Martins 2010]	Revelar o estado da ER para sistemas embarcados	Negligência na condução de processos da ER
[Solemon et al. 2009]	Investigar o estado atual dos problemas da ER e práticas em empresas	Empresas com classificação CMMI alta nem sempre possuem práticas eficazes de ER
[Rouibah and Al-Rafee 2009]	Identificar as principais técnicas e ferramentas de ER	Entrevistas e questionários são as técnicas mais usadas.

Em sua pesquisa [Kassab et al. 2014] identificou que grande maioria dos entrevistados afirmam fazer uso de métodos ágeis. Esse fato está relacionado com outra descoberta de seu trabalho, onde, ele aponta que 48% dos entrevistados afirmam não fazer uso de nenhuma abordagem ou método para a análise e modelagem de requisitos. Isso porque os métodos ágeis sugerem que não se deve gastar muito tempo com a documentação de requisitos [Ágil 2011], assim os desenvolvedores acabam ignorando qualquer tipo de metodologia para a análise e modelagem de requisitos.

Apesar da literatura afirmar que de 40% a 60% de todos os problemas encontrados em um projeto de software são causados por falhas no processo da ER e que a realização das atividades de validação e verificação de requisitos podem diminuir consideravelmente o número dessas falhas [Dias and Araújo 2008], [Kassab et al. 2014] em sua pesquisa constatou que mais de 50% das empresas não realiza as atividades de validação e verificação de requisitos. [Ossada and Martins 2010] conclui que existe uma certa negligência na condução de processos de ER no cenário industrial.

Segundo [Sommerville 2011], embora as especificações formais possam reduzir a ambiguidade de um documento de requisitos, a maioria dos clientes não entende uma

especificação formal, inviabilizando que os mesmos verifiquem se a especificação representa o que desejam. A análise de [Sommerville 2011] condiz com os resultados encontrados na pesquisa de [Kassab et al. 2014], onde ele aponta que menos de 1% dos entrevistados faz uso da linguagem formal, ressaltando a popularidade das especificações em linguagem natural.

[Sommerville 2011] afirma que deixar de atender a um requisito não-funcional pode significar a inutilização de todo o sistema. Assim podemos concluir que os resultados da pesquisa de [Regnell et al. 2012] são preocupantes, pois foi constatado que os requisitos não-funcionais muitas vezes são ignorados no desenvolvimento do projeto. [Regnell et al. 2012] aponta que usabilidade e segurança são os requisitos não-funcionais com maior prioridade.

Segundo as pesquisa de [Talbot 2011] e [Ossada and Martins 2010], o tempo gasto com o processo de ER é de 17% e 23% do total do desenvolvimento, respectivamente, ambos inferiores ao tempo sugerido por [Berkun 2005] que é de 33,3%. Isso demonstra que a ER é um tanto desvalorizada em questão do tempo dedicado para sua realização, mesmo com toda sua importância para o desenvolvimento de software.

[Solemon et al. 2009] identificou que as empresas de software estão atualmente enfrentando grandes desafios na obtenção de seus requisitos devido a fatores organizacionais e técnicos. Além disso, descobriu que as classificações de maturidade geralmente não se correlacionam ao melhor desempenho e não indicam que empresas com uma maturidade alta tenham práticas eficazes de ER.

Conforme as pesquisas de [Rouibah and Al-Rafee 2009], [Ossada and Martins 2010] e [Kassab et al. 2014], questionários, entrevistas e brainstormings são as técnicas mais conhecidas e usadas na etapa de elicitação de requisitos. [Khan et al. 2015] identificou que revisões e inspeções são as técnicas mais utilizadas para reduzir/minimizar erros nos requisitos, isso porque os especialistas acreditam que essas técnicas são fáceis de implementar, tem menor custo e consomem menos tempo em comparação com outras estratégias. Esses resultados vão ao encontro do mencionado por [Zowghi and Coulin 2005].

[Pohl Klaus 2012] e [Knuth 1984] afirmam que requisitos ambíguos, incompletos e incorretos são os principais problemas na ER. A pesquisa de [Talbot 2011] coincide com as análise de [Pohl Klaus 2012] e [Knuth 1984], pois ela apontou a ambiguidade como sendo o maior problema relacionado a ER. Já a pesquisa de [Talbot 2011] também indicou que requisitos incompletos e incorretos são uma das principais dificuldades enfrentadas pela ER, mas segundo sua pesquisa o maior problema ligado a ER esta relacionado com o aumento do escopo e mudança dos requisitos.

3.2. Quais métodos foram utilizados para identificar o estado da prática da Engenharia de Requisitos ?

Na tabela 2 apresentamos a abrangência territorial de cada um dos trabalhos selecionados, a ferramenta de pesquisa utilizada e o número de respostas obtidas com o equivalente percentual de taxa de retorno, quando disponibilizado.

Tabela 2. Resultado da Revisão Bibliográfica

Referência	Abrangência da pesquisa	Ferramenta de pesquisa	Número de Respostas
[Khan et al. 2015]	Paquistão	Questionário online	55 (ND)
[Kassab et al. 2014]	23 países	Questionário online	250 (8%)
[Regnell et al. 2012]	Suécia	Entrevistas	11 (ND)
[Talbot 2011]	Nova Zelândia	Questionário online	30 (8,8%)
[Ossada and Martins 2010]	Brasil	Questionário online	53 (ND)
[Solemon et al. 2009]	Malásia	Questionário online	64 (13%)
[Rouibah and Al-Rafee 2009]	Kuwait	Questionário online	87 (49%)

ND = informação não disponível.

A maioria dos trabalhos selecionados se dedicaram a coletar os dados em apenas um país, com exceção do trabalho de [Kassab et al. 2014], onde ele realizou uma pesquisa exploratória com profissionais da indústria de software e estudantes de TI de 23 países da América e Europa.

Sobre os instrumentos para obter informações da indústria ou do mercado, o questionário online é o instrumento mais usado, o que é justificável pela rapidez, menor custo e capacidade de atingir uma população específica, além de permitir ao respondente a possibilidade de responder da maneira que for mais conveniente e no tempo e local apropriado [Vieira et al. 2010]. Apenas [Regnell et al. 2012] optou por fazer uso de entrevistas, pois elas permitem alcançar uma compreensão mais profunda sobre o assunto. Porém, o uso de entrevistas traz algumas desvantagens como: maior tempo para a realização da pesquisa, a opinião do investigador pode influenciar nos resultados e a análise dos resultados é mais complexa.

A taxa de retorno das pesquisas - em que essa informação foi disponibilizada - em geral ficou abaixo de 15%, com exceção do trabalho de [Rouibah and Al-Rafee 2009] que atingiu quase 50%. Uma das possíveis causas para essa baixa taxa de retorno é a extensão das pesquisas, pois pesquisas com um número grande de questões geralmente tendem a ter uma baixa taxa de retorno ou serem parcialmente respondidas. Segundo [Kassab et al. 2014], a maioria dos participantes abortaram sua pesquisa antes da questão 23, alegando fadiga. Um fator que pode auxiliar no aumento da taxa de retorno é o uso de questões fechadas, onde o participante escolhe uma resposta a partir de um conjunto de opções pré-determinadas.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Essa revisão bibliográfica possibilitou comparar as práticas/métodos/técnicas indicadas na literatura com as que são de fato adotadas na indústria e no mercado. Ao final da análise dos resultados podemos concluir que a indústria/mercado deixa a desejar em alguns quesitos como, por exemplo: tempo dedicado para as atividades de ER; desvalorização dos requisitos não funcionais; não realização de inspeção de requisitos. Um dos trabalhos chegou a concluir que todo o processo de ER estava sendo negligenciado. Esse fato é preocupante já que a ER está ligada diretamente com a qualidade do software. Desta forma,

acreditamos que a academia deveria dar maior ênfase ao estudo da ER, destacando sua importância para o desenvolvimento de software com qualidade.

Adicionalmente, essa revisão foi importante para estabelecer um referencial para pesquisas futuras apontando possíveis métodos de coleta de dados e problemas que podem ocorrer durante a realização de uma pesquisa de mercado. Como trabalho futuro, pretendemos pesquisar o estado da prática da ER no desenvolvimento de aplicativos móveis, visto que o mercado nessa área está crescendo e não existem estudos abordando esse tema.

Referências

- Ágil, M. (2011). Manifesto para o desenvolvimento ágil de software. *Disponível em: <http://manifestoagil.com.br/>. Acessado em 15/09/2016, 17.*
- Berkun, S. (2005). *The art of project management*. O'reilly.
- Biolchini, J., Mian, P. G., Natali, A. C. C., and Travassos, G. H. (2005). Systematic review in software engineering. *System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES, 679(05):45.*
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., and Silva, S. D. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In *8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Anais do 8º CBGDP.*
- Dias, K. B. and Araújo, M. A. P. (2008). Boas práticas na engenharia de requisitos. *Engenharia de Software Magazine, 27(1):14–20.*
- Kassab, M., Neill, C., and Laplante, P. (2014). State of practice in requirements engineering: contemporary data. *Innovations in Systems and Software Engineering, 10(4):235–241.*
- Khan, H. U., Asghar, I., Ghayyur, S. A., and Raza, M. (2015). An empirical study of software requirements verification and validation techniques along their mitigation strategies. *Asian Journal of Computer and Information Systems (ISSN: 2321–5658), 3(03).*
- Knuth, D. E. (1984). *The T_EX Book*. Addison-Wesley, 15th edition.
- Ossada, J. C. and Martins, L. E. G. (2010). Um estudo de campo sobre o estado da prática da elicitação de requisitos em sistemas embarcados. pages 53–62.
- Pohl Klaus, R. C. (2012). *Fundamentos da Engenharia de Requisitos*. Rockynook.
- Pressman, R. (2009). *Engenharia de Software*. McGraw Hill Brasil.
- Qadir, M. M., Asghar, M. I., and Ghayyur, S. A. (2009). Scaling of critical success factors for requirements engineering in the development of large scale systems 1. *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS), 1(1):47–54.*
- Regnell, B., Shahrokni, A., Feldt, R., Berntsson, R., Torkar, R., Gorschek, T., et al. (2012). Quality requirements in industrial practice—an extended interview study at eleven companies. *the IEEE Computer Society.*
- Rouibah, K. and Al-Rafee, S. (2009). Requirement engineering elicitation methods: A kuwaiti empirical study about familiarity, usage and perceived value. *Information management & computer security, 17(3):192–217.*

- Solemon, B., Sahibuddin, S., and Ghani, A. A. A. (2009). Requirements engineering problems and practices in software companies: An industrial survey. In *Advances in Software Engineering*, pages 70–77. Springer.
- Sommerville, I. (2011). *Engenharia de software*. PEARSON EDUCATION - BR.
- Talbot, A. (2011). *An investigation into requirements engineering current practice and capability in small and medium software development enterprises in New Zealand*. PhD thesis, Auckland University of Technology.
- Vieira, H. C., Castro, A. E. d., and Schuch Junior, V. F. (2010). O uso de questionários via e-mail em pesquisas acadêmicas sob a ótica dos respondentes. *XIII SEMEAD Seminários em administração*, pages 01–13.
- Zowghi, D. and Coulin, C. (2005). Requirements elicitation: A survey of techniques, approaches, and tools. In *Engineering and managing software requirements*, pages 19–46. Springer.

Estudo Comparativo de Tecnologias da Plataforma Java EE para Desenvolvimento de Sistemas Web

Alvondi Rodrigues de Lima Junior¹, Jorge Luis Boeira Bavaresco¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSUL)
Passo Fundo – RS – Brazil

alvondi.junior@gmail.com, jorge.bavaresco@passofundo.ifsul.edu.br

Abstract. *This article aims the comparison of Java web systems applying software metrics on both developed cases, seeking evidence to prove the advantage or disadvantage of using Java EE platform technologies like Enterprise Java Beans (EJB). Some software engineering metrics were used to analyze the code complexity level, as weighted methods per class (WMC), response for a class (RFC) and measurement of code size by performing the row count (LOC). With the result of this research it was identified that the use of EJB makes the system less complex, facilitates the work of the developer and contains fewer lines of code.*

Resumo. *Este artigo tem como objetivo principal realizar a comparação de sistemas Java para web, aplicando métricas de software em dois estudos de caso desenvolvidos, buscando evidenciar por meio da análise dos resultados a vantagem ou desvantagem da utilização de tecnologias da plataforma Java EE como Enterprise Java Beans (EJB). Algumas métricas da engenharia de software foram utilizadas para analisar o nível de complexidade do código, como métodos ponderados por classe (WMC), resposta para uma classe (RFC) e medição do tamanho do código realizando a contagem de linhas (LOC). Com o resultado desta pesquisa foi possível identificar que a utilização do EJB torna o sistema menos complexo, facilita o trabalho do desenvolvedor e contém menor quantidade de linhas de código.*

1. Introdução

O acesso à internet tem aumentado significativamente entre a população brasileira nos últimos anos (IBGE, 2015). O acesso difundido à rede solidifica o mercado online. Neste contexto, a criação de aplicações web pode gerar bons resultados e até grandes negócios e empresas. O cuidado e a preocupação em desenvolver aplicações com qualidade se tornaram obrigatórios, considerando a exigência dos clientes, e com a segurança das informações, para proteger os sistemas de ataques e roubo de dados.

Tendo isso em vista, se faz necessário escolher uma linguagem de programação difundida e confiável. O Java é a linguagem mais amplamente utilizada segundo Deitel (2010) e conforme pesquisa publicada em Janeiro de 2016 (REDMONK, 2016), Java é a segunda linguagem mais popular.

Este artigo visa realizar a comparação de tecnologias para o desenvolvimento de sistemas web em Java. Serão desenvolvidas duas aplicações Java, observando que uma delas será desenvolvida utilizando recursos da tecnologia EJB, e a outra sem a implementação do EJB, buscando através da aplicação de métricas de software, levantar possíveis vantagens e desvantagens do uso do EJB.

Complementando o objetivo principal do trabalho, que trata da comparação das aplicações via medição do software, adiciona-se também o desejo de difundir o conhecimento

sobre métricas de software para sistemas orientados a objetos. As métricas de software são características de um sistema que podem ser mensuradas, com o objetivo de coletar informações que auxiliam na conclusão sobre a qualidade de sistemas.

2. Referencial Teórico

2.1 Enterprise JavaBeans

No Java EE, os EJBs são componentes do lado servidor, utilizados para implementar a camada funcional de uma aplicação. Localizado acima da camada de persistência, a qual realiza o mapeamento (ORM) e o encapsulamento dos objetos em uma base relacional. E abaixo da camada de apresentação, a qual é a interface com o usuário, que é implementada por tecnologias do lado cliente, como o *JavaServer Faces*. Além de separar as camadas de apresentação e persistência, como *business logic*, a camada funcional implementa diversos serviços como por exemplo o gerenciamento de segurança e transações. O modelo de programação utilizado pelos EJBs é muito poderoso, tornando os EJBs menos complexos e ao mesmo tempo, altamente reutilizáveis e escaláveis, integráveis com outras tecnologias, sistemas e modelos de dados (GONÇALVES, 2011).

O componente responsável por realizar o encapsulamento da lógica de negócio é o *Session Bean*. Os *Session Beans* são divididos em três tipos: *Stateful*, *Stateless* e *Singleton* (ORACLE, 2015).

O estado de um objeto consiste nos valores de suas variáveis de instância. Em um *session bean stateful*, as variáveis são mantidas até o final da sessão, independentemente de quantas interações ocorrerem na página. Um exemplo é um carrinho de compras dentro de um *e-commerce*, que mesmo com conteúdo dentro dele, você pode continuar navegando nas páginas, sem perder os produtos contidos no carrinho.

O *session bean stateless* não guarda o estado de conversação com o cliente, ao contrário do *stateful*. Quando o método chamado é concluído, o estado do cliente não é salvo.

O *session bean singleton* é instanciado apenas uma vez, no início da aplicação. É projetado para os casos em que uma única instância seja compartilhada e acessada pelos clientes.

2.2 Java Transaction API

O gerenciamento de transações assegura que as aplicações tenham dados consistentes, como por exemplo, controlando os acessos concorrentes aos dados, tanto da própria aplicação quanto de outra, sempre garantindo um nível de confiabilidade e robustez ao sistema. Além de garantir a persistência de dados em uma ou mais bases de dados, também envolve outras operações como, de envio de mensagens utilizando *Java Message Service* e chamadas de serviços *web* (GONÇALVES, 2011).

Existem dois tipos de transações: transações locais e transações distribuídas. Transações locais tratam de operações que são realizadas em um único recurso como, por exemplo, uma base de dados. Enquanto as transações distribuídas podem envolver mais de um recurso, que podem ser mais de uma base de dados ou algum outro recurso disponível na rede (GONÇALVES, 2011).

Conforme Gonçalves (2011), componentes como o gerenciador de transações e gerenciador de recursos tratam das transações através da API de Transações do Java (JTA), que foi especificada pela JSR 907¹.

Com o desenvolvimento de aplicações utilizando EJB, não é preciso se preocupar em como lidar com os gerenciadores de recursos ou de transações, pois a JTA faz a abstração, implementando os protocolos de baixo nível da transação. Cada método é automaticamente empacotado em uma transação. O modelo EJB foi projetado desde sua criação para gerenciar transações, sendo de sua natureza ser transacional (GONÇALVES, 2011).

2.3 Métricas

O objetivo da medição de software é coletar informações, possibilitando chegar a conclusões sobre a qualidade e eficácia do sistema. Uma métrica de software é uma característica do sistema que pode ser medida, como a quantidade de linhas de uma classe. Existem dois tipos de métricas: métricas de controle que são geralmente ligadas aos processos de software; e métricas de previsão ou produto, que auxiliam na análise das características do sistema (SOMMERVILLE, 2011). Foram coletados e analisados os valores resultantes da aplicação das métricas de produto nos dois sistemas propostos.

Segundo Pressman (2011) “A classe é a unidade fundamental de um sistema orientado a objeto”, logo, são os principais pontos a serem analisados nas medições de software. Sua relação com outras classes e seus métodos, sua hierarquia, comportamentos e tamanho, por exemplo.

Existem métricas específicas para medição de softwares orientados a objetos. As mais amplamente utilizadas foram propostas em 1994 por Chidamber e Kemerer, em um artigo científico publicado na IEEE (CHIDAMBER; KEMERER, 1994). O conjunto de métricas conhecido por suite *ck* é composto de seis métricas (SOMMERVILLE, 2011) (PRESSMAN, 2011).

2.3.1 Métodos ponderados por classe (WMC):

De acordo com Sommerville (2011) o WMC “É o número de métodos de uma classe, ponderados pela complexidade de cada método”. Conforme Pressman (2011) “O número de métodos e sua complexidade são indicadores razoáveis do trabalho necessário para implementar e testar uma classe”. A classe que possui muitos métodos, e métodos muito complexos, torna-se específica, dificultando o seu reuso, e logicamente, sua compreensão. Além de afetar suas chances de ser uma superclasse e de dificultar os testes. Quanto menor o número recebido por essa métrica, entendemos que a classe está menos complexa e mais propensa ao reuso (SOMMERVILLE, 2011).

No decorrer do estudo referencial deste artigo e devido a dificuldades encontradas que serão relatadas na seção de resultados, foi encontrada outra forma de mensurar a WMC, por meio da complexidade ciclomática. A complexidade ciclomática (MCCABE, 1976) mede a quantidade de saídas lógicas possíveis na execução de controles de fluxo como *if else*, *while*, *switch case* entre outros. Com o resultado da aplicação da complexidade ciclomática, obtemos a quantidade de saídas diferentes possíveis do código testado. Essa informação torna-se importante, pois demonstra quantos casos de teste devem ser feitos para abranger o método analisado, facilitando a execução dos testes. Um número alto para complexidade ciclomática

¹

<https://jcp.org/en/jsr/detail?id=907>

aponta maior complexidade no código, manutenibilidade dificultada devido à complexidade, dificuldade em realizar testes e chance diminuída de reuso, pois o código se torna específico.

Neste trabalho foram utilizadas as duas formas de medição da WMC, pela contagem dos métodos utilizando a nomenclatura WMC1 e pelo cálculo da complexidade ciclomática utilizando WMC2.

2.3.2 Árvore de profundidade de herança (DIT):

Quanto maior o número resultante de DIT, maior é a profundidade da hierarquia da superclasse, fazendo com que as classes de níveis inferiores herdem muitos métodos, dificultando prever seu comportamento além de aumentar a complexidade. Em contrapartida, um número alto para DIT implica na maior possibilidade de reuso dos métodos.

2.3.3 Número de filhos (NOC):

Diferente da DIT, a métrica NOC mede a largura da hierarquia da superclasse em relação a suas filhas imediatas, ou seja, quantas subclasses ela possui. Um número alto para NOC indica maior reuso, mas também pode aumentar o esforço para validação e testes (SOMMERVILLE, 2011).

2.3.4 Acoplamento entre classes de objeto (CBO):

O CBO refere-se ao nível de acoplamento de uma classe com outra, ou seja, quando métodos de uma classe, utilizam métodos ou atributos de outra classe. Um valor alto para CBO indica grande dependência de classes, e dificulta a manutenibilidade do código, pois as alterações são mais propensas a afetar várias partes do programa devido ao alto nível de acoplamento (SOMMERVILLE, 2011).

2.3.5 Resposta para uma classe (RFC):

Segundo Sommerville (2011) o RFC trata da quantidade de métodos que podem ser executados em resposta a uma mensagem recebida por um objeto desta classe. Quanto maior o número, a classe se torna mais complexa e propensa a erros.

2.3.6 Falta de coesão em métodos (LCOM):

Esta métrica analisa a quantidade de métodos que acessam uma ou mais vezes o mesmo atributo, por exemplo, se uma classe possui três métodos, e dois deles acessam o mesmo atributo, o valor de LCOM = 2 para esta classe. Se o número for alto, aumenta também a complexidade do código (PRESSMAN, 2011).

3. Metodologia

Para realizar a aplicação das métricas foram desenvolvidas duas aplicações, baseadas no diagrama de classes demonstrado na Figura 1. Em uma delas será utilizado recursos da tecnologia EJB, e a outra não terá a utilização do EJB. Trata-se de um sistema para controle de contratos, registrando seus objetos como, por exemplo, a manutenção de computadores e links de internet, os envolvidos como contratado e contratante, além das demais classes de apoio, conforme o diagrama.

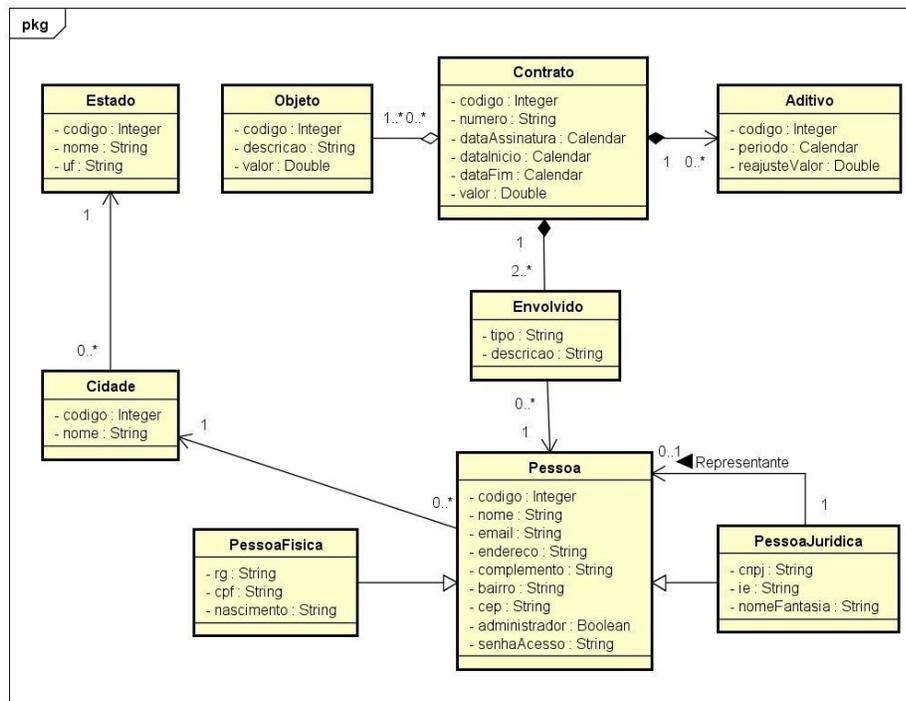


Figura 1 - Diagrama de classes

Entre as diferenças existentes entre as aplicações, uma das principais fica a cargo da utilização da JTA com *data-source*, por parte da aplicação com EJB. A gerência das transações sob responsabilidade do servidor torna o trabalho do desenvolvedor facilitado, limpo e com menos linhas de código. De acordo com Gonçalves (2011), o desenvolvimento de EJB utilizando JTA abstrai a maior parte da complexidade, deixando que o contentor EJB implemente os protocolos de baixo nível da transação.

A aplicação sem EJB utiliza o tipo de transação *resource_local*, de acordo com o arquivo *persistence.xml*, tendo que declarar todas as informações de conexão com a base de dados. Em contrapartida, a aplicação que utiliza EJB, se beneficia da JTA, utilizando o tipo de conexão *data-source*, que faz referência para a conexão JNDI criada, que realiza a conexão com a base de dados.

Notoriamente, identifica-se uma diferença nos arquivos DAO das aplicações. Na modelagem sem EJB conforme Figura 2, os métodos de persistência possuem linhas a mais do que com a utilização da JTA com EJB de acordo com a Figura 3. É necessária a programação da inicialização e finalização das transações, além de ter que declarar as *EntityManagers* em todos os métodos. Esse esforço não é necessário se for utilizado EJB, pois a gerência das transações é realizada automaticamente pelo servidor via JTA com a utilização da anotação *@PersistenceContext*, instanciando a *EntityManager* de uma forma mais simples em relação a outra aplicação, tornando a programação com EJB facilitada. Essa diferença pode ser observada nas Figuras 2 e 3, que demonstram o método *persist*.

```

public void persist(T object) throws Exception {
    EntityManagerFactory emf = Persistence.createEntityManagerFactory("GenContracts_SemEJBPU");
    EntityManager em = emf.createEntityManager();
    try {
        if (em.getTransaction().isActive() == false) {
            em.getTransaction().begin();
        }
        em.persist(object);
        em.getTransaction().commit();
    } catch (Exception e) {
        if (em.getTransaction().isActive() == false) {
            em.getTransaction().begin();
        }
        em.getTransaction().rollback();
        throw new Exception("Erro na operação de persistência: " + e.getMessage());
    } finally {
        em.close();
        emf.close();
    }
}

```

Figura 2 - Método persist sem EJB

```

@PersistenceContext(unitName = "GenContractsPU")
private EntityManager em;

public void persist(T object) throws Exception {
    em.persist(object);
}

```

Figura 3 - Método persist com EJB

Foram procuradas na engenharia de software, formas para a medição de sistemas orientados a objetos. Foram encontradas as métricas da suíte *ck* citadas na seção anterior deste artigo. O resultado a aplicação das métricas demonstra o nível de complexidade, de manutenibilidade do código, da dificuldade da realização de testes e também a propensão de reuso de métodos e classes.

Para realizar a análise das classes dos projetos desenvolvidos, foi utilizado o programa ckjm (SPINELLIS, 2015). Este programa realiza a verificação das classes, aplicando as métricas da suíte *ck*. Após efetuar o download e alocar a aplicação em uma pasta desejada, via linha de comando, é preciso executar o comando `java -jar`, em seguida apontar para o local do programa, no caso o `ckjm-1.5.jar`. Em seguida, selecionar a pasta *build* do projeto, informando a ou as classes que irão ser analisadas.

Após a execução, irão aparecer as classes selecionadas, seguidas com números resultantes das métricas aplicadas, conforme a seguir: WMC, DIT, NOC, CBO, RFC, LCOM, Ca, e NPM. As métricas Ca e NPM significam respectivamente, acoplamento aferente e número de métodos públicos para uma classe (SPINELLIS, 2015). Ca e NPM não são métricas da suíte *ck* e não serão abordadas e utilizadas neste artigo. Foram utilizadas as métricas DIT e LCOM para mensurar a complexidade do código, a métrica NOC para avaliar o nível de manutenibilidade do código, CBO para acoplamento e WMC e RFC para manutenibilidade e complexidade do código.

Além do ckjm, foram utilizados outros dois programas, o Cyvis e o CodeAnalyzer.

O Cyvis é um software livre baseado em Java para coleta, análise e visualização de métricas de software (CYVIS, 2016). Esta ferramenta foi utilizada para medir a complexidade ciclomática das aplicações. Após informar quais arquivos foram analisados, o Cyvis realiza a análise e expõe o resultado com visualizações tabular e em gráfico, do projeto, pacote e classe.

O CodeAnalyzer também é software livre, escrito em Java, que realiza o cálculo de métricas relacionadas a quantidade de linhas de código (CODEANALYSER, 2016). Esta ferramenta será utilizada para medir a quantidade de linhas de código das aplicações.

4. Resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos no desenvolvimento deste artigo.

Nas primeiras aplicações das métricas, foi identificado que o valor para WMC estava igual para ambos os projetos. A métrica WMC como foi vista, mede a complexidade do código. A partir disso, foram realizadas buscas na documentação da ferramenta ckjm, com o objetivo de descobrir como a WMC é calculada. Foi identificado que esta métrica calcula apenas a contagem dos métodos contidos nas classes analisadas. Com esta informação, foi percebida a necessidade de buscar outra forma de medir a complexidade. E que por sua vez, foi encontrada a complexidade ciclomática (MCCABE, 1976) descrita na seção de . Neste artigo, é apresentado o resultado de WMC utilizando a contagem de métodos (WMC1) e também pela complexidade ciclomática (WMC2).

Para finalizar as métricas aplicadas, foram mensuradas e expostas como LOC, a quantidade de linhas de código utilizando o programa CodeAnalyzer.

A seguir serão expostos os resultados da aplicação das métricas.

A Tabela 1 mostra o resultado da análise no pacote DAO. Pode-se verificar que os valores para WMC2, RFC e LOC são superiores no projeto sem EJB, o tornando mais complexo do que a aplicação que se beneficia do EJB. Essa diferença se explica pela quantidade de linhas e processos que são necessários na aplicação sem EJB, onde é necessário realizar manualmente a instanciação da *EntityManagers*. Já na aplicação com EJB essa gerência é realizada através da anotação *@PersistenceContext*.

Tabela 1 - Resultado da aplicação das métricas no pacote DAO.

	WMC1	WMC2	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM	LOC
Com EJB	63	92	3	8	29	193	407	453
Sem EJB	59	139	3	8	29	213	387	568

Fonte: Do autor.

A análise do pacote controle demonstrada na Tabela 2 não apresentou diferenças significativas. As classes do projeto com EJB possuem a anotação *@EJB* em alguns atributos, para o *Enterprise JavaBean* realizar a gerência do ciclo de vida do objeto. Já o projeto sem EJB precisa realizar a inicialização dos objetos dentro do construtor da classe.

Tabela 2 - Resultado da aplicação das métricas no pacote Controle.

	WMC1	WMC2	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM	LOC
Com EJB	106	134	7	0	31	213	455	600
Sem EJB	106	134	7	0	31	227	426	586

Fonte: Do autor.

Verificando os resultados da Tabela 3, identifica-se que no pacote converter as métricas WMC2 e RFC apresentaram as maiores diferenças. Ao contrário do projeto com EJB, os *EntityManagers* são instanciados em todos os métodos no projeto sem EJB. Isso o torna mais complexo e dificulta a manutenibilidade do código.

Tabela 3 - Resultado da aplicação das métricas no pacote Converter.

	WMC1	WMC2	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM	LOC
Com EJB	28	42	6	0	5	68	20	202
Sem EJB	18	54	6	0	5	80	15	212

Fonte: Do autor.

O resultado obtido na análise do pacote Modelo conforme Tabela 4, não apresentou diferenças significativas, pois o EJB não tem influência nas classes modelo dos projetos.

Tabela 4 - Resultado da aplicação das métricas no pacote Modelo.

	WMC1	WMC2	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM	LOC
Com EJB	124	146	7	2	10	163	805	851
Sem EJB	124	146	7	2	10	163	805	875

Fonte: Do autor.

Foram identificados nos pacotes DAO, controle e converter que o valor para LCOM foi superior no projeto com EJB. LCOM indica a quantidade de métodos que acessam uma ou mais vezes o mesmo atributo. Com o uso de EJB, é possível definir variáveis no escopo das classes, tornando possível sua utilização em diversos métodos. Um exemplo são as *EntityManagers*, que na aplicação sem EJB são instanciadas em cada método. Isso explica o maior valor para aplicação que usa EJB.

A fim de demonstrar uma visualização global das métricas aplicadas e também evidenciando o resultado positivo da aplicação com EJB na maioria das análises, foi construída a Tabela 5 fazendo um somatório dos resultados de cada pacote, permitindo a comparação como um todo das aplicações analisadas.

Tabela 5 – Resultados compilados

Métricas	Com EJB	Sem EJB	Diferença
WMC1	321	307	-14
WMC2	414	473	59
DIT	23	23	0
NOC	10	10	0
CBO	75	75	0
RFC	637	683	46
LCOM	1687	1633	-54
LOC	2106	2241	135

Fonte: Do autor.

Foram confeccionados os gráficos demonstrados na Figura 4, evidenciando a diferença da complexidade entre as aplicações para as métricas WMC2, LOC e RFC.

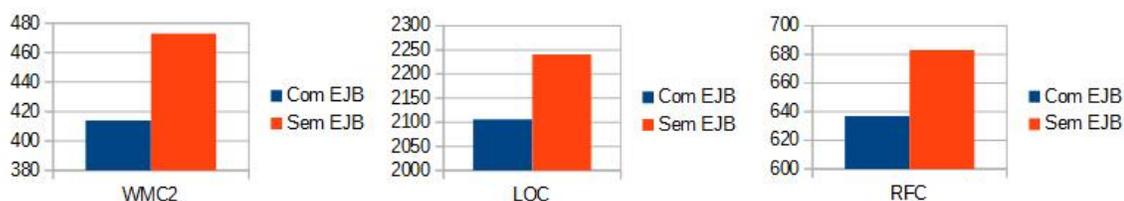


Figura 4 - Gráficos de WMC2, LOC e RFC

Analisando os gráficos prova-se que neste projeto, a aplicação que utiliza a tecnologia EJB é menos complexa.

Analisando os gráficos, entende-se que o uso do EJB facilitou o reuso e diminuiu o acoplamento, resultando na redução de complexidade na aplicação que utilizou EJB.

5. Considerações Finais

O objetivo deste artigo era desenvolver dois estudos de caso similares. Um deles utilizando a tecnologia EJB e o outro sem a utilização do EJB, buscando demonstrar se existe diferença do sistema em EJB em relação à outra aplicação. Foram utilizadas métricas de software para mensurar a diferença entre as aplicações. Acredita-se que o objetivo foi alcançado, pois os resultados das medições possibilitaram evidenciar a menor complexidade de código da aplicação que utiliza EJB. A tecnologia EJB disponibiliza várias ferramentas como a instanciação automática dos DAO, a gerencia do ciclo de vida dos objetos, controle transacional e pool de conexões. Isso torna o trabalho do desenvolvedor facilitado, onde poderá focar unicamente no código específico das regras de negócio.

Foram encontradas dificuldades na busca e estudo das métricas, pois o material não é facilmente encontrado e na maioria das vezes está em língua estrangeira. Os softwares encontrados para realização das medições são relativamente antigos e em alguns casos descontinuados, o que torna dificultada sua utilização, e requer em determinadas situações a utilização de mais de uma ferramenta a fim de auditar os resultados.

Como sugestão para trabalhos futuros, podem ser realizadas medições quanto ao desempenho de memória e processador, simulando a utilização de recursos no servidor para aplicações com e sem EJB. Também pode ser útil a aplicação de métricas de software em sistemas existentes e maiores, auxiliando na definição de casos de testes e na manutenibilidade do código.

Por fim, aplicando as métricas durante o desenvolvimento do software e utilizando-se esta análise precoce, pode-se obter melhoras significativas no entendimento, manutenção do código e na qualidade do software em geral.

Referências

CHIDAMBER, Shyam. R; KEMERER, Chris, F. *A Metrics Suite for Object Oriented Design*. IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 20, Nº 6, 1994.

CODEANALYSER. *CodeAnalyzer - Multi-Platform Java Code Analyzer*. Disponível em <<http://www.codeanalyzer.teel.ws/>>, Acesso em: 2 jun. 2016.

CYVIS. *Software Complexity Visualiser*. Disponível em <<http://cyvis.sourceforge.net/>>, Acesso em: 24 mai. 2016.

DEITEL, Harvey. M; DEITEL, Paul J. *Java: Como programar*. 8. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GONÇALVES, Antônio. *Introdução à Plataforma Java EE 6 com GlassFish 3*. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2011.

IBGE. *Acesso à Internet e à Televisão e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal*. Disponível em <www.mc.gov.br/publicacoes/doc_download/2555-pnad-tic-2013>, Acesso em: 09 nov. 2015.

MCCABE, Thomas. J. *A complexity measure*. IEEE Transactions on Software Engineering, 1976.

PRESSMAN, Roger S. *Engenharia de Software: Uma abordagem profissional*. 7. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

REDMONK. *The RedMonk Programming Language Rankings: January 2016*. Disponível em <<https://redmonk.com/sogrady/2016/02/19/language-rankings-1-16/>>, Acesso em: 9 mai. 2016.

SOMMERVILLE, Ian. *Engenharia de Software*. 9. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SPINELLIS, Diomidis. Disponível em <<http://www.spinellis.gr/sw/ckjm/>>, acesso em: 23 out. 2015.

Análise Qualitativa de Riscos em Projetos de Software – Revisão Sistemática

Fábio Codo¹

¹ Universidade Guarulhos (UNG)
Guarulhos – SP – Brasil

Fabio.codo@gmail.com.br, fcodo@prof.ung.br

***Abstract.** Risk analysis in the current context of software projects has become an indispensable tool in the prevention of costs and delays projects. Knowing the researched and validated techniques can mean better results in the implementation of software projects. In order to uncover the best practices, this paper seeks to elicit the techniques of quantitative risk analysis that are applied in software development. The cataloging of the techniques and the format they are applied even assist more research quality. One of the most effective tools is the Monte Carlo simulation , which was used as starting point for the search. The operation will apply a systematic review to be an auditable tool*

***Resumo.** Análise de riscos no contexto atual de projetos de software tem se tornado uma ferramenta indispensável na prevenção de custos e atrasos projetos. Conhecer as técnicas pesquisadas e validadas pode significar melhores resultados na execução dos projetos de software. Afim de desvendar as melhores práticas, o presente trabalho busca elicitar as técnicas de análise quantitativa de riscos que são aplicadas no desenvolvimento de software. A catalogação das técnicas e o formato como são aplicadas auxiliará ainda mais qualidade da pesquisa. Uma das ferramentas mais eficazes é a simulação de Monte Carlo, que foi utilizada como ponto de partida da pesquisa. A exploração aplicará a revisão sistemática por ser um instrumento auditável.*

1. Introdução

Estudos afirmam que apenas um em cada três projetos são considerados projetos de sucesso. Um dos fatores que comprometem os projetos de software são ocorrências inesperadas ao longo do processo de desenvolvimento de software [Hijazi , Khmour & Alarabeyyat 2012]. Muitos acontecimentos, embora superados utilizando diversas técnicas, afetam a qualidade do produto final. Portanto estimar os possíveis riscos relacionados ao processo de desenvolvimento de software torna-se crucial para alcançar um produto de qualidade dentro das estimativas previstas [Liu, Wang & Xiao 2015]

É importante ressaltar a diferença entre incerteza e risco, onde risco é definido como a probabilidade de não cumprir uma expectativa e incerteza pode ser definida como eventos que não se têm uma previsão de ocorrência [Hojjati & Rahbar 2010] [Tysiak & Sereseanu 2010]. A área de gestão de risco em projetos é muito ampla, subdivididas em

áreas como Identificação, Análise, Priorização, Controle, Planejamento da Gestão, Resolução dos [Liu, Wang & Xiao 2015]. Através de uma avaliação do risco, a eficiência e eficácia do projeto ao longo de sua execução pode ser verificada [Hojjati & Rahbar 2010]. Se tratando em projetos de software, a simulação de riscos tem se tornado ferramenta presente no processo de avaliação. Há três métodos de análise para calcular a probabilidade ou a gravidade da ocorrência: Qualitativa, Quantitativa e a Análise Semi-Quantitativa [Hojjati & Rahbar 2010].

Dos três métodos, a análise quantitativa permite exatamente uma simulação prévia levando-se em conta uma variedade de cenários [Liu, Wang & Xiao 2015]. Os processos de software estão sujeitos a diversos tipos de cenários e incertezas, onde cada ocorrência é simulada e os efeitos, tempo e os custos gerais são verificados [Liu, Wang & Xiao 2015]. A análise quantitativa foi, portanto, selecionada como objeto de estudo.

Para a análise quantitativa, existe a técnica de Monte Carlo (MCS) largamente utilizada em projetos de diversas áreas [Tysiak & Sereseanu 2010] [Wu, Song & Li 2014]. Dentro deste contexto, tem-se um questionamento acerca da aplicação da MCS em projetos de software.

Sabe-se que os projetos de software proporcionalmente são diferentes em função do ciclo de vida utilizado no desenvolvimento e as diferenças impactam principalmente em fatores como gestão de qualidade, riscos e custos. Surge a necessidade de averiguação de outras técnicas de simulação de risco em projetos de software além da MCS. Projetos de software são executados através de dois grandes processos: O Desenvolvimento Ágil e o Desenvolvimento Tradicional [Hijazi, Khdour & Alarabeyyat 2012]. Existe, portanto, uma hipótese das técnicas aplicadas em ambos os processos serem distintas.

O presente trabalho busca além da verificação MCS presente nos projetos de software, abordar outras técnicas e cataloga-las nos dois processos de desenvolvimento bem como a fase e o modelo de sua aplicação. A pesquisa tem o caráter exploratório de cada técnica e não busca a comparação das técnicas visto consideráveis diferenças entre os cenários presentes nos projetos de software [Hijazi, Khdour & Alarabeyyat 2012]

Como método de pesquisa optou-se pela Revisão Sistemática. A Revisão Sistemática consiste em um meio imparcial e eficiente de averiguar respostas a questionamentos agregando valor científico. Em seu desenvolvimento aplica-se um modelo de trabalho confiável, rigoroso e auditável tornando verídico todo o trabalho empírico realizado [Kitchenham 2007].

O trabalho divide-se em cinco seções onde a Seção 2 tratará do detalhamento do processo de revisão, a Seção 3 dos resultados encontrados, a Seção 4 da categorização e explanação dos métodos em desenvolvimento tradicional e a Seção 5 dos métodos desenvolvimento ágil e finalmente a Seção 6 apresentamos as limitações, as contribuições encontradas e sugestões para trabalhos futuros.

2. Processo da Revisão Sistemática

A revisão sistemática seguiu as orientações propostas por Kitchenham [Kitchenham 2007]. Tem-se como principal objetivo de pesquisa um estudo sistemático sobre as técnicas de simulação de riscos nos projetos de software e os formatos de aplicação. Foram elaboradas as questões a serem respondidas.

- ❖ P1: O Método Monte Carlo é aplicado no gerenciamento de riscos em projetos de software?
- ❖ P2: Quais métodos de simulação de risco são aplicados nos projetos tradicionais de software?
- ❖ P2: Quais métodos de simulação de risco são aplicados nos projetos ágeis de software?

2.1. Estratégias de busca.

Para realizar uma busca exaustiva para estudos primários, a estratégia de pesquisa consistiu na consulta em bibliotecas digitais relevantes na área de projetos de software, visto os principais periódicos se concentrarem nelas: IEEEExplore Digital Library (<http://ieeexplore.ieee.org/>) , ACM Digital Library (<http://portal.acm.org>) , Scopus (www.scopus.com) , Proquest (www.proquest.com) . As strings de busca são construídas a partir das estruturas das questões e adaptações são necessárias para cada biblioteca digital [Kitchenham, Dyba & Jørgensen 2004]. Em todas as bibliotecas digitais, foram limitadas à área de Ciência da Computação e Gestão de Projetos visto a larga utilização em especial da técnica MCS em outras áreas. Durante a análise prévia de alguns estudos, identificou-se que os trabalhos relevantes estavam presentes em documentos posteriores ao ano de 2009, sendo, portanto, adicionado esse critério de corte na pesquisa em cada base de dados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Strings para as três questões de pesquisa

	Strings da pesquisa
P1	(MONTE CARLO) AND (RISK) AND (PROJECT MANAGEMENT) AND (SOFTWARE)
P2	(SIMULATION) AND (RISK) AND (PROJECT MANAGEMENT) AND (SOFTWARE))
P3	(SIMULATION) AND (RISK) AND (PROJECT MANAGEMENT) AND (AGILE))

Fazem parte da pesquisa os estudos presentes em Jornais, Revistas Científicas, Conferências e Congressos. As pesquisas foram realizadas no dia 20/04 nas bases Scopus e IEEE e no dia 23/04 nas bases Proquest e ACM. Obtendo-se o totalizador de trabalho ilustrado na Figura 1.

O resultado encontrado foi submetido a um processo de seleção de acordo com critérios de inclusão pré-estabelecidos. [Kitchenham 2007]. Foram selecionados os estudos que se aplicam os quesitos:

- ❖ Estudos que tratem em primeiro plano a técnica de simulação de risco em projetos;
- ❖ Estudos que apontem o formato da aplicação da técnica dentro do projeto.
- ❖ Estudos que apresentem softwares desenvolvidos para simulação de risco baseados nas técnicas encontradas.

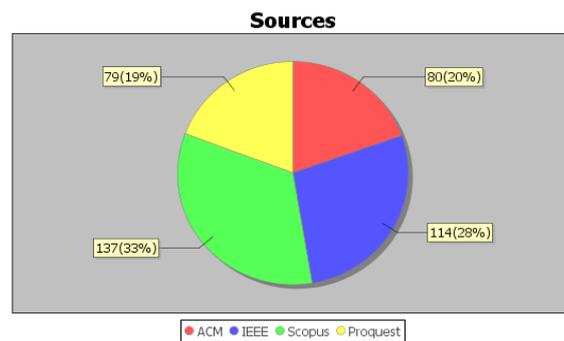


Figura 1 - Estudos Encontrados

Estudos duplicados foram excluídos resultando 44 trabalhos e ainda um total de 69 estudos duplicados (17%). A partir dos 44 estudos selecionados, foram excluídos estudos que se enquadrem em um dos seguintes critérios: Não estejam disponíveis livremente para consulta na web ou Portal da Capes; Estejam abordando apenas a gestão do risco ou não responda a nenhuma questão de pesquisa;

Foram excluídos 17 estudos sendo seis estudos que não respondiam a nenhuma questão de pesquisa, um estudo que tratava apenas a gestão de risco e 10 estudos que não estavam disponíveis para consulta livremente.

2.2. Extração.

Antes da extração foi efetuada uma qualificação dos estudos primários encontrados. Foram classificados através das respostas das perguntas da Tabela 2 onde cada pergunta poderia receber uma resposta: sim, não ou parcial, recebendo um peso de 0,1 para sim, 0,05 para parcial e zero para não [Zhang ,Kitchenham & Pfahl 2008].

Após a análise dos estudos, consolidaram-se os indicadores de qualidade nos trabalhos pesquisados ilustrados na Figura 2. Os estudos [Klaos 2009], [Connor & MacDonell, 2012], e [Bulnes 2009] obtiveram um indicador inferior aos demais. Os estudos 3 e 4 mencionam técnicas de simulação aplicada a treinamento, processo tratado como um dos minimizadores em gestão de riscos, sendo incluídos na revisão por este motivo [Liu, Wang & Xiao 2015]. O estudo 8 foi incluído visto apresentar o conceito simples e com uma aplicação prática facilitada da técnica Monte Carlo [Klaos 2009]. Todos os demais estudos primários selecionados estavam aderentes a pesquisa. Extraíram-se as informações: ano, tipo de estudo, método simulação, verificação de um comparativo, técnica de aplicação, a fase de desenvolvimento, metodologia de trabalho, software utilizado e os benefícios com a aplicação.

Tabela 2. Qualificação dos Estudos Primários.

ID	Crítérios	Sim	Não	Parcial
1	O estudo indica claramente os objetivos e questões de investigação?	0,1	0	0,05
2	O estudo declara explicitamente o papel da pesquisa em simulação de riscos de software?	0,1	0	0,05
3	O estudo recomenda o prosseguimento da investigação?	0,1	0	0,05

4	O estudo comparar os resultados com outros modelos de simulação?	0,1	0	0,05
5	A construção do modelo foi totalmente descrita?	0,1	0	0,05
6	O estudo justifica a escolha do modelo?	0,1	0	0,05
7	O modelo foi validado em projetos reais?	0,1	0	0,05
8	O estudo descreve o processo de desenvolvimento de software ao qual foi aplicado?	0,1	0	0,05
9	O estudo aborda lições aprendidas com o método?	0,1	0	0,05
10	O estudo contou com opiniões de profissionais especialistas em risco	0,1	0	0,05



Figura 2 – Qualidade dos estudos primários selecionados.

Os estudos demonstraram as técnicas:

- ❖ Monte Carlo: Simulação estocástica (8 estudos)
- ❖ Latin Hypercube Sampling : Simulação estocástica com estratificação (1 estudo)
- ❖ Métodos Estocásticos : Métodos similares ao Monte Carlo, mas com particularidades nos estudos. (4 estudos)
- ❖ ARMI: Treinamento de tomada de decisão de riscos. Simulação qualitativa de problemas (2 estudos)
- ❖ Metrix :Framework para desenvolvimento ágil que utiliza a técnica de Monte Carlo (1 estudo)
- ❖ NORMAP :Técnica de estimativa de probabilidade de riscos em projetos Scrum ou XP (1 estudo).

As fases do projeto onde as técnicas foram aplicadas apresentam-se através da Figura 3. E possível perceber que devido essas diferenças, justifica-se a não aplicação de nenhum tipo de comparação entre os métodos neste estudo.

Foram identificadas nos estudos as seguintes metodologias utilizadas em conjunto com as técnicas :COBRA com Latin Hypercube Sampling e Monte Carlo (Comparativo), COCOMO com Monte Carlo, Copula com Monte Carlo, SIX Sigma com Monte Carlo , Metrix (executa em uma fase o método Monte Carlo).

Alguns estudos citaram o apoio ou o próprio desenvolvimento de ferramentas para a aplicação das técnicas. (Excel, NORMATIC, READMINE, RISYS, Oracle's Primavera Risk Analysis , ARMI 2.0 Online , GALILEO e ARENA).

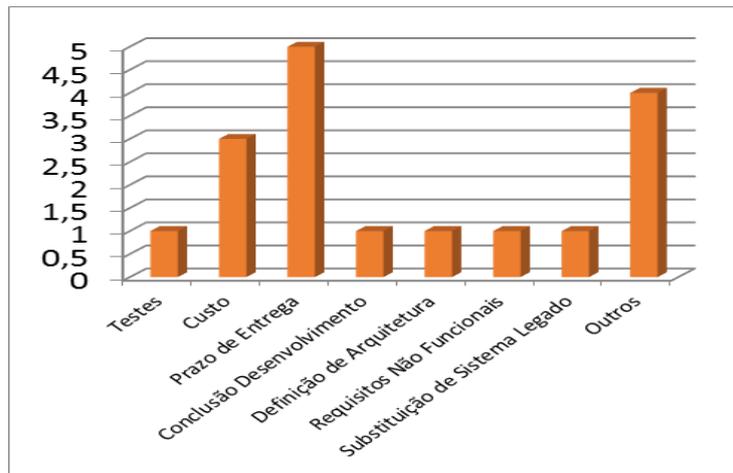


Figura 3 – Contexto de aplicação.

3. Simulação quantitativa de riscos em projetos tradicionais.

Encontraram-se 12 trabalhos em projetos tradicionais. A MCS foi a mais aplicada, sendo citada em nove trabalhos. Existe uma diversidade de aplicações MCS em contexto de custo, prazo e qualidade demonstrando a presença da MCS em várias etapas dos projetos de software.

3.1 Simulação de Monte Carlo (MCS)

MCS em conjunto com a metodologia *Six Sigma* (DMAIC) para Testes de Software foi aplicado como uma estrutura tática para investigar um curso de teste de software buscando avaliar o risco de sucesso na execução do teste, ou seja, medir o desempenho do esforço de teste e identificar outros riscos em potenciais. Foi aplicada a técnica de simulação em nove semanas de trabalho da equipe de teste auxiliado pela ferramenta de testes *Galileo* sempre considerando o histórico das semanas anteriores. Buscou-se investigar a probabilidade de sucesso nos objetivos estabelecidos pela metodologia *Six Sigma*. Como resultado MCS é mais preciso para *Six Sigma* na análise de teste de software, do que os modelos analíticos aplicados através de ferramentas do mercado [Bubevski 2010].

Na área de estimativa de agenda, o método COPULA é aplicado junto com MCS. O COPULA é um método utilizado para análise e distribuição de atividades levando em consideração as dependências entre as atividades. MCS entrou para realizar a simulação das estimativas de cumprimento de agendas. O estudo comparou a estimativa de um novo projeto de Software baseado em experiência dos analistas com o Copula em conjunto com MCS. O resultado foi que em uma simulação para o novo projeto, existia sempre uma superestimativa na opinião dos profissionais e os riscos não eram estratificados diferentemente do que demonstrado pelo MCS. No projeto obteve-se ainda a identificação individual de possíveis riscos, até então não reconhecidos sem as simulações. [Wu , Song & Li 2014]. MCS foi utilizado avaliar os riscos envolvidos no desenvolvimento de funcionalidades para o portal de uma empresa comercial na área de comércio eletrônico no Canadá. Fez-se uso como um meio de precisão na estimativa do tempo e orçamento necessários para a execução completa dos projetos requisitados. O Excel foi utilizado como ferramenta acessória para a composição dos gráficos de

acompanhamento. Observou-se no estudo que a técnica de simulação de risco amadurece o conhecimento da empresa beneficiando as previsões de lucros e evitando problemas diversos com novos projetos [Connor & MacDonell, (2012)].

Aplicação MCS mais surpreendente foi à corroboração na decisão sobre a arquitetura de sistema a ser utilizada em um projeto. Foram elaboradas opiniões específicas de arquitetos de sistemas experientes utilizando-se da técnica Delphi. Foram mencionados pelos profissionais vantagens e desvantagens. O escopo se tratava de um projeto de sistema para coordenação de equipes de emergência. MCS entrou nas simulações transformando as incertezas de uma definição crucial de projeto de software em riscos mitigados e agregados com teores de custo, tornando os dados disponíveis à tomada de decisão. Com o experimento foi possível a sensibilização dos arquitetos de sistemas na tomada da decisão de futuros projetos [Letier, David & Barr 2008].

Os softwares especializados em gestão de projetos estiveram presente em trabalhos [Bulnes 2009][Dantas 2009]. A ferramenta *Readmine* foi contemplada em dos trabalhos onde se desenvolveu um complemento adicional, para incorporar MCS nas atividades de gestão de projetos dentro da ferramenta. Foi integrada MCS com as diversas informações produzidas pelo projeto [Bulnes 2009]. Uma segunda ferramenta foi trabalhada por um estudo. Esta ferramenta recebeu o nome de *Rysis* e foi incorporada contemplando além da gestão de risco, a aplicação MCS nas estimativas de tempo e custo. A Aplicação foi testada com três projetos com particularidades diferentes observando as vantagens de utilização e aplicação MCS [Dantas 2009].

3.2 Latin Hypercube Sampling (LHS)

Trata-se de uma técnica similar a MCS, porém utiliza a estratificação na amostragem. MCS depende do número de iterações N e a variância da variável N é limitada. Quando usamos a estratificação para a redução da variância, nós quebramos o domínio da distribuição de entrada em domínios independentes (os chamados estratos). Em um caso unidimensional, esta é simplesmente uma agregação do gama na distribuição de entradas. Observando a comparação de dois gráficos gerados pela técnica MCS e LHS percebe-se a diferença. Na Figura 4 temos um histograma produzido pela MCS e o gráfico produzido por LHS [Klaos 2009].

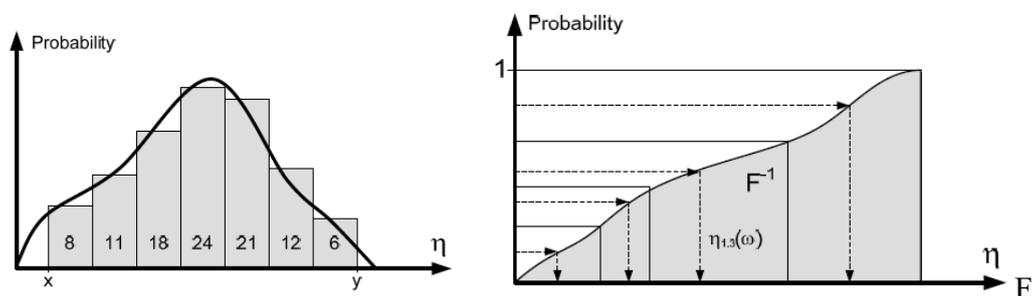


Figura 4: Histograma MCS versus histograma LHS [Klaos 2009]

O estudo efetuou um comparativo das duas técnicas através de algoritmos desenvolvidos em linguagem Java comprovando a eficácia do LHS sobre o MCS. [Klaos 2009].

3.3 Outras Técnicas

Técnicas de simulação estocástica também foram citadas nos trabalhos. Um dos estudos citou a aplicação de simulação estocástica em projetos específicos de softwares distribuídos onde o objetivo era a simulação do desempenho da equipe [Lima 2014]. Na simulação de tempo em um segundo trabalho, onde se utilizou a biblioteca Java para realizar as simulações dos cenários mitigando os riscos de 50 projetos avaliando a eficiência da técnica [Zhou & Hareton 2012].

A técnica *A Risk Management Incorporation* (ARMI) foi apontada em dois trabalhos. Trata-se de uma simulação utilizada em treinamento de especialistas em riscos. É um Jogo Iterativo onde os riscos surgem buscando agregar eficácia nas decisões dos gestores de riscos sendo abordada em dois formatos a simulação [Ramingwong & Ramingwong 2015] [Sonchan & Ramingwong 2013]. O primeiro formato denominado ARMI é baseado em um baralho com cartas às quais os participantes tomam decisões mediante as ocorrências inesperadas no decorrer do jogo. As cartas caracterizam a simulação de riscos imprevistos ao longo do treinamento. Existem 100 cartões que são usados para representar riscos 28 selecionados. Estes riscos envolvem 20 riscos mais comumente citados na literatura e representado nas cartas.

O segundo formato denominado. ARMI 2.0 trata-se do mesmo jogo de iterações, mas no formato online onde os participantes interagem com cenários pré-definidos nas configurações do jogo. Ambas as abordagens foram testadas por especialistas na área de gestão e análise de risco.

O modelo Metrix é um tipo híbrido de modelo para estimar a duração dos projetos de software. É um modelo estocástico e aborda a duração e os riscos relacionados executando MCS sobre um gráfico de atividade. Neste trabalho, foi aplicado em um desenvolvimento de software *mobile*. O modelo utiliza a amplamente dados históricos disponíveis para calcular estimativas de tarefa e a distribuição de probabilidade de duração. A primeira vantagem do modelo é a informação do risco individual em cada tarefa, prevendo uma singularidade no modelo proposto. A determinação individual de riscos, prevê estimativas eficientes de conclusão em cada tarefa [Pocatilu & Vetrici 2011].

4 SIMULAÇÃO DE RISCO EM PROJETOS ÁGEIS.

Para projetos ágeis, percebeu-se uma escassez de trabalhos. Um dos trabalhos citou o desenvolvimento de uma ferramenta denominada NORMATIC que utiliza a metodologia NORMAP aplicada à simulação de riscos em requisitos não funcionais [Farid & Mitropoulos 2009].

Um segundo trabalho, abordou a metodologia HRA de simulação de eficiência no desenvolvimento ágil, trabalhando nos riscos de estimativas dos desenvolvedores no momento da estimativa do esforço de *user story* dentro do framework *Scrum*. Foi utilizado como apoio o software ARENA que propõe uma simulação identificando possíveis erros de estimativa [Menachem & Reich 2015].

5. CONCLUSÕES.

Observou-se através da pesquisa uma evidência da prática MCS em projetos de software nas mais diferentes metodologias no decorrer do projeto. Existe uma motivação para desenvolvimento de complementos ou softwares que apliquem MCS em muitas etapas dos processos de software. Com todas as evidências sobre MCS conclui-se que é uma das técnicas mais presente nos projetos. Um dos trabalhos demonstrou a técnica LHS que pode ser mais eficaz que MCS, mas não comprova em um estudo de caso real. Como motivação para trabalhos futuros é válido um estudo de caso que compare MCS e LHS em projetos reais caracterizando a eficiência e eficácia.

Constatou -se também a ausência da análise de riscos nos projetos ágeis, onde poucos trabalhos mencionaram a aplicação das técnicas. A pesquisa demonstrou uma hipótese de existência da análise qualitativa de riscos incorporada em softwares que trabalham com as diferentes metodologias Ágeis. As únicas duas ocorrências no processo ágil remeteram às ferramentas, que pode ser uma motivação para uma pesquisa mais profunda sobre a presença de análise quantitativa de risco nas ferramentas de apoio ao desenvolvimento ágil.

6. Referências

Bulnes , D. Reyes Fernandez de (2009), Redmine plug-in: Risk quantitative analysis, 2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM, pp (302-311).

Bubevski V., An Application of Six Sigma and Simulation in Software Testing Risk Assessment , 2010 Third International Conference on Software Testing, Verification and Validation, pp (295-302).

Connor, A.M. and MacDonell, (2012) “S.G.Stochastic cost estimation and risk analysis in managing software projects” Conference Proceedings - IEEE SOUTHEASTCON.

Dantas B. T.; J. M. N. David; A. J. N. Avelar ; L. d. A. S. Ferreira and L. M. S. d. Jesus (2009), “Risys #150 A Tool to Support Risk Management in a Collaborative Project Management Environment” , DS 58-1: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, 1, pp (311-322).

Farid, W.M. and Mitropoulos, F.J. (2009), NORMATIC: A visual tool for modeling non-functional requirements in agile processes, WSEAS Transactions on Computers, 8 , pp (735-745)

Hijazi, Haneen; Khmour , Thair; Alarabeyyat Abdulsalam, (2012) A Review of Risk Management in Different Software Development Methodologies, International Journal of Computer Applications, 4(7), pp (0975 – 8887) .

Hojjati, SanazNikghadam ; Noudehi, Nasibeh Rahbar (2010), The use of Monte Carlo in quantitative risk assessment of IT projects,2nd International Conference on Software Engineering and Data Mining, SEDM 2010, 7(1), pp (571-574).

Kitchenham, B.A. (2007), “Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering”, Software Engineering Group, School of Computer

Sciences and Mathematics, Keele University, and Department of Computer Science, University of Durham, 2007.

Kitchenham, B.A., Dyba, T., ; Jørgensen. M.(2004), “Evidence-Based Software Engineering”, in Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering, IEEE Computer Society.

Klaos, M.a ; Trendowicz, A.a ; Wickenkamp, A.a ; Manch, J.a ; Kikuchi, N.b ; Ishigai, Y.c (2009), Chapter 4 The Use of Simulation Techniques for Hybrid Software Cost Estimation and Risk Analysis, Proceedings of the 5th IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS'2009, pp (581-585).

Letier, Emmanuel and Stefan, David and Barr, Earl T. (2008), Uncertainty, Risk, and Information Value in Software Requirements and Architecture, Advances in Computers, 74, pp (115-174).

Lima A. M. (2014), “Risk assessment on distributed software projects”, Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering,, pp (883--894).

Liu, D.a b and Wang, Q.a and Xiao, J.a (2015) , The role of software process simulation modeling in software risk management: A systematic review, International Journal of Advanced Networking and Applications, 7.

Menachem, S.a b and Reich, Y.a (2015), Improving effectiveness of Agile development, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) Conference Proceedings.

Pocatilu, P. and Vetrici (2011), M., Schedule risk management for business M-applications development projects, International Review on Computers and Software,6.

Ramingwong S. and L. Ramingwong (2013), ARMI: A risk management incorporation,IEEE Latin America Transactions,13, pp (2423-2429).

Sonchan, Pontakorn ;Ramingwong, Sakgasit (2015), ARMI 2.0: An online risk management simulation, Simposio Brasileiro de Sistemas Colaborativos , 2009, pp (90-98).

Tysiak, W. and Sereseanu, (2010), A.Monte Carlo simulation in risk management in projects using excel, 2010 ACM/IEEE 32nd International Conference on Software Engineering , 2, pp (349-350).

Zhou Peng; Leung Hareton K.N.(2012), “A Stochastic Simulation Model for Risk Management Process , 19th Asia-Pacific Software Engineering Conference.

Zhang, H., Kitchenham, B., and Pfahl, D.(2008), “Reflections on 10 Years of Software Process Simulation Modeling: A Systematic Review”, in Making Globally Distributed Software Development a Success Story. pp. 345-356.

Wu, D.a b and Song, H.c and Li, M.a b and Cai, C.a and Li, J.a (2014), Modeling risk factors dependence using Copula method for assessing software schedule risk , Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON) 2014 11th International Conference on , pp (1-6).

As Possibilidades da Gamificação para Potencializar Ações e Projetos Sociais

Bruno H. Leite¹, Adilso Nunes de Souza²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Campus Passo Fundo (IFSUL)

Estrada Perimetral Leste, 150 - 99064-440 – Passo Fundo – RS - Brasil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Campus Passo Fundo (IFSUL)

Estrada Perimetral Leste, 150 - 99064-440 – Passo Fundo – RS - Brasil

brunohl91@gmail.com, adilso.souza@passofundo.ifsul.edu.br

Abstract. *While living in a society, human beings should be able to interact with each other. Although there are many technologies and tools to enhance people interaction, it is common to find people isolated in their own lives and experiences. This paper aims at promoting approximation among people in order to promote good deeds, by applying gamification concepts in building a mobile app to exploring people social, cultural and environmental skills, as well as preserve human life. This application development is in hope for a future where technology can motivate and interest people even more that it does today.*

Resumo. *O convívio em sociedade deveria possibilitar aos seres humanos a constante interação entre os indivíduos. Apesar da diversidade de tecnologias, não é raro, encontrar exemplos de distanciamento ou isolamento das pessoas em suas próprias rotinas e vivências. Pensando em utilizar as tecnologias em benefício da aproximação das pessoas, este estudo busca conhecer e aplicar os conceitos da gamificação, possibilitando, através de um aplicativo informatizado e acessível por dispositivos móveis, o engajamento de pessoas na realização de ações de cunho social, ambiental, cultural ou de preservação da vida humana, desenvolvendo a participação através da motivação e despertando o interesse na construção de uma sociedade onde a tecnologia amplia e facilita a convivência humana.*

1. Introdução

Na sociedade atual os indivíduos dependem cada vez mais de sistemas de informação para realizar as atividades cotidianas. Seja para sacar dinheiro, comunicar-se com seus amigos, trabalhar, estudar, conhecer novas pessoas e outras coisas, os sistemas estão presentes em caixas eletrônicos, computadores, televisores, videogames, tablets e smartphones.

Neste contexto há muitos players no mercado desenvolvendo sistemas que buscam seu lugar junto a estes indivíduos por meio de uma aplicação específica. Com essa

quantidade disponível, o usuário pode exercer um grande poder de escolha, pois há poucos campos onde um sistema tem o domínio absoluto.

Assim, para um software ser atrativo aos seus usuários ele deve ter algo a mais do que apenas seus requisitos funcionais. Para se diferenciar, é preciso uma rápida curva de aprendizado, boa performance, facilidade de utilização, design simples e intuitivo, fornecer feedback e ser lúdico.

Para suprir algumas dessas demandas surgiu a gamificação, que é uma prática que visa inserir elementos e mecânicas de jogos dentro de sistemas. Isso faz com que estes sejam mais atrativos, forneçam feedback mais claro e rápido, gerem engajamento e promovam a interação entre diferentes usuários.

A gamificação pode ser utilizada para instigar os usuários do sistema a explorar recursos e desenvolver habilidades. Hoje percebe-se cada vez mais que diferentes aplicações de diferentes áreas têm adotado práticas desta, seja por meio de pontuação, objetivos claros, narrativas de usuários, recompensas, rankings, entre outros. Elementos de jogos inseridos de maneira correta em sistemas podem motivar os usuários (Werbach, 2012).

No contexto de elementos de jogos para gerar engajamento social, destaca-se o trabalho de Von Ahn (2004), onde foi criado um jogo que permitia aos jogadores se desafiarem por meio da catalogação de imagens e ainda fornecer importantes informações para sistemas de busca.

Apesar deste crescimento da gamificação, há algumas áreas que ainda carecem de sistemas que a implementem. Entre estas, destaca-se no presente trabalho a de realização de ações de auxílio social como doações, trabalho voluntário e participação em projetos sociais.

No cenário atual, o Facebook é um dos principais canais de comunicação entre pessoas e organizações que buscam auxílio com pessoas e organizações dispostas a prestá-lo. Isso acontece pois está disseminado no mundo inteiro e se pode encontrar 1 a cada 6 pessoas do mundo dentro da rede (IDGNOW, 2016), o que faz com que muita gente esteja acessível a determinada causa em poucos cliques.

Esse canal acessível é um estimulante para realização de ações, porém as ferramentas de feedback oferecidas são poucas e estão expressas em curtidas, imagens e comentários. Além disso, as páginas relacionadas as causas muitas vezes estão escondidas entre as atualizações de centenas de amigos e páginas relacionadas a outros conteúdos.

Neste estudo apresenta-se o uso da gamificação através de um aplicativo acessado por dispositivos móveis, integrado ao Facebook para se beneficiar dessa pervasividade da rede. O aplicativo permite aos usuários o registro de ações e eventos, o compartilhamento destes registros com os amigos através de convites, o registro de imagens das ações realizadas e o recebimento de feedback de suas ações. Assim, eles podem sentir progresso na realização ações e sentem-se motivados a continuar ajudando os outros. Além disso, o sistema conta com uma maneira de lembrá-los de praticar ações periodicamente, buscando a conquista de pontuações e a melhoria da classificação no aplicativo.

2. Referencial Teórico

Buscando explicar o conceito de Gamificação, foi necessário recorrer a diferentes campos, uma vez que o assunto está baseado em psicologia e mecânica de jogos. Os tópicos estudados são apresentados nas próximas seções.

2.1. Recompensas

Sobre as recompensas, Singh (2007) busca suas origens nas teorias comportamentais, que as definem como uma maneira de aumentar a lealdade, motivação e satisfação de quem as recebe. Segundo Lawler (1990 apud SINGH, 2007, p. 12) a recompensa pode ser efetiva no aprendizado, de maneira que se crie uma relação entre o que foi aprendido e um valor, como uma forma de materializar o conhecimento.

No que diz respeito a recompensas financeiras e não financeiras, Singh (2007) parece ter um ponto de vista semelhante a Armstrong (2012), uma vez que diz que enquanto as primeiras visam realizar necessidades materiais, as últimas procuram realizar necessidades psicológicas. Singh ainda complementa, ressaltando o valor das recompensas não financeiras no fortalecimento da relação entre patrão e empregado, para o caso de organizações.

A utilização de recompensas pode ser englobada em sistemas, conhecidos como sistemas de recompensas, que trazem algumas diretrizes para que se aplique recompensas para ações específicas. Dentre as práticas utilizadas dentro de sistemas de recompensas, Armstrong (2012) cita algumas que se aplicam ao presente trabalho, como a utilização de processos para mensurar o valor de trabalhos, práticas para motivar pessoas, estruturas para relacionar recompensas com a posição hierárquica, além de maneiras de premiar as pessoas de acordo com seu desempenho individual ou em grupo.

Para a implantação de sistemas de recompensas, Singh (2007) traz algumas diretrizes que podem ajudar. Segundo ele, o sistema de recompensas deve ser fácil de ser entendido, além de ter padrões claros e regras simples. Ele deve ser justo e efetivo e deve garantir a participação de todos, e ainda deve dar poder às pessoas.

2.2. Gamificação

Segundo Groh (2012), no âmbito de jogos existe o play, originado do latim “Padia”, e o “Game”. Enquanto a experiência quando alguém realiza o Padia é de simples brincadeira espontânea e de forma livre, o Game, por sua vez, se baseia na atividade Padia, porém atribui regras e objetivos a esta atividade. É possível perceber aqui um exemplo de Gamificação do Padia, pois são atribuídos conceitos de games a ele, que no princípio não é exatamente um jogo, apenas uma brincadeira.

Exemplificando a diferença entre os dois conceitos pode-se dizer que se crianças brincam despreziosamente com uma bola estão realizando o Padia. Já se uma dessas crianças resolve estabelecer objetivos e regras, como não deixar a bola cair por exemplo, ela está transformando a brincadeira espontânea em uma brincadeira regrada, o que pode ser considerado “Game”.

O termo Gamificação - originado na indústria de mídia digital - é relativamente novo, tendo aparecido em documentos por volta de 2008. Porém, foi apenas a partir de 2010

que ganhou espaço e se firmou como uma referência consolidada. Até lá foram cunhados alguns outros termos que buscam designar conceitos semelhantes (DETERDING, 2011).

Alguns autores (Huotari e Hamari, 2011, apud GROH, 2012) veem a Gamificação apenas como um elemento dentro do marketing de serviços. Eles acreditam que a Gamificação nada mais é do que um pacote de serviços ao redor de um produto central, exclusivamente direcionados a fornecer interação e feedback ao usuário. Deterding (apud GROH, 2012), descredita esta ideia e diz que se tomado este conceito como verdadeiro, qualquer aparelho que sirva a um propósito é gamificado.

Deterding ainda propõe a ideia de que existem contextos de jogos e contextos de “não-jogos”, de forma que o contexto de “não-jogos” não seja subdividido em pequenas áreas, mas que seja tratado apenas como uma outra área. Isso faz com que GROH (2012) possa conceituar a gamificação dentro de ambientes que naturalmente não são jogos e excluir os jogos realistas e simuladores desta categoria, que trata como “serious games” (jogos sérios).

3. Materiais e Métodos

A pesquisa realizada pode ser classificada como exploratória, uma vez que buscou a familiarização com diversas tecnologias como AngularJS, Node.js, Express, MongoDB e principalmente com os conceitos de Gamificação e como eles podem ser aplicados, segundo Cenci et. al. (2014), a pesquisa exploratória busca “familiarizar-se com um determinado assunto”.

Também se considera a pesquisa como experimental pois objetiva criar e manipular variáveis e observar resultados, principalmente analisar o comportamento das pessoas em relação à mudança de práticas através do estímulo realizado pelo sistema.

Em relação aos procedimentos adotados na pesquisa, a Figura 1 apresenta as ações realizadas em cada uma das etapas.

Na primeira etapa, os procedimentos basearam-se em pesquisas bibliográficas e em materiais disponibilizados de forma digital, como artigos e tutoriais, onde foram estudados os conceitos referentes a Gamificação, jogos, recompensas e sistemas de recompensas. Em um segundo momento desta etapa foram estudadas as tecnologias de desenvolvimento, que englobam desde a linguagem de programação, o framework utilizado, a forma de persistência de dados e o ambiente utilizado para realizar o *deploy* do serviço.

Figura 1 - Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Do Autor

Já na segunda etapa o foco pode ser dividido em três momentos, sendo o primeiro o de modelagem do banco de dados, codificação da aplicação, testes e *deploy* para o ambiente definido previamente. Para o desenvolvimento da aplicação, foram utilizadas diversas linguagens e plataformas, cada uma com um objetivo. Para a hospedagem do sistema foi criada uma máquina virtual em um servidor dedicado e os devidos programas instalados.

Em um estudo futuro, propõem-se disponibilizar a aplicação para um grupo de usuários, a fim de validar e realizar os testes finais nas funcionalidades, bem como, avaliar através de questionários e da análise dos dados do sistema, o engajamento nas ações disponibilizadas.

4. Apresentação dos Resultados

Após a realização deste estudo, além do aprendizado de teorias e tecnologias, se perceberá o quanto a gamificação pode contribuir na utilização de uma aplicação. Além disso, espera-se que as ações sociais sejam potencializadas entre os usuários do sistema.

4.1. Modelagem da aplicação

Para o funcionamento do projeto foram desenvolvidos dois sistemas. O primeiro é um servidor utilizando Node.js para programação e MongoDB para persistência de dados. Este servidor implementa a tecnologia REST (Representational State Transfer) para lidar com a persistência de dados e a integração com o Facebook.

O sistema trabalha com controladores e modelos, sendo os primeiros responsáveis por rotear a API REST do sistema e retornar informação para os clientes e os últimos responsáveis pelo comportamento e persistência dos dados.

Os modelos, representados como classes, permitem a persistência, atualização e busca de registros salvos, além de comportamento adicional.

O segundo sistema é um aplicativo móvel para Android desenvolvido com AngularJS na plataforma Ionic. Este sistema apenas realiza solicitações ao servidor e busca dados deste, não persistindo dados em si.

4.2. Funcionalidades do sistema

O sistema permite que os usuários gerenciem ações criadas por si e possam participar das ações criadas por outros usuários. Além disso, é possível denunciar ações consideradas falsas, enviar fotos relacionadas a ação e interagir com os demais usuários por meio de comentários nas ações.

Qualquer usuário pode criar uma ação de maneira simples e rápida. Com um clique a partir da sua tela inicial, é carregado um pop-up, conforme a Figura 2, onde o usuário pode preencher algumas informações e selecionar qual a categoria na qual a ação se enquadra (ex: Trabalho Voluntário, Doação de Alimentos...) e o nível da tarefa, que reflete a pontuação que será ganha por sua conclusão. O usuário ainda pode escolher se será uma ação simples, na qual somente ele e convidados terão acesso ou um evento, que é disponibilizado para toda comunidade. Além disso, no envio do cadastro da ação, é enviado um token que a identifica como sendo cadastrada por determinado usuário e as coordenadas geográficas dele na criação desta.

Figura 2 - Criação de Ações

A imagem mostra a interface de usuário para a criação de uma ação em um aplicativo móvel. O formulário é intitulado "Criar Ação" e contém os seguintes campos e opções:

- Título***: Doação de Roupas
- Descrição**: Pretendo dias roupas para entidade X
- Cidade***: Passo Fundo
- Categoria***: Doação de Roupas (menu suspenso)
- Nível da Tarefa***: Pequena (menu suspenso)
- Tipo***: Ação (Entre você e amigos) (menu suspenso)
- Início**: Clique para especificar
- Fim**: Clique para especificar

Na base do formulário, há dois botões: "CADASTRAR" em verde e "LIMPAR" em vermelho. O status bar do Android no topo indica o tempo 11:57 e 83% de bateria.

Fonte: Do Autor

Após a criação, a ação aparece no menu inicial deste usuário, onde pode utilizar diversas funcionalidades expressas por ícones, conforme a figura 3.

Figura 3 - Gerenciamento de Ação



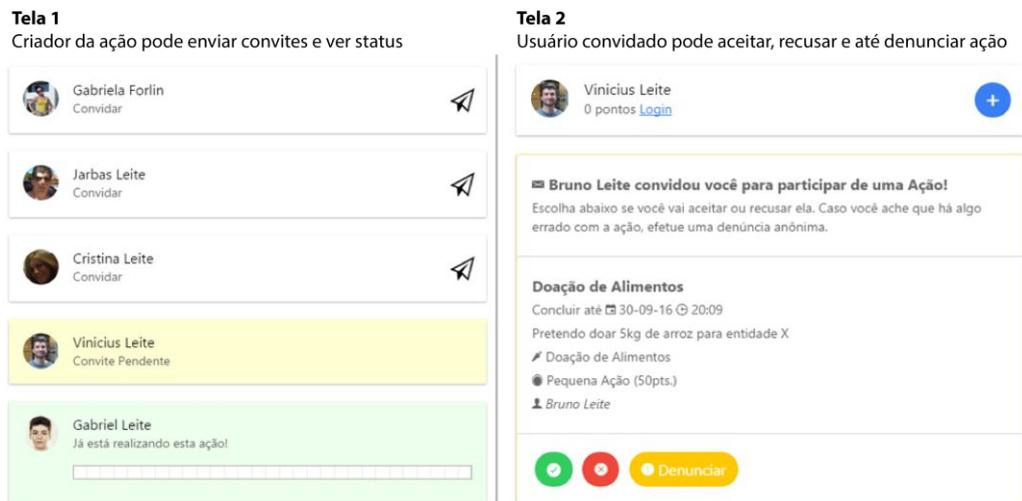
Fonte: Do Autor

O gerenciamento contém diversas informações sobre esta, como seu título, data de conclusão, descrição, categoria, nível e criador. Além disso permite diversas funcionalidades em relação a esta, como o gerenciamento de comentários, conclusão da tarefa, envio de fotografias armazenadas no celular ou tiradas pela câmera, visualização de imagens enviadas pelos usuários participantes, convite a amigos, edição de ação e arquivamento da ação.

Além disso, é possível concluir a ação parcialmente, caso o usuário não tenha conseguido fazer tudo como o planejado, caso no qual ganha o percentual de pontos referente a ação completa. Ainda além disso, o usuário pode denunciar a ação caso acredite que ela é falsa e arquivamento da sua participação nesta ação.

Na figura 4, destaca-se a funcionalidade de convidar amigos para participar de ações, um elemento social importante dentro da gamificação. A imagem foi dividida em duas partes, sendo a representada a esquerda a tela que o criador da ação visualiza quando clica no ícone azul com a silhueta de uma pessoa, e a direita o que o usuário convidado visualiza quando convidado para participar de uma ação.

Figura 4 - Envio e Recebimento de Convites



Fonte: Do Autor

Quando o usuário recebe este convite, ele pode aceita-lo, recusá-lo ou até mesmo denunciar a ação caso a considere falsa ou imprópria. Caso ele aceite, a ação é automaticamente adicionada a sua tela inicial, permitindo algumas ações mencionadas anteriormente, com exceção editar ação, arquivar ação e convidar amigos, que são permitidas apenas ao criador desta.

Quanto a funcionalidade de envio de fotos associadas a ação efetuada, o sistema permite que o usuário a tire no momento ou escolha uma a partir de sua galeria, o que pode ser visualizado na Tela 1 da imagem abaixo. Ele pode ainda escrever uma descrição e enviar a foto para que seus amigos possam vê-lo trabalhando.

Figura 5 - Envio e visualização de fotos

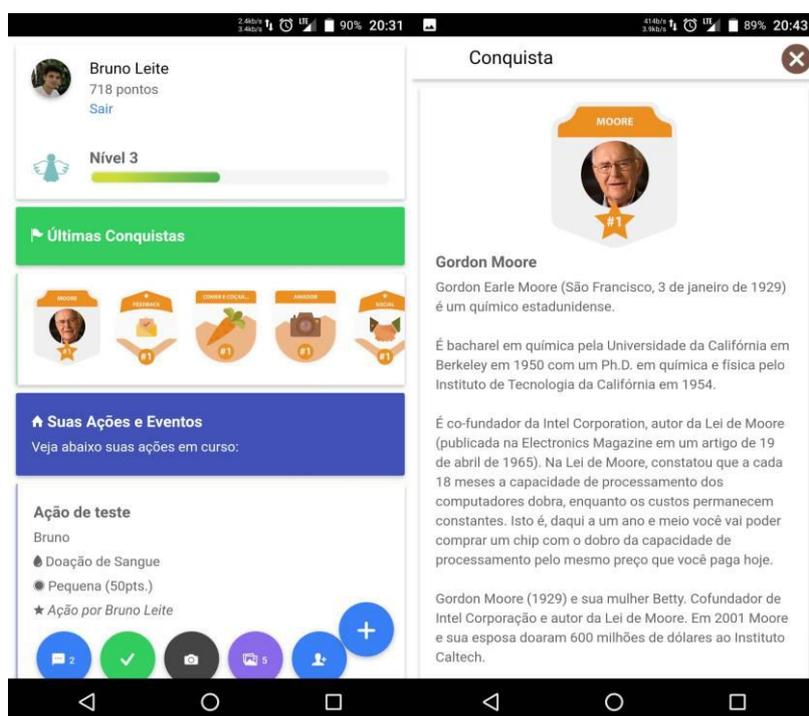


Fonte: Do Autor

Já na segunda tela da Figura 5, o usuário pode acessar uma espécie de feed de fotos postadas por todos os usuários referentes àquela ação. Neste feed ele tem acesso ao usuário que postou, a data de postagem e a descrição postada pelo usuário.

Além destas funcionalidades, foi implementada a utilização de pontos e níveis de usuário a partir do que foi ganho em ações em que este participou. Quando o usuário atinge determinado número de pontos, ele melhora o seu nível, e seu avatar customizado vai sendo incrementado, conforme pode ser visto no lado esquerdo da figura 6.

Figura 6 - Demonstração de Pontos e Conquistas



Fonte: Do Autor

Outra implementação relacionada a gamificação foi a utilização de conquistas, que podem ser atingidas a partir de determinada quantidade de realizações de um usuário. Isso pode ser percebido ainda na figura 6, no lado esquerdo onde mostra as últimas conquistas do usuário e no lado direito onde mostra uma conquista em evidência.

5. Conclusões

Como o sistema ainda está em fase de desenvolvimento, não se chegaram ainda conclusões referentes a testes e aplicação junto aos seus usuários. Porém, até o momento o desenvolvimento desta aplicação permitiu um grande avanço sobre o conhecimento de tecnologias e conceitos.

Pelo conhecimento adquirido referente ao assunto de gamificação o trabalho já seria muito interessante, pois o conceito engloba diversas áreas de conhecimento. Mas além

disso, foi possível explorar novas tecnologias, como Node, MongoDB, Angular e Ionic, o que contribuíram ainda mais na realização do projeto.

Quando finalizado, o sistema permitirá que se realizem os testes necessários para validar a aplicação e a utilização da gamificação junto aos usuários, vislumbrando se seu emprego realmente pode fomentar sua utilização.

Referências

- Armstrong, Michael. (2012) "Employee Reward". 3ª Ed. Trowbridge: CIPD.
- Cenci, Angelo Vitorio et. al. (2014), Apresentação de trabalhos científicos: Normas e orientações práticas. 5ª Ed, UPF Editora.
- Deterding et. al. (2011) "From Game Design Elements to Gamefulness": Defining "Gamification", MindTrek'11, Finlândia.
- Groh, Fabian. (2012) "Gamification: State of the Art Definition and Utilization. 2012.", http://vts.uni-ulm.de/docs/2012/7866/vts_7866_11380.pdf. Junho.
- IDGNOW. (2016) "Facebook supera 1,5 bilhão de usuários por mês; WhatsApp tem 900 milhões", <http://idgnow.com.br/mobilidade/2015/11/06/facebook-tem-1-55-bilhao-de-usuarios-por-mes-e-o-whatsapp-900-milhoes/>, Abril.
- Myerson, Roger B.(1991) Game Theory: Analysis of Conflict. 3ª Ed. First Harvard University Press.
- Singh, B. D. (2007) Compensation and Reward Management. New Dehli: Excel Books.
- Von Ahn, Luis, Dabbish, Laura (2004) "Labeling Images With a Computer Game". <http://ael.gatech.edu/cs6452f13/files/2013/08/labeling-images.pdf>. Outubro
- Werbach, Kevin, Hunter, Dan (2012) For the Win: How Game Thinking can Revolutionize Your Business. Wharton Digital Press

LunchBOX – Sistema online para reservas de refeições

Iago Ferreira Frozza, Ricardo Vanni Dallasen

Instituto Federal Sul-rio-grandense – Câmpus Passo Fundo
Estrada Perimetral Leste, 150 - CEP: 99064-440 - Passo Fundo – RS - Brasil
azzorf@gmail.com, ricardo.dallasen@passofundo.ifsul.edu.br

***Abstract.** This work developed a system for managing delivery of packed lunch. The main motivation for creating this system was a demand. Since the options available in the market lack of features and availability. It was developed an application for the Android mobile platform and a server. The application was made for the user to access weekly menu options and select which days they wanted to receive meals. The server receives requests from the application and generates a report for the administrator, containing selected days in which the user wants to receive meals. In tests the system worked properly..*

***Resumo.** Neste trabalho foi desenvolvido um sistema para gerenciamento de entrega de refeições prontas. A principal motivação para a criação do sistema foi atender uma demanda em potencial não explorada, visto que as opções disponíveis no mercado carecem de funcionalidades e disponibilidade. Foram desenvolvidos um aplicativo para a plataforma móvel Android e um servidor. O aplicativo apresenta para o usuário um menu semanal de opções para que sejam selecionados quais dias ele deseja receber sua refeição. O servidor recebe as requisições do aplicativo e gera um relatório para o administrador, contendo os dias selecionados em que cada usuário desejar receber as refeições. Nos testes realizados o sistema funcionou de maneira adequada.*

1. Introdução

Cada vez mais as pessoas passam menos tempo em casa, gerando um aumento da demanda por comida pronta. Segundo dados da FGV-SP 2016 o Brasil conta com 168 milhões de dispositivos, gerando a média de 1,6 smartphone para cada habitante, com isso é de se esperar que alguns hábitos sejam alterados, como o fato de se realizar pedidos através de outras formas, além do tradicional telefone (MEIRELLES, 2016).

Os aplicativos mais populares na região visam atender a demanda de tele entrega de refeições rápidas e noturnas, como por exemplo, iFood, Devorando, Delivery Much, entre outros. Existem poucas soluções para reserva de refeições cotidianas, conhecida popularmente como vianda ou marmita. Neste ramo existem poucas empresas que estão utilizando este tipo de tecnologia e nenhuma está presente na região do norte do Rio Grande do Sul. Visando atender esta demanda em potencial, este projeto se propõe em desenvolver um sistema de gerenciamento de pedidos, sendo este sistema dividido entre um cliente móvel e um servidor de gerenciamento.

A divisão de seções desse artigo adotou a seguinte ordem: na seção 2 é apresentado uma breve descrição dos aplicativos já presentes no mercado, seção 3

contém algumas informações sobre o sistema. A seção 4 mostra como foi feito o desenvolvimento e a seção 5 traz a conclusão sobre o trabalho desenvolvido.

2. Aplicativos presentes no mercado.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram analisados dois aplicativos já disponíveis para a plataforma Android na PlayStore: Guto Viandas e SóMarmitas. O aplicativo Guto Viandas serve somente como referência para o cardápio do dia, não apresentando uma programação ou a possibilidade do usuário reservar a refeição. Na Figura 1 são mostradas algumas telas deste aplicativo onde estas funcionalidades são exibidas.

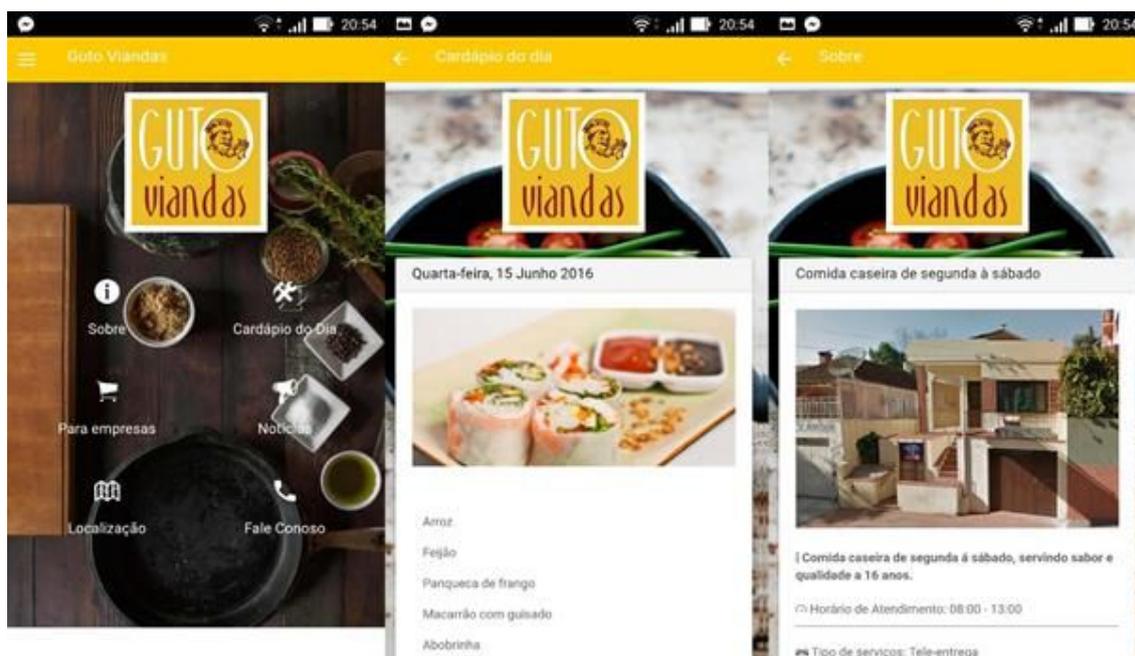


Figura 1: Guto Viandas

O aplicativo SóMarmitas possui algumas funcionalidades complementares em relação ao Guto Viandas. Ele além de apresentar a opção de cardápio do dia também conta com a funcionalidade de compra de refeição. Entretanto não possui um sistema de agendamento semanal, sendo as telas do aplicativo mostradas na Figura 2.

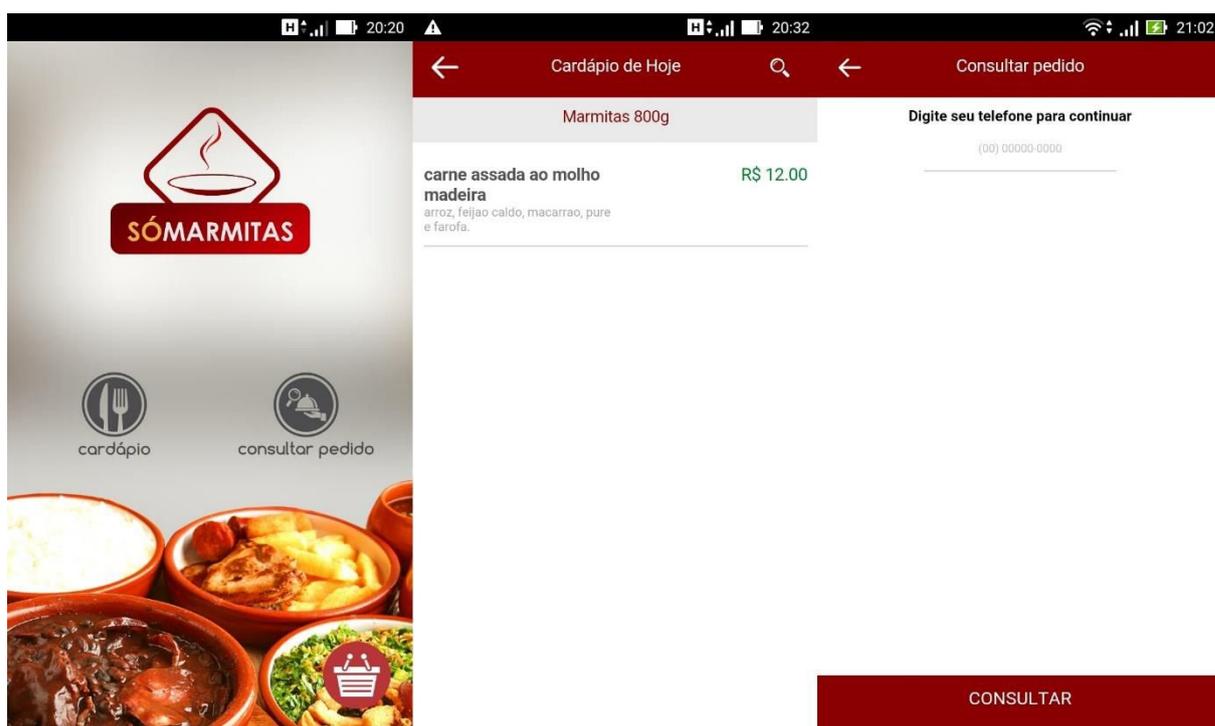


Figura 2: Só Marmitas

3. Sistema

O cliente foi desenvolvido para a plataforma Android, visto que o mesmo é o atual líder em sistemas operacionais para dispositivos móveis, segundo pesquisa feita pela IDC representada pela Tabela 1.

Tabela 1: Divisão de mercado na área de SO para Dispositivos Móveis

Período	Android	iOS	Windows Phone	BlackBerry OS	Others	Período
2015Q2	82.8%	13.9%	2.6%	0.3%	0.4%	2015Q3
2014Q2	84.8%	11.6%	2.5%	0.5%	0.7%	2014Q3
2013Q2	79.8%	12.9%	3.4%	2.8%	1.2%	2013Q3
2012Q2	69.3%	16.6%	3.1%	4.9%	6.1%	2012Q3

O servidor tem como objetivo armazenar os dados gerados e também fazer o intermédio entre banco de dados e o cliente móvel. O sistema de gerenciamento de banco de dados utilizado neste sistema foi o MySQL. No banco foram utilizadas duas tabelas, sendo elas: usuarios, refeicoes. Já o web service, responsável por fazer a conversão e autenticação dos dados foi programado em PHP, recebendo uma requisição do aplicativo móvel e retornando um JSON.

4. Implementação

O desenvolvimento do projeto foi dividido em duas partes: cliente e servidor. O cliente é o aplicativo desenvolvido para o sistema operacional móvel Android. O servidor é a parte que engloba o banco de dados e o web service, que é responsável por fazer a conexão entre aplicativo e servidor. Na Figura 3 é mostrado o diagrama de casos de uso do sistema.

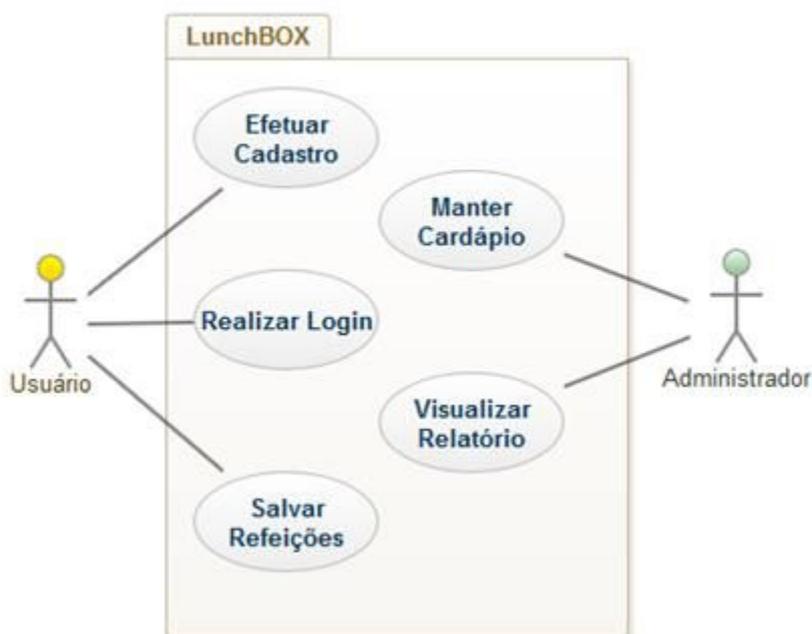


Figura 3: Diagrama de Casos de Uso do sistema.

O usuário ao acessar o aplicativo, tem acesso a três ações: realizar login; efetuar cadastro e salvar as refeições selecionadas para a semana. O administrador tem acesso a um relatório dos usuários e a uma página para fazer alterações no cardápio.

4.1 Cliente

Segundo Amadeo (2014) o Android é um sistema operacional móvel criado inicialmente pela Android, Inc. e tem como base o kernel do Linux. Em 2005, ele foi adquirido pela Google e, atualmente, está sendo desenvolvida por desenvolvedores da Google juntamente com a Open Handset Alliance (OHA).

O objetivo principal do grupo é definir uma plataforma única e aberta para celulares deixando o usuário satisfeito com o produto final, além de desenvolver uma plataforma moderna e flexível para o desenvolvimento de aplicações corporativas (LECHETA, 2013). O mercado corporativo está se desenvolvendo muito e com isso existe a necessidade das aplicações moveis para agilizar os negócios e integrar as mesmas com o dia-a-dia e seus sistemas back-end (LECHETA, 2013).

O aplicativo foi desenvolvido para a plataforma móvel Android, com o ambiente de desenvolvimento integrado Android Studio. O aplicativo é composto por três telas, conforme mostrado na Figura 4. A parte de cadastro contém um formulário simples para

cadastro, sendo os três campos obrigatórios. Após o cadastro, o usuário é enviado para a página de login de acesso ao sistema.

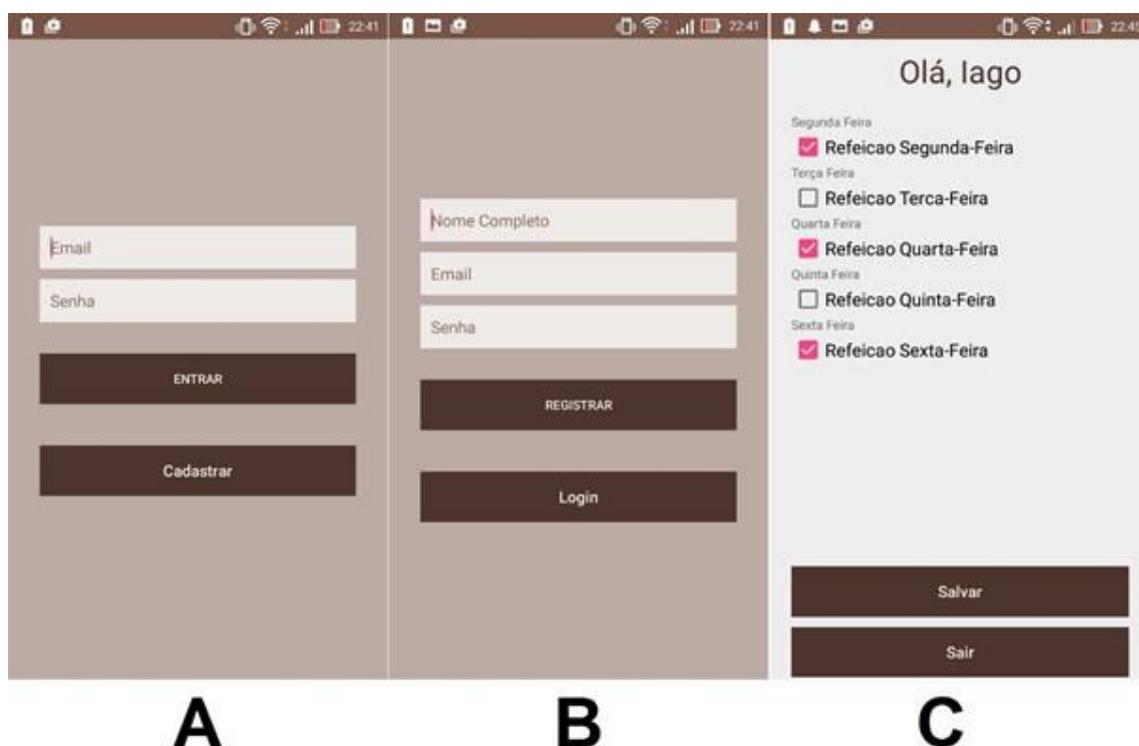


Figura 4: Telas do aplicativo desenvolvido

Após a execução do login o usuário tem acesso à página principal, onde são mostrados cinco checkboxes com as refeições (previamente cadastradas no sistema). O usuário tem a opção de selecionar os dias em que pretende utilizar o serviço e pode salvar as suas escolhas. Os dados serão então enviados para o servidor, que faz o registro dos dados.

Como podemos observar na tela de login na Figura 4A, existem dois campos para inserção de dados aonde após clicar no botão “entrar” o mesmo envia uma requisição para o servidor. Caso a autenticação seja aceita, o aplicativo recebe um JSON contendo os dados do usuário e salva no banco de dados local do Android, fazendo as próximas consultas diretamente na base local.

Na parte de cadastro devemos preencher três campos, sendo eles: Nome, E-mail e Senha. Após o usuário clicar em “registrar”, uma requisição é enviada para o servidor para verificar se o endereço de e-mail informado já está cadastrado, caso não esteja, uma nova conta é criada, Figura 4B.

Após o usuário efetuar o login, é mostrada a tela principal, mostrada pela Figura 4C, onde são exibidas as refeições cadastradas para a semana, podendo selecionar os dias em que pretende consumir e também salvar sua escolha, enviando uma requisição para o servidor. Isto faz com que os dias selecionados sejam salvos no banco de dados.

4.2 Servidor

Web services são utilizados como uma forma de integrar e unificar um sistema, fazendo com que o mesmo possa efetuar uma chamada para um serviço que está disponível em outro sistema, a fim de obter informações. Estas chamadas podem enviar ou receber informações em diversos formatos, sendo os mais populares, XML e JSON. (LECHETA, 2015).

A utilização de web services permite um acesso aos dados padronizado e independente da linguagem de programação. Este conceito trouxe um grande avanço no modo qual os sistemas são construídos, pois permite uma maior flexibilidade (LECHETA, 2015).

O servidor foi desenvolvido para atender as requisições do aplicativo móvel. O serviço foi desenvolvido em PHP, dividido entre banco de dados e web service. O banco de dados contém as informações referentes aos usuários, as refeições cadastradas e a relação entre usuário e dias desejados pelos usuários. O web service faz a comunicação entre servidor e cliente, recebendo as requisições geradas pelo cliente, tratando e então devolvendo uma resposta em formato JSON. Na Figura 5 é mostrada a tela principal da página do servidor.

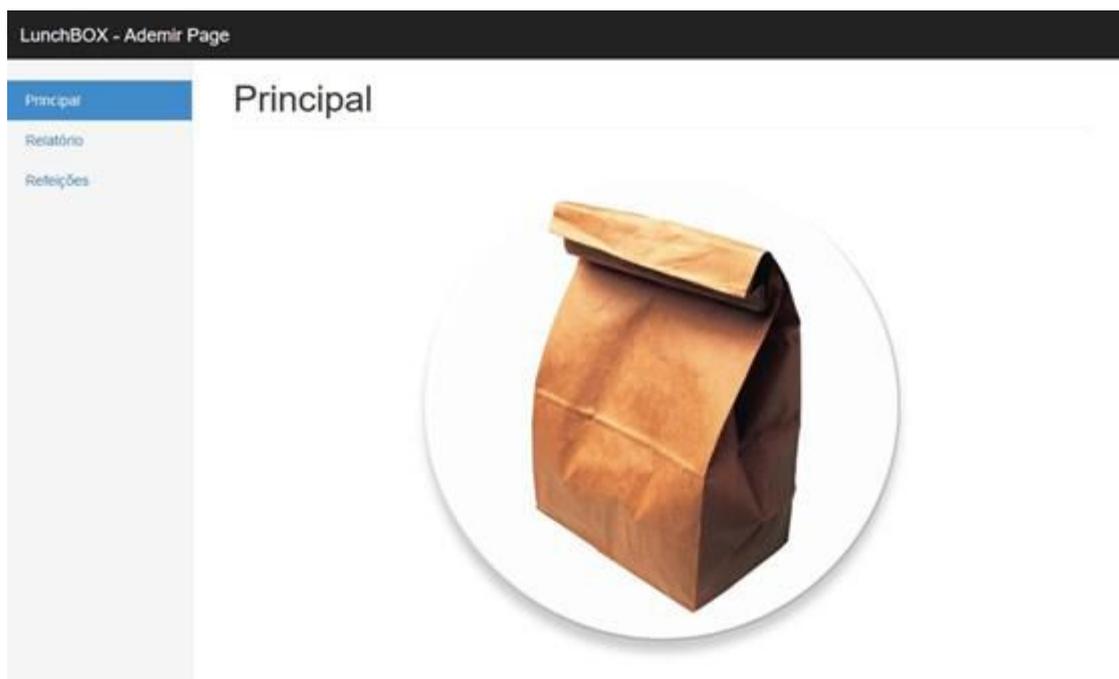


Figura 5: Sistema de administração - página principal

Como podemos ver na Figura 5, o sistema do administrador é composto por três páginas: “principal”, “relatório” e “refeições”. A página principal é estática e apenas serve para referência ao sistema. Para o administrador alterar as refeições, o mesmo deve acessar a página de “refeições”. Esta página contém um formulário com todos os respectivos dias da semana e um botão para “salvar”. Assim que acessada, a página carrega as opções já cadastradas no sistema e então o usuário pode alterar o conteúdo cadastrado, conforme mostrado na Figura 6.



Figura 6: Sistema do Administrador: Página de Refeições

Na página de relatório, é mostrado um pequeno relatório, contendo os usuários cadastrados e as refeições selecionadas pelo usuário durante a semana. Isto visa auxiliar na gestão e no controle sobre quantidade de insumos necessários para atender a demanda. Na Figura 7 é mostrado um relatório gerado pelo sistema.



Figura 7: Sistema do Administrador: Página de Relatórios

Para o web service foi implementado um sistema que o servidor recebe os parâmetros, faz a consulta no banco de dados e então retorna um JSON, onde são enviados o nome, e-mail e senha para o web servisse. Após verificar se o e-mail já não se encontra na base de dados, é criado o novo usuário. Recebemos como retorno um JSON contendo as informações cadastradas.

5. Considerações finais

O desenvolvimento deste aplicativo visa atender a uma demanda em potencial que não é atendida de maneira adequada pelos sistemas disponíveis. O aplicativo desenvolvido apresenta alguns diferenciais em relação aos aplicativos analisados no trabalho. O principal diferencial do aplicativo desenvolvido em relação aos disponíveis é o sistema de agendamento semanal. O sistema gera um relatório para o proprietário do estabelecimento contendo a relação das pessoas e os dias selecionados para receber a refeição. Nos testes o aplicativo funcionou de forma regular.

Para o futuro serão adicionadas melhorias para aperfeiçoar a usabilidade do sistema e também para aumentar sua funcionalidade. Para melhorar a usabilidade serão realizadas alterações no design do aplicativo e da página de relatórios do servidor. No aplicativo será disponibilizada a opção para que os usuários possam escolher quais alimentos desejam receber em sua refeição. Também será desenvolvido um sistema para identificação dos recipientes por código de barras. O aplicativo não foi distribuído comercialmente.

Referências

- Amadeo, R. (2014) “The history of Android”, <http://arstechnica.com/gadgets/2014/06/building-android-a-40000-word-history-of-googles-mobile-os>, Junho.
- Guto Viandas. (2016) “Guto Viandas - Cardápio do Dia!” <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.gutoviandas>, Maio.
- IDC. (2016) “Smartphone OS Market Share, Q2 2015”. <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>, Maio.
- Meireles, F. S. (2016) “27ª Pesquisa Anual do Uso de TI”. <http://eaesp.fgvsp.br/sites/eaesp.fgvsp.br/files/pesti2016gvciappt.pdf>, Julho.
- Lecheta, R. R. (2013), Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK, Novatec Editora, 3ª edição.
- Lecheta, R. R. (2015), Web Services RESTful: Aprenda a criar web services RESTful em Java na nuvem do Google, Novatec Editora, 1ª edição.
- Só Marmitas (2016). “Só Marmitas Pedido Online” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.somarmitas.pedido.online>, Maio.

III Simpósio de Informática Mobile



**IFSUL 2016
Passo Fundo - RS
19 a 21 de Outubro de 2016**

**Anais do
III Simpósio de Informática
Mobile**

simpinf.passofundo.ifsul.edu.br