

Estimativa de Projetos de Aplicativos Móveis: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Ervili T. B. de Souza¹, Tayana Conte¹

¹Grupo de Pesquisa em Usabilidade e Engenharia de Software (USES) – Instituto de Computação - Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Av. Rodrigo Otávio, nº 6.200. CEP: 69077–000, Manaus – AM – Brasil
{etbs, tayana}@icomp.ufam.edu.br

Abstract. *Mobile applications have needs and characteristics different from other information systems. These characteristics are factors that influence the effort estimation. In this context, this paper presents a systematic literature mapping about characteristics of effort predictor factors and estimation models for mobile application projects. As a result, we identified five models for size estimation, three models for effort estimation, three models for estimating size and effort together and ninety-three predictor factors. From the results, we conclude that there is no standardization of effort predictor factors that support professionals to estimate.*

Resumo. *As aplicações móveis têm necessidades e características diferentes em relação aos demais sistemas de informação. Essas características são fatores que influenciam a estimativa de esforço. Neste contexto, este artigo apresenta um mapeamento sistemático da literatura que caracteriza fatores preditores de esforço e modelos de estimativa voltados para projetos de aplicativos móveis. Como resultado, foram identificados cinco modelos para estimar tamanho, três modelos de esforço, três modelos para estimar tamanho e esforço em conjunto e noventa e três fatores preditores. A partir dos resultados, conclui-se que não há uma padronização dos fatores preditores de esforço que apoie os profissionais a estimar aplicativos móveis.*

1. Introdução

A eMarketer (2016) estima que existam mais de 2,16 bilhões de clientes móveis em todo o mundo, ou seja, mais de um quarto da população mundial utiliza smartphones, prevendo um maior crescimento no uso desta tecnologia nos próximos anos. Com a evolução dos dispositivos móveis, os usuários foram motivados a incorporar os aplicativos aos seus dispositivos para ajudá-los a realizar suas atividades diárias, como comunicação, negócios, esportes, educação e notícias.

Um aplicativo móvel é definido como o aplicativo desenvolvido para a geração atual de dispositivos móveis, popularmente conhecidos como smartphones [NAGAPPAN 2016]. De acordo com Dombroviak e Ramnath (2007), as aplicações móveis têm necessidades e características diferentes que os sistemas de informação tradicionais, tais como: centricidade (coleta de dados ou execução de ações em resposta

ao ambiente), consciência de localização absoluta (usam tipicamente métodos como GPS ou triangulação de sinal), consciência de aproximação (sensibilidade de aproximação de determinado objeto e espaço), consciência de espaço (o dispositivo está dentro da área de limite definido de lugares, exemplos: edifícios, prédios e etc.) e consciência de transição (o grau em que o comportamento de uma aplicação depende do conhecimento de transições entre espaços). Além dessas, De Souza e Aquino (2014) complementam com as seguintes características: consumo de bateria, tipos de conectividade, fator de desempenho e outros. Segundo Nitze *et al.* (2014), essas características são fatores influentes (ou restrições) que modificam a estimativa de esforço, devido a isto, determinados processos como a estimativa de esforço devem ser adaptados para este novo contexto. Os processos de estimativa são baseados em características de sistemas que quantificam a complexidade de implementá-los [DE SOUZA e AQUINO 2014].

Considerando a importância que o desenvolvimento de aplicativos móveis desempenha na indústria de hoje e suas diferentes características comparada a sistemas de software em geral, um mapeamento sistemático da literatura é importante para estabelecer o estado atual de como é realizada a estimativa de esforço de aplicativos móveis. Este mapeamento sistemático foi orientado a identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes [KITCHENHAM e CHARTES 2007].

Além desta seção introdutória, as seções seguintes deste artigo estão organizadas da seguinte forma: A Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre conceitos de estimativa de projetos. A Seção 3 detalha o protocolo do mapeamento sistemático e o método de pesquisa utilizado. A Seção 4 apresenta os resultados do mapeamento para cada questão de pesquisa. A Seção 5 discute os resultados encontrados sobre estimativa de tamanho, esforço e fatores preditores de esforço de aplicativos móveis. Por fim, a Seção 6 apresenta conclusões e trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Segundo Mendes (2014), estimar em Engenharia de Software consiste em prever prazo, recurso e esforço necessários para desenvolver um conjunto de tarefas do ciclo de vida de um projeto de software. Abreu (2011) divide a estimativa de projetos de software em três tipos:

- *Estimativa de Tamanho* - Grandeza física medida através dos requisitos, análise e projeto ou código do software com base nas suas funções e complexidade do problema.
- *Estimativa de Esforço* - Trabalho necessário para o desenvolvimento do projeto obtido a partir da estimativa de tamanho.
- *Estimativa de Prazo* - Tempo necessário para o desenvolvimento do projeto obtido a partir da estimativa de esforço e quantidade de recursos envolvidos no projeto

Mendes (2014) divide as categorias de estimativa em três tipos: estimativa baseada por especialistas que é o processo de estimativa fundamentada na experiência no desenvolvimento ou gestão de projetos anteriores, técnicas algorítmicas que

constroem modelos que representam precisamente a relação entre esforço e características do projeto através do uso de modelos algorítmicos (um exemplo é o COCOMO [BOEHM 1981]) e técnicas de inteligência artificial que são usadas como um complemento para as duas categorias anteriores. Além disso, Mendes (2007) afirma que fatores preditores de esforço são métricas de tamanho e fatores de custo.

Em relação a estimativa de aplicativos móveis, De Souza e Aquino (2014) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre as características das aplicações móveis. Do conjunto de 234 artigos identificados, 40 foram aceitos por meio dos critérios definidos por eles e 29 características foram extraídas. Depois, os autores realizaram um refinamento dessas características por meio de um *survey* nas universidades e empresas que desenvolvem aplicativos móveis com a finalidade de ratificar as características previamente levantadas e para provar sua respectiva influência sobre o desenvolvimento móvel, resultando em 13 características. Porém, o foco deste mapeamento sistemático é investigar como é realizada a estimativa de aplicativos móveis e não em características específicas de aplicativos móveis. A seção a seguir apresenta o protocolo do mapeamento sistemático da literatura realizado pelas autoras deste artigo.

3. Mapeamento Sistemático da Literatura

3.1. Questões de Pesquisa

Uma abordagem para a formulação das questões de pesquisa é utilizar os critérios especificados pelo PICOC [KITCHENHAM E CHARTERS 2007] que investiga as estruturas das perguntas de acordo com cinco atributos: população, intervenção, comparação, resultados e contexto. No entanto, o foco deste mapeamento da literatura é caracterizar intervenções, logo os atributos de comparação não serão utilizados e, portanto, apenas atributos como a população, intervenção e resultado (PIO) serão considerados. A Tabela 1 mostra os detalhes.

Tabela 1. Questões de investigação estruturadas pelos critérios do PIO

População	Projetos de Aplicativos Móveis
Intervenção	Métodos / técnicas/ modelos utilizados para a estimativa de tamanho e/ou esforço para aplicativos móveis, fatores preditores considerados.
Resultado	Métodos / técnicas/ modelos utilizados para aplicativos móveis e fatores preditores.

A questão de pesquisa foi formulada para que pudesse abranger todo o escopo de estimativa de projetos de aplicativos móveis em Engenharia de Software. Neste contexto, a questão de pesquisa deste mapeamento sistemático é a seguinte: “*Como é realizada a estimativa de projetos de aplicativos móveis?*”. A partir dessa questão de pesquisa foram definidas três subquestões:

- *Que modelos e métodos têm sido utilizados para a estimativa de tamanho e esforço de aplicativos móveis?*
- *Como foram avaliados os modelos e métodos de estimativa?*

- *Que fatores têm sido investigados como preditores de esforço para Aplicativos Móveis?*

3.2. Termos de Pesquisa

Os termos de pesquisa foram reunidos em uma *string* de busca que foi utilizada no processo de pesquisa. Os termos estão escritos em inglês por ser adotado pela grande maioria das conferências e periódicos internacionais relacionados ao tema de pesquisa. A seguir está a *string* de busca, sendo que foi utilizado um recurso oferecido pelas fontes de busca que delimita a área de pesquisa Ciência da Computação.

(“Mobile apps” OR “Mobile Applications” OR “Mobile Computing” OR “Mobile System” OR “Mobile Software”) AND (“Process” OR “Technique” OR “Model” OR “Method” OR “Approach” OR “Features” OR “Characteristics” OR “Factors”) AND (“Effort Estimat” OR “Effort Prediction” OR “Effort Measurement” OR “Size Estimat*” OR “Functional Size Measurement”)*

Para avaliar a qualidade e abrangência da *string* de busca, foi realizada uma pesquisa exploratória na qual foram definidos 4 artigos de controle, que são Nitze *et al.* (2014), De Souza e Aquino (2014), Heeringen e Gorb (2014) e Ferrucci *et al.* (2015b). Após a execução da *string* de busca nas bibliotecas digitais, verificou-se que os artigos de controle estavam entre as publicações retornadas.

2.4. Fontes de Busca

A busca foi realizada nas bibliotecas digitais Scopus, Engineering Village e ACM, pois as três bibliotecas digitais possuem um bom funcionamento e abrangência de suas máquinas de busca, evidenciada em alguns trabalhos, como o de Nitze *et al.* (2014), Francese *et al.* (2015) e Pocatilu e Vetrici (2009). Kitchenham e Charters (2007) afirmam que a Scopus é a maior base de dados de indexação de resumos e citações. A ACM DL também indexa algumas publicações da Springer Link, Science Direct. Trindade *et al.* (2008) afirmam que Engineering Village agrega informações de diversos bancos de dados bibliográficos em Ciência da Computação (Compendex e Referex), abrangendo importantes periódicos e conferências da IEEE, ACM, Springer e Elsevier.

3.5. Critérios de Seleção de Estudos

A fim de selecionar os estudos que melhor respondem as questões de pesquisa, Kitchenham e Charters (2007) sugerem a definição de critérios de inclusão e exclusão para os estudos que são retornados pela *string* de busca. Para este mapeamento, foram definidos os critérios descritos na Tabela 2. Não foi adicionado critério de exclusão de artigos que não fossem relacionados a artigos primários com o objetivo de abranger estudos secundários e terciários, pois nenhuma revisão ou mapeamento da literatura específico sobre estimativa de aplicativos móveis foi retornado nas buscas.

3.6. Processo de Seleção de Estudos

O mapeamento sistemático foi conduzido por duas pesquisadoras e o processo de seleção de estudos foi sistematizado seguindo três etapas: (1) execução da busca; (2) primeiro filtro e (3) segundo filtro.

Durante a execução de busca, foram realizados quatro refinamentos na *string* de busca para obter melhores resultados. Não houve restrição no período de tempo, porém a busca do último refinamento da *string* ocorreu em novembro de 2016. Utilizou-se a *string* de busca nas fontes selecionadas e armazenou-se o conjunto de referências recuperadas na ferramenta Start¹.

Tabela 2. Critérios de Seleção

#	Código	Descrição
Critérios de Inclusão	CI01	O artigo analisa a estimativa de esforço e/ou tamanho dentro do domínio do desenvolvimento de Aplicativos Móveis.
	CI02	O artigo caracteriza os fatores preditores de esforço no desenvolvimento de Aplicativos Móveis.
Critérios de Exclusão	CE01	O artigo não analisa a estimativa de esforço e/ou tamanho dentro do domínio do desenvolvimento de Aplicativos Móveis.
	CE02	O artigo não realiza a estimativa nas fases iniciais do projeto.
	CE03	O artigo estima o tamanho do espaço de armazenamento que o aplicativo irá ocupar.
	CE04	Artigos duplicados.
	CE05	Falta de disponibilidade do artigo para download.
	CE06	Artigos que não estão escritos em Inglês ou em Português.

No primeiro filtro, foram analisados os artigos retornados na busca por meio dos critérios de inclusão e exclusão, através da leitura dos títulos e abstracts dos artigos. No segundo filtro, foi realizada a leitura completa dos artigos incluídos no primeiro filtro e analisados novamente por meio dos critérios de inclusão e exclusão. Foram excluídos os artigos cujo conteúdo não atendia aos critérios de seleção, justificando a decisão. Após a verificação dos resultados da seleção do segundo filtro, foi realizada a extração dos dados dos artigos incluídos. Os resultados quantitativos obtidos em cada etapa do procedimento de seleção dos artigos são resumidos na Figura 1.

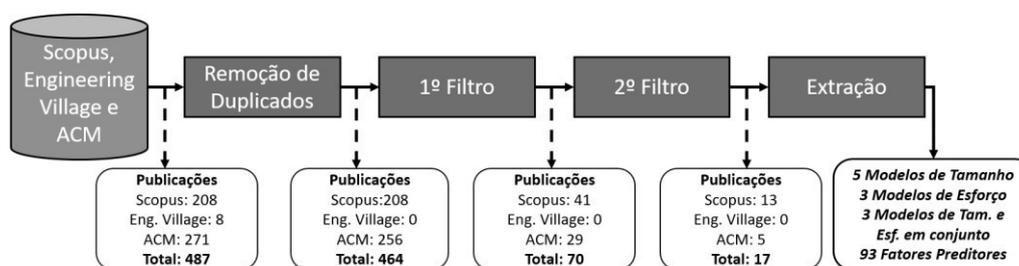


Figura 1. Processo de Seleção de Publicação

Durante a execução da busca, foram retornados 487 artigos nas fontes de busca. Em seguida, foram removidos os artigos duplicados, o primeiro filtro foi realizado por uma pesquisadora que analisou cada artigo, supervisionado pela outra pesquisadora. Foi conduzido um teste na biblioteca Engineering Village, porém 100% das publicações foram duplicadas em relação aos resultados da Scopus. A lista de todas as publicações extraídas está disponível no Relatório Técnico [DE SOUZA e CONTE 2017].

¹ http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool

Com intuito de garantir a confiabilidade do processo de seleção, uma amostra de 50 artigos, selecionados aleatoriamente, foi utilizada para analisar o grau de concordância entre as duas pesquisadoras durante a seleção dos artigos. O acordo entre estas duas pesquisadoras foi avaliado utilizando-se o método estatístico Teste Kappa [COHEN 1960]. O resultado obtido foi um nível de concordância igual a 0,729, indicando uma concordância significativa entre as pesquisadoras [LANDIS & KOCH 1977].

3.7. Procedimento de Extração dos Dados dos Artigos Selecionados

Depois do término do segundo filtro, os artigos selecionados foram submetidos ao processo de extração dos dados. A extração foi realizada de forma sistemática por meio de um formulário definido para registrar as informações necessárias relativas a cada artigo. O formulário de extração permite o registro de todas as informações necessárias para responder às questões de pesquisa. O modelo do formulário de extração encontra-se no relatório técnico [DE SOUZA e CONTE 2017].

4. Resultados

4.1 Visão Geral dos Resultados

No primeiro momento, os resultados do mapeamento sistemático foram analisados quantitativamente em relação aos veículos e ao ano de publicação. Em relação aos veículos de publicação, 11% dos artigos foram publicados em revistas ou periódicos, enquanto 89% foram publicados em conferências. No que se refere ao período de publicação, a Figura 2 mostra as publicações por ano. Desde 2005, a estimativa de projeto de aplicativos móveis vem sendo relatada nas publicações científicas. Uma possível explicação por não ter estudos em 2016 é que as publicações e trabalhos relevantes ainda não tinham sido indexados nas fontes de busca.

Das publicações analisadas para os projetos de aplicativos móveis, 28% descrevem modelos de estimativa de tamanho, 6% abordam modelos de estimativa de esforço, 17% analisam fatores preditores de esforço, 11% abordam modelos de estimativa de tamanho e esforço no mesmo trabalho e 39% falavam de ambos (estimativa de tamanho, esforço e fatores preditores de esforço para projetos de aplicativos móveis).

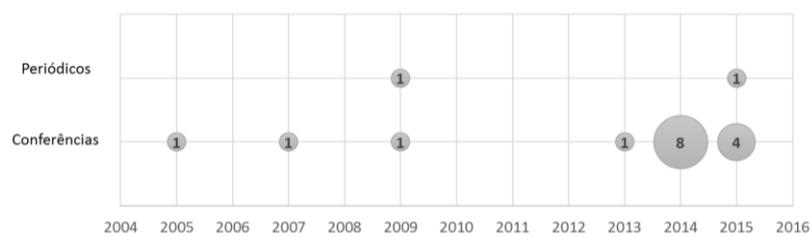


Figura 2. Distribuição das publicações por ano e por tipo de publicação.

4.2. Que modelos e métodos têm sido utilizados para a estimativa de tamanho e esforço de aplicativos móveis?

Foram identificados 11 modelos de estimativa de projetos de aplicativos móveis. Pode-se observar que modelos de estimativa de tamanho foram os mais citados com 45%, enquanto que os modelos de estimativa de esforço com 27% e os modelos que estimam tamanho e esforço em conjunto correspondem 27% também. Os resultados dessa questão de pesquisa foram subdivididos em modelos de estimativa de tamanho, esforço e ambos.

- *Estimativa de Tamanho* – o modelo é focado em estimar o tamanho funcional do aplicativo em pontos de função [Albrecht 1979] ou pontos de função cosmic [COSMIC 2015]. Os modelos são encontrados em Abdullah *et al.* (2013), Abdullah *et al.* (2014), Heeringen e Gorb (2014), Ferrucci *et al.* (2015a) e D’Avanzo *et al.* (2015).
- *Estimativa de Esforço* – o modelo é focado em estimar o esforço que será necessário para desenvolver o aplicativo móvel em horas/ pontos de função cosmic. Os modelos são encontrados em Pocatilu e Ventrici (2009a), Pocatilu e Ventrici (2009b) e Keränen e Abrahamsson (2005).
- *Ambos* – o modelo é focado em estimar conjuntamente o tamanho e esforço para desenvolver o aplicativo móvel. Os modelos são encontrados em Nitze *et al.* (2014), De Souza e Aquino (2015) e Francese *et al.* (2015).

O resumo de cada modelo encontra-se no relatório técnico em De Souza e Conte (2017). Além disso, algumas características dos modelos julgadas relevantes foram analisadas a seguir:

- *Classificação de Estimativa* - os modelos encontrados foram classificados em três categorias de estimativa definidos por Mendes (2014). As categorias são modelos classificados como técnicas algorítmicas, baseado por especialista e híbridos (como por exemplo, Pocatilu e Ventrici (2009b) utiliza um modelo que é classificado em técnicas algorítmicas e baseado por especialistas). Cerca de 64% modelos são classificados como técnicas algorítmicas, 27% híbridos e apenas 9% baseado por especialistas.
- *Entrada de Dados* – os modelos apontados possuem entrada de dados específicas para estimar projetos. Cerca de 18% dos modelos utilizam diagramas da UML, 64% usam documentos de requisitos, apenas 9% usam *template* de *mockups* e 9% usam *uses stores*. Logo a maioria utiliza documento de requisitos para estimar esse tipo de projeto.
- *Métrica de Tamanho* – os modelos encontrados que estimam somente o tamanho e esforço conjuntamente contabilizam 9 modelos e definiram a métrica de tamanho em pontos de função cosmic [COSMIC 2015], pontos de função [Albrecht 1979], medição RAD (documento de análise de requisitos) e medição SC (código-fonte) [FRANCESE et al 2015]. Cerca de 78% utilizam pontos de função cosmic, 11% pontos de função, e 11% medição RAD & medição SC.

- *Métrica de Esforço* – os modelos que estimam somente o esforço conjuntamente com o tamanho contabilizam 6 modelos e utilizam as seguintes nomenclaturas para as métricas de esforço: cerca de 33% utiliza horas, 17% pessoa-hora, 33% homens-ano e 17% não informam a métrica que utiliza.
- *Ponderam Fatores* – os modelos utilizam fatores preditores de esforço para estimar projetos de aplicativos móveis. Esses fatores foram classificados em Métricas de Tamanho e Fatores de Custo que são detalhados na seção 4.4. Cerca de 73% dos modelos ponderam fatores preditores de esforço específicos para aplicativos móveis que podem ser encontrados em Abdullah *et al.* (2013), Abdullah *et al.* (2014), Heeringen e Gorb (2014), Nitze *et al.* (2014), De Souza e Aquino (2015), Pocatilu e Ventrici (2009a), Pocatilu e Ventrici (2009b) e Francese *et al.* (2015). Os outros 27% dos modelos não ponderam fatores.

4.3. Como foram avaliados os modelos e métodos de estimativa?

De 11 modelos de estimativa de projetos de aplicativos móveis identificados, apenas 7 foram avaliados experimentalmente, correspondendo cerca de 64% dos modelos encontrados.

Apenas um estudo comparativo, realizado por Ferrucci *et al.* (2015b), foi encontrado no mapeamento. Eles compararam dois modelos de estimativa de tamanho proposto por D’Avanzo *et al.* (2015) e Heeringen e Gorb (2014). Os resultados mostraram que o tamanho funcional COSMIC [COSMIC 2015] avaliado com o modelo Heeringen e Gorb (2014) que a precisão da predição não satisfaz os critérios de avaliação e se mostrou ligeiramente pior do que o obtido no estudo original baseado na abordagem proposta por D’Avanzo *et al.* (2015). A Tabela 3 mostra como foram avaliados experimentalmente os modelos.

Tabela 3. Lista de Modelos Avaliados Experimentalmente

Referência	Metodologia	Ambiente	Tipo de Análise de Dados	Amostra
Abdullah <i>et al.</i> (2013)	Estudo de Caso	Industria	Quantitativo	1
D’Avanzo <i>et al.</i> (2015)	Experimento Controlado	Industria	Quantitativo	8
Ferrucci <i>et al.</i> (2015) (a)	Estudo de Caso	Industria	Quantitativo	13
Ferrucci <i>et al.</i> (2015b)	Experimento Controlado	Industria	Quantitativo	13
Francese <i>et al.</i> (2015)	Estudo de Caso	Academia	Quantitativo	23
Keränen e Abrahamsson (2005)	Estudo de Caso	Industria	Quantitativo e Qual.	1
De Souza e Aquino (2014 a,b,c) e De Souza e Aquino (2015)	Experimento Controlado	Academia	Quantitativo	2

Os principais resultados estão destacados a seguir:

- *Metodologia Experimental* – os modelos foram avaliados da seguinte forma: cerca de 57% usaram estudo de caso e 43% usaram experimento controlado.
- *Ambiente* – cerca de 29% dos modelos foram avaliados na academia e 71% foram avaliados na indústria.

- *Tipo de Análise de Dados* – os modelos foram avaliados pelos seguintes tipos de análise de dados: Cerca de 86% quantitativamente e 14% qualitativamente.
- *Amostra* – foi contado o número de aplicativos que foram usados para o experimento que variou entre 1 a 23 aplicativos.

4.4. Que fatores têm sido investigados como preditores de esforço para Aplicativos Móveis?

Entre os estudos selecionados, foram encontradas evidências relevantes de fatores preditores de esforço de projeto de aplicativos móveis. Dos 18 estudos retornados, apenas 10 apontaram fatores preditores de esforço, correspondendo a cerca de 59%. Foram extraídos 93 fatores que foram organizados em uma hierarquia de 4 níveis (ver Figura 3, adaptação da hierarquia da taxonomia proposta por Britto *et al.* (2017), cada nível é formado por categorias.

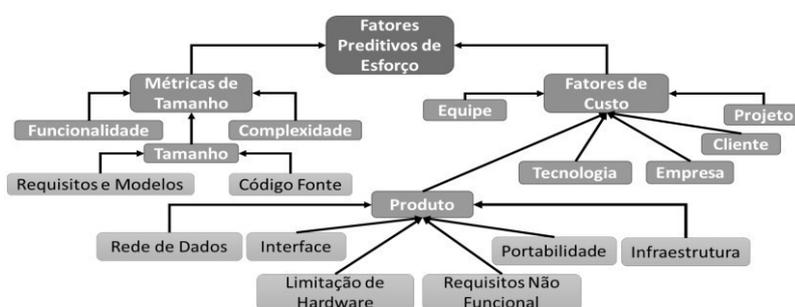


Figura 3. Fatores Preditores de Esforço: Como estão organizados

As categorias do terceiro e quarto níveis hierárquico são definidas da seguinte forma:

- **Métricas de tamanho**
 - *Tamanho* - Esta categoria inclui métricas que medem diretamente o comprimento de aplicações Web com base no tamanho / comprimento dos seus elementos de composição.
 - *Funcionalidade* - Esta categoria engloba métricas que medem indiretamente o tamanho do aplicativo móvel, baseadas em suas características e funções.
 - *Complexidade* - Esta categoria abrange métricas que medem indiretamente o tamanho do aplicativo móvel, baseadas na dificuldade associada com os seus elementos de composição.
- **Fatores de custo**
 - *Cliente* - esta categoria abrange fatores de custo relacionados ao cliente que exige o desenvolvimento de um aplicativo móvel.
 - *Empresa* - esta categoria engloba os fatores de custos associados à empresa contratada por um cliente para desenvolver um aplicativo o aplicativo móvel.
 - *Produto* - esta categoria inclui os fatores de custo relacionados a requisitos e restrições associada a um aplicativo móvel.

- *Projeto* - esta categoria abrange os fatores de custo associados à configuração de um aplicativo móvel.
- *Equipe* - esta categoria abrange os fatores de custo que estão associados com a equipe de desenvolvimento responsável pela execução de um projeto de aplicativo móvel.
- *Tecnologia* - Esta categoria abrange os fatores de custos associados às tecnologias (Linguagem de programação, ferramentas, plataformas) exigidos em um projeto de aplicativo móvel.

Os fatores preditores de esforço estão no Apêndice deste artigo.

5. Discussão

Este mapeamento sistemático visou identificar modelos de estimativa e fatores preditores de esforço no contexto do desenvolvimento de aplicativos móveis. Os resultados mostraram que existem vários estudos propondo modelos e fatores preditores. No entanto, ainda existem algumas lacunas que podem ser exploradas por estudos futuros:

- Não houve consenso sobre quais fatores preditores de esforço utilizar no processo de estimativa, ou seja, apenas alguns fatores são comuns em vários estudos. Logo, uma investigação mais detalhada sobre os preditores de esforço é justificada;
- Apenas 1 estudo apresentou uma comparação entre dois modelos [FERRUCCI *ET AL.* 2015b], o que dificulta a definição do modelo mais adequado para o contexto de aplicativos móveis. Outro fator limitante é a indisponibilidade dos modelos em um número considerável de estudos, o que dificulta a realização desse tipo de comparação;
- Quando se trata dos modelos de estimativa mais utilizados, os resultados mostraram que há uma tendência dos pesquisadores em proporem modelos do tipo técnicas algorítmicas para estimar projetos de aplicativos móveis.
- Alguns modelos foram avaliados experimentalmente, de 11 modelos encontrados, apenas 7 foram avaliados. Dos que foram avaliados, apenas 1 foi analisado qualitativamente. Segundo Usman *et al.* (2014), a não medição da precisão da previsão dos modelos pode implicar no não interesse dos pesquisadores e profissionais no uso dos modelos, uma vez que não conseguiram fornecer evidência de quão adequadas são os modelos de estimativa de esforço.
- Poucos modelos estimam o tamanho e esforço conjuntamente. De 11 modelos encontrados, apenas 3 foram propostos. Modelos que estimam o tamanho e esforço em conjunto torna mais simples a estimativa.
- Atualmente, não há diretrizes para os profissionais decidirem qual modelo de estimativa ou fatores preditores de esforço escolherem em um determinado projeto de aplicativo móvel.

Apesar da maioria dos modelos de estimativa utilizarem fatores preditores de esforço, ainda há espaço para mais pesquisas nesta área, a fim de melhorar a qualidade dos modelos de estimativa.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste mapeamento sistemático, foram analisadas as publicações referentes aos modelos de estimativa de tamanho, esforço e fatores preditores de esforço de projetos de aplicativos móveis. A partir de um conjunto inicial de 487 publicações, foram selecionadas 18 publicações, resultando em 6 modelos para estimar tamanho, 3 modelos de esforço, 3 modelos para estimar ambos em conjunto e 93 fatores preditores de esforço.

Embora vários estudos tenham sido conduzidos com relação à estimativa de tamanho e esforço para projetos de aplicativos móveis, os resultados revelaram que não há um modelo contendo todos os fatores citados na literatura que ajude os profissionais a selecionarem preditores de esforço. Assim, as lacunas identificadas neste mapeamento sistemático podem ser um ponto de partida para outros pesquisadores. Como trabalhos futuros pretende-se investigar qualitativamente quais são os fatores preditores de esforço que os especialistas e praticantes apontam hoje em dia na indústria e em seguida, comparar esses fatores resultantes dessas duas investigações (MSL e Qualitativo). Através desta comparação, pretende-se criar um conjunto mais completo de fatores preditores de esforço que servirá como base para uma taxonomia de fatores preditores de esforço para projetos de aplicativos móveis.

Agradecimentos

As autoras gostariam de agradecer a pesquisadora Emilia Mendes, a agência de fomento FAPEAM através do número de processo 062.02646/2014 e ao Grupo Usabilidade e Engenharia de Software (USES) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) por todo apoio a este trabalho.

Referencias

- Abdullah, N. A. S., Rusli, N. I. A., e Ibrahim, M. F. (2013). “A case study in COSMIC functional size measurement: Angry bird mobile application”, In 2013 IEEE Conference on Open Systems, ICOS 2013, p. 139–144.
- Abdullah, N. A. S., Rusli, N. I. A., e Ibrahim, M. F. (2014). “Mobile game size estimation: Cosmic fsm rules, uml mapping model and unity3d game engine”. In Open Systems (ICOS), p. 42-47.
- Abreu, F. P. (2011). “Estimativa de Software Baseada em Ponto de Caso de Uso: Curso introdutório”, <http://pt.slideshare.net/enovar/estimativa-de-software-em-pontos-de-caso-de-uso>, Outubro.
- Albrecht, A. J. (1979). “Measuring application development productivity”. In Proc. of the Joint SHARE/GUIDE/IBM Application Development Symposium, p. 83-92.
- Boehm, B. W. (1981). “Software engineering economics”, Vol. 197, Englewood Cliffs (NJ): Prentice-hall.

- Britto, R., Usman, M., Mendes, E. (2017). “A Taxonomy of Web Effort Predictors”, In Journal of Web Engineering (JWE).
- Cohen, J., (1960). “A coefficient of agreement of nominal scales”. Educational and Psychological Measurement, p.37–46.
- COSMIC. (2015). “The COSMIC Functional Size Measurement Method Version 4.0.1 Measurement Manual”, <http://cosmic-sizing.org/publications/measurement-manual-401/>, Abril.
- D’Avanzo, L. D., Ferrucci, F., Gravino, C., Salza, P., Giovanni, V., Ii, P., e Sa, F. (2015). “COSMIC Functional Measurement of Mobile Applications and Code Size Estimation”, p. 1631–1636.
- De Souza, E. T. B. e Conte, T. (2017). “Estimativa de Projetos de Aplicativos Móveis: Um Mapeamento Sistemático”. In Relatório Técnico USES TR-USES-2017-011. <http://uses.icomp.ufam.edu.br/wp-content/uploads/2017/05/RT-USES-2017-011.pdf>.
- De Souza, L. S., e De Aquino Jr, G. S. (2014). “Meffortmob: a effort size measurement for mobile application development”. In: International Journal of Software Engineering and Applications, v.5, n°4, p. 63.
- Dombroviak, K. M., & Ramnath, R. (2007). “A taxonomy of mobile and pervasive applications”. In Proceedings of the 2007 ACM symposium on Applied computing, p. 1609-1615.
- eMarketer. (2016). “2 Billion Consumers Worldwide to Get Smart(phones)”, <http://www.emarketer.com/Article/2-Billion-Consumers-Worldwide-Smartphones-by-2016/1011694>, Abril.
- Ferrucci, F., Gravino, C., Salza, P., e Sarro, F. (2015). “Investigating Functional and Code Size Measures for Mobile Applications”. In 2015 41st Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, p. 365–368.
- Ferrucci, F., Gravino, C., Salza, P., e Sarro, F. (2015). “Investigating Functional and Code Size Measures for Mobile Applications: A Replicated Study”. In International Conference on Product-Focused Software Process Improvement, p. 271–287.
- Francesse, R., Gravino, C., Risi, M., Scanniello, G., e Tortora, G. (2015). “On the Use of Requirements Measures to Predict Software Project and Product Measures in the Context of Android Mobile Apps: A Preliminary Study”. In 2015 41st Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, p. 357–364.
- Heeringen, H. Van, e Gorp, E. Van. (2014). “Measure the functional size of a mobile app: Using the cosmic functional size measurement method”. Proceedings - 2014 Joint Conference of the International Workshop on Software Measurement, IWSM 2014 and the International Conference on Software Process and Product Measurement, Mensura 2014, p. 11–16.
- Keränen, H., e Abrahamsson, P. (2005). “A Case Study on Naked Objects in Agile Software Development”, p. 189–197.

- Kitchenham, B., e Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Staffordshire, UK.
- Landis, J.R. e Koch, G.G., (1977). “The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. Biometrics, p. 159–174.
- Mendes, E. (2014). “Practitioner's Knowledge Representation: A Pathway to Improve Software Effort Estimation”. Springer Science and Business, p.27.
- Nagappan, M. (2016). “Future Trends in Software Engineering Research for Mobile Apps”. Software Analysis, Evolution, and Reengineering (SANER '16), p. 14–18.
- Nitze, A., Schmietendorf, A., e Dumke, R. (2014). “An analogy-based effort estimation approach for mobile application development projects”. Conference on Software Process and Product Measurement (IWSM-MENSURA), p. 99–103.
- Pocutilu, P., e Vetrici, M. (2009). “M-applications Development using High Performance Project Management Techniques 3 Time / Duration Management Models”, p. 123–128.
- Trindade, C. C., Moraes, A. K., e Meira, S. R. L. (2008). “Comunicação em equipes distribuídas de desenvolvimento de software: Revisão sistemática”. In ESELAW'08: Proceedings of the 5th Experimental Software Engineering Latin American Workshop.
- Usman, M., Mendes, E., Weidt, F., & Britto, R. (2014). “Effort estimation in agile software development: a systematic literature review”. In Proceedings of the 10th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, p. 82–91.

Apêndice

A Referência EP1 a EP15 estão descritas no Apêndice B do Relatório Técnico em De Souza e Conte (2017).

Métricas	Categoria	Fator	Referência
Métricas de Tamanho	Tamanho		
	Requisitos e Modelos	Número de Requisitos Funcionais	EP1
		Número de Atores do Caso de Uso	EP1
		Número de Casos de Uso	EP1
		Número de Classes	EP1
		Número de Diagramas de Sequência	EP1
	Código Fonte	Número de Classes	EP1
		Número de Arquivos	EP1
		Número de Métodos (incluindo os herdados)	EP1
		Número de todas as linhas	EP1
		Número de linhas contendo código fonte	EP1
		Número de linhas contendo comentários	EP1
		Número de declarações	EP1
		Tamanho do código (kB)	EP11
		Número de arquivos XMI sobre elementos gráficos de um aplicativo para dispositivos móveis.	EP1
	Complexidade		
	Complexidade	Complexidade	EP5
Complexidade Ciclométrica		EP1	

Métricas	Categoria	Fator	Referência
	Funcionalidade	COSMIC	EP3, EP4, EP7, EP11, EP12, EP13, EP14, EP15
		IFPUG	EP2
Fatores de Custo	Equipe de Desenvolvimento	Produtividade da equipe	EP6
		Comunicação entre a equipe	EP5, EP6
		Experiência da equipe	EP6, EP7
		Envolvimento individual dos membros da equipe.	EP6
		Conhecimento de desenvolvimento em áreas e aplicações empresariais	EP6
		Educação de pessoas	EP6
		Definição de papéis das equipes	EP6, EP7
		Nível de mudanças de Equipe	EP7
	Empresa	Organização de Domínio de Negócios	EP7
		Dados de Domínio de Negócios Warehouse & BI	EP7
		Nível de certificação da empresa	EP6
		Regras e Regulamentos dirigidos	EP7
		Objetivos das partes interessadas.	EP6
		Cliente de Domínio Empresarial e Gestão de Contas	EP7
		Hipotecas de domínio empresarial	EP7
		Falhas de software e hardware	EP6
		Envolvimento dos concorrentes	EP6
	Cliente	Competências e expectativas dos usuários e clientes	EP6
	Fornecedor	Competências de fornecedores	EP6
	Projeto	Preparação da gestão da mudança	EP6
		Steady Heartbeat	EP7
		Processo de validação e verificação e implementação	EP6
		Agile (Scrum)	EP7
		Teste em ambiente real	EP6
		Baseado em Release (um aplicativo)	EP7
		Migração	EP7
		Nenhuma informação disponível no Campo de aplicação (especialmente para novos, Aplicações inovadoras)	EP6
		Tecnologia orientada (Technology Driven)	EP7
		Versão única do Projeto	EP7
		Dificuldade de mensurar o processo	EP5
		Dificuldade de enumerar os estados do programa	EP5
		Dificuldade de entendimento dos custos de modificações	EP5
		Falta de agendar atrasos no cronograma	EP5
Falta de Confiabilidade		EP5	
Tecnologia	Tempo de vida que a instância da aplicação	EP8	
	Persistência dos dados da aplicação	EP8	
	Tempo de Vida	EP8	
	Fator de Contexto	EP2	
	Consciência de Localização Absoluta	EP8	

Métricas	Categoria	Fator	Referência	
		Consciência de Espaço	EP8	
		Restrição de Tempo de Resposta	EP8	
		Consciência de Proximidade	EP8	
		Consciência de Eventos	EP8	
		Consciência de Transição	EP8	
		Consciência de Objetos	EP8	
		Publicidade (anúncios)	EP3	
		Realidade aumentada	EP3	
		Consciência operacional	EP8	
		Centricidade	EP8	
		Objetivo	EP7	
		Sistema de Rastreamento	EP3	
		Produto		
	Rede de dados	Largura de banda da rede	EP2, EP6	
		Tráfego mínimo de dados	EP4	
		Comutação de Wifi	EP4	
		Tipos de Conectividade na rede	EP2, EP4	
	Interface	Variação de interface	EP2	
		Qualidade visual	EP3	
		Modos de apresentação	EP3, EP4	
		Interface Gráfica: Tamanho das Telas	EP2	
	Limitação de Hardware	Baixo Consumo de Bateria	EP2, EP4	
		Interrupções de Chamada	EP4	
		Fator de Desempenho	EP2, EP4	
	Portabilidade	Compatibilidades de software;	EP6	
		Compatibilidades de dispositivos móveis;	EP3, EP6	
		Portabilidade entre sistemas operacionais	EP3, EP5	
Compatibilidade entre emuladores e dispositivos móveis		EP6		
Infra-Estrutura	Maturidade tecnológica da plataforma	EP3		
	Dependências com outros sistemas	EP7		
	Tipos de sistemas de back-end (CMS, web site,ERP, CRM ...)	EP3, EP4		
	Sistema Operacional	EP5		
	Bugs existentes no software	EP6		
	Uso de APIs nativas (Maior Esforço)	EP6		
Requisitos Não-Funcionais	Colaboração	EP8		
	Segurança	EP4, EP7		
	Qualidade dos produtos	EP6		