



PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



**UM ESTUDO SOBRE O USO DE SIMULAÇÃO EM
ECOSSISTEMAS DE SOFTWARE MÓVEL**

ALLAN JOSÉ DE SOUZA BEZERRA .:

Orientador: Arilo Claudio Dias Neto, DSc.

Manaus
2018

ALLAN JOSÉ DE SOUZA BEZERRA

**UM ESTUDO SOBRE O USO DE SIMULAÇÃO EM
ECOSSISTEMAS DE SOFTWARE MÓVEL**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Informática,
PPGI, da Universidade Federal do
Amazonas, como requisito
necessário para obtenção do grau
de Mestre em Informática.

Orientador: Arilo Claudio Dias Neto, DSc.

Manaus
2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B574s	Bezerra, Allan José de Souza Um Estudo sobre o uso de Simulação em Ecossistemas de Software Móvel / Allan José de Souza Bezerra. 2018 98 f.: il. color; 31 cm. Orientador: Arilo Claudio Dias Neto Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas. 1. Ecossistema. 2. Software. 3. Simulação. 4. Aplicações. 5. Loja de Aplicações. I. Dias Neto, Arilo Claudio II. Universidade Federal do Amazonas III. Título
-------	---



PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



UFAM

FOLHA DE APROVAÇÃO

"Um Estudo Sobre o Uso de Simulação em Ecossistemas de Software Móvel"

ALLAN JOSÉ DE SOUSA BEZERRA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Professores:

Arilo Claudio Dias Neto

Prof. Arilo Claudio Dias Neto - PRESIDENTE

David Braga Fernandes de Oliveira

Prof. David Braga Fernandes de Oliveira - MEMBRO EXTERNO

Márcio de Oliveira Barros

Prof. Márcio de Oliveira Barros - MEMBRO EXTERNO

Manaus, 21 de Março de 2018

Fernando Pessoa - MAR PORTUGUÊS

Ó mar salgado, quanto do teu sal
São lágrimas de Portugal!
Por te cruzarmos, quantas mães choraram,
Quantos filhos em vão rezaram!

Quantas noivas ficaram por casar
Para que fosses nosso, ó mar!
Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.

Quem quiere passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.

Aos meus filhos amados Miguel e Lucas pelo carinho e apoio.

Agradecimentos

Essa jornada começou no dia 4 de abril de 2015. Na manhã deste dia, meu 2º filho, Lucas, nasceu, e à tarde eu iria para a primeira aula do mestrado. Esta foi a segunda tentativa de cursar o Mestrado, pois na primeira, na UNICAMP, não concluí. Durante todos esses anos, o insucesso da UNICAMP sempre me atordoou, em diversas noites eu me vi questionando as razões que me levaram a ser mal sucedido nesse projeto. Hoje fica claro que me faltaram várias coisas: maturidade, estrutura familiar e até dinheiro para manter uma rotina tranquila de estudos.

Hoje, essa pausa faz sentido. Voltei meus estudos para a área de gestão, graduei-me na própria UNICAMP, retornei a Manaus, tive experiências profissionais maravilhosas, trabalhei nas principais empresas de tecnologia do país.

Nessa jornada, por ironia do destino, gerenciei diversos projetos de inovação aberta com dezenas de universidades brasileiras. Coordenei atividades de Pesquisa e Desenvolvimento com vários pesquisadores dessas universidades, sendo a maioria deles mestres e doutores.

Tentar novamente não foi uma decisão fácil depois de tantos anos. Eu agradeço profundamente ao Instituto de Computação da UFAM, que me acolheu e recebeu com muito carinho. Agradeço ao meu colega de graduação e amigo, Prof. Arilo, por todo o suporte e orientação nessa jornada. Meu profundo respeito ao Prof. Arilo pelo profissionalismo com que conduz suas turmas e suas pesquisas. Agradeço aos Professores do IComp que contribuíram com esse trabalho, em especial a Profa Tayana Conte. Meus agradecimentos a Haline Barbosa pela leitura e contribuições a essa pesquisa. Obrigado a Talita Fernandes pelo carinho em revisar a versão final deste texto.

Agradeço a todos os meus colegas do grupo de Pesquisa em Teste de Software (ExpertS) pelo carinho, apoio e valiosas contribuições. Agradecimento especial a Awdren Fontão por todas as sugestões a essa pesquisa.

Obrigado ao *Samsung Ocean Center*, o qual ajudei a construir, e me apoiou durante a "construção" dessa pesquisa. Agradeço os meus colegas do *Ocean* pelo companheirismo e amizade.

Obrigado aos meus pais. Meus agradecimentos aos meus filhos, razão principal de eu ter decidido finalizar mais esse capítulo da minha vida. Obrigado a Priscilla Afonso pelo apoio incondicional. Obrigado a todos os membros da Grande Loja Maçônica do Amazonas. T.º.F.º.A.º.

Resumo da Dissertação apresentada à UFAM/AM como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Informática (M.Sc.)

UM ESTUDO SOBRE O USO DE SIMULAÇÃO EM ECOSSISTEMAS DE SOFTWARE MÓVEL

Allan José de Souza Bezerra

Março de 2018

Orientador: Arilo Claudio Dias Neto

Em um Ecossistema de Software Móvel (em inglês, *Mobile Software ECOsystem* - MSECO), fabricantes fornecem uma plataforma para desenvolvedores criarem aplicações móveis (*Apps*) e as disponibilizá-la para consumo de seus usuários, possibilitando assim a oferta de um número maior de soluções e serviços. Uma diversidade de fatores pode influenciar no sucesso e desempenho de uma *App* ao longo do tempo, dificultando a construção de boas soluções nesse cenário de incerteza. Nessa problemática, o uso de simulação mostra-se como uma importante ferramenta para apoio à tomada de decisão, experimentando de forma controlada diferentes cenários em um MSECO e minimizando risco na busca pela criação de uma *App* popular. Essa pesquisa realizou um Mapeamento Sistemático da Literatura onde foram identificados 19 trabalhos relacionados ao tema de simulação de MSECO. Eles foram analisados sob a perspectiva da *App*, do Usuário e do Desenvolvedor, que correspondem aos principais elementos em um MSECO. Os dados encontrados mostraram que a maioria dos modelos apresenta limitações para aplicação real no contexto da indústria. A partir desta análise, este trabalho complementa o modelo de simulação AppEco. Este modelo foi avaliado minuciosamente com um conjunto de 100 aplicações móveis reais na plataforma Android de diferentes categorias. Como resultado, o modelo foi ampliado e a ferramenta MSECO SIMU foi desenvolvida, permitindo a aproximação de um modelo teórico ao uso prático por desenvolvedores de Apps.

Palavras-chave: Ecossistemas de Software Móvel, Simulação, Apps, Aplicações.

Abstract of Thesis presented to UFAM/AM as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

A STUDY ON THE USE OF SIMULATION IN MOBILE SOFTWARE ECOSYSTEMS

Allan José de Souza Bezerra

March 2018

Advisor: Arilo Claudio Dias Neto

In a Mobile Software Ecosystem (MSECO), manufacturers provide a platform for developers to create mobile applications (Apps) and make them available for consumption of their users, enabling to offer a high number of solutions and services. A variety of factors may influence the success and performance of App or a MSECO over time, making difficult the constructions of good solutions to this uncertainty scenario. In this issue, the use of simulation would be an important tool to support decision making, providing in a controlled manner different scenarios in a MSECO and minimizing risk in the pursuit of creating a popular App. In this context, a Systematic Literature conducted in this work identified 19 publications regarding simulation of MSECO. These publications were analyzed from the perspective of the App, User and Developer, that correspond to the main elements in a MSECO. The data found showed that most of the models present limitations for real application in the context of the industry. From this analysis, this work complements the AppEco simulation model. This model has been thoroughly evaluated with a set of 100 real mobile applications on the Android platform. In this context, supported by the expanded model, the MSECO SIMU tool was developed, bringing this theoretical model closer to practical application by Apps developers.

Keywords: Mobile Software Ecosystem, Simulation, Apps

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	17
Contextualização e Motivação	17
Descrição do Problema	19
Questões de Pesquisa	20
Objetivos	21
Metodologia	22
Fase de Concepção	22
Fase de Avaliação	23
Fase de Implementação	23
Resultados e Contribuições	24
Estrutura do Documento	24
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
Ecosystemas de Software Móvel	26
Elementos de um Ecosystemas de Software Móvel	26
Dimensões de um Ecosystema de Software Móvel	28
Dinâmica em Lojas de Aplicações	29
Simulação de Sistemas	32
Considerações Finais	33
FERRAMENTAS E MÉTODOS PARA SIMULAÇÃO DE ECOSISTEMAS DE SOFTWARE MÓVEIS: MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	34
Definição do Objetivo	34
Questões de Pesquisa e String de Busca	35
Planejamento do Estudo	35
Execução do Estudo	37
Análise dos resultados	39
Desafios/Oportunidades de Pesquisa em Simulação de MSECO	43
	10

Considerações Finais	44
MODELO APPECO PARA SIMULAÇÃO DE ECOSISTEMAS DE SOFTWARE MÓVEL	46
Visão Geral do Modelo AppEco	46
Componentes do Modelo AppEco	47
Entendendo o Componente Apps	47
Desenvolvedores	48
Usuários	49
Loja de Aplicações	52
Algoritmo de Simulação	52
Análise Crítica do Modelo AppEco	54
Aplicando o Modelo AppEco em cenários reais	55
Limitações Técnicas do Modelo AppEco	57
Considerações Finais	58
CARACTERÍSTICAS DE APLICAÇÕES MÓVEIS PARA SIMULAÇÃO DE MSECO	60
Fatores determinantes para Usuários na escolha de Aplicações Móveis	60
Fonte de Informação para extração de características	61
Dimensão Social	62
Dimensão Técnica	64
Dimensão Negócios	65
Modelo descritivo de características que influenciam popularidade de Apps em Lojas de Aplicações	65
Avaliação do conjunto proposto	67
Metodologia	67
Base de dados e seleção da amostra	67
Critério de Comparação	70
Resultados e Avaliação	71
Considerações Finais	75
AMBIENTE MSECO SIMU	76
	11

A Ferramenta MSECO SIMU	76
Login e Tela de Instruções	77
Configuração de Parâmetros de Ecossistema	77
Caracterização da app	79
Execução	80
Resultados da Simulação	80
MSECO SIMU como Ambiente para Realização de Experimentos de Estudos Baseados em Simulação	81
Considerações Finais	83
CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	84
Considerações Finais	84
Contribuições	85
Limitações	85
Questões de Pesquisas e suas respostas	86
Trabalhos Futuros	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
APÊNDICE A - SIMULATION GUIDELINE	91
APÊNDICE B - LISTA DE TOP Apps AVALIADAS	94
APÊNDICE C - LISTA DE GENERAL Apps AVALIADAS	96

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- API - Interface de Programação de Aplicações (*Application Programming Interface*)
- Apps – Aplicações móveis
- APP STORE – Loja de Aplicações móveis
- ECOS – Ecosystema de Software
- ECOSs – Ecosystemas de Software
- MSECO – Ecosystema de Software Móvel (em inglês, *Mobile Software ECOSystem*)
- SDK – Kit para Desenvolvimento de Software (em inglês, *Software Development Kit*)
- SIMU - Simulação
- UI - Interface de Usuário (em inglês, *User Interface*)
- UX – Experiência de Usuário (em inglês, *User eXperience*)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodologia aplicada na Pesquisa	22
Figura 2. Interação entre Desenvolvedores, Apps e Usuários	27
Figura 3. Dimensões de um Ecossistema de Software	28
Figura 4. Ciclo de Vida de uma aplicação e suas interações com desenvolvedores e usuários	30
Figura 5. Matriz de características F de uma app no Modelo AppEco	47
Figura 6. Estratégias de acordo com o perfil do desenvolvedor	49
Figura 7. Matriz de preferências de um Usuário (P) dividida em quadrantes.	50
Figura 8. Correspondências entre as preferências de usuário com as características de uma app	51
Figura 9. Algoritmo AppEco	53
Figura 10. (esquerda) Execução do Modelo AppEco e (direita) Resultados gerados pelo modelo	55
Figura 11. Matriz de Preferências P (esquerda) e Matriz de características C (direita)	58
Figura 12. Principais razões para realizar o download de uma app	60
Figura 13. Exemplo de mapeamento entre a Matriz e as características mapeadas	61
Figura 14. Fontes utilizadas para extração de características	62
Figura 15. Detalhes disponíveis para o Usuário da app My Disney Experience	63
Figura 16. Informação de Características Técnicas solicitadas pela app durante o processo de download	64
Figura 17: Somatório das característica avaliadas para cada App dos Grupos 1 e Grupo 2	71
Figura 18. Gráfico BoxPlot para os Grupo 1 e Grupo 2.	72
Figura 19. Radar comparando as característica avaliadas do Grupo 1 e Grupo 2 (média das características de cada App)	75
Figura 20. Visão geral da Ferramenta MSECO SIMU	77
	14

Figura 21. Etapas seguidas na Ferramenta MSECO SIMU para realização da simulação	77
Figura 22. Tela Inicial da MSECO SIMU	78
Figura 23. Telas de configuração de parâmetros do MSECO e simulador	78
Figura 24. (esquerda) Questionário de caracterização da app e (direita) Resumo de características da app	79
Figura 25. Tela de Execução da Simulação	80
Figura 26. Resultado da Simulação	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fases construção e distribuição de Apps em Lojas de Aplicações	31
Tabela 2. Estrutura PICO para a Mapeamento Realizado	35
Tabela 3. Formulário de Extração	37
Tabela 4. Número de Trabalhos retornados por fase	37
Tabela 5. Referências dos Trabalhos Selecionados	38
Tabela 6. Distribuição dos trabalhos por ano de publicação	39
Tabela 7. Distribuição dos trabalhos por características resultantes de elemento x dimensão	40
Tabela 8. Distribuição dos trabalhos por contribuições apresentadas	41
Tabela 9. Distribuição dos trabalhos por tipo de validação	42
Tabela 10. “Completeness” dos Modelos	45
Tabela 11. Cálculo do Rating. Para cada par de característica e preferência é produzido um Rating correspondente	52
Tabela 12. Lista de Características	66
Tabela 13. Mediana de cada característica por Grupo de App.	72
Tabela 14. Média de cada característica por Grupo de App.	73
Tabela 15. Análise de MSECO SIMU.	82

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, serão apresentados o contexto geral sobre Ecossistemas de Software Móvel e a aplicação de simulação como ferramenta de apoio à tomada de decisão nesses ecossistemas. Será ainda apresentada a motivação para essa pesquisa e sua questão de investigação, assim como os objetivos e a organização deste texto.

1.1 Contextualização e Motivação

A popularização dos *smartphones* trouxe um aumento significativo na demanda e utilização de aplicações móveis (ou simplesmente *Apps*) pelos consumidores. Isso formou uma complexa rede de criação e fornecimento de software, com diversos atores atuando no contínuo desenvolvimento de novos produtos. O conjunto desses elementos e suas interações formam um ambiente denominado **Ecossistema de Software**. No trabalho de Jansen *et al.* (JANSEN *et al.*, 2009), Ecossistema de Software é definido como um conjunto de atores que funcionam como uma unidade e interagem com um mercado de software ou serviço. No contexto de plataformas móveis, é adotado o termo **Ecossistema de Software Móvel**, ou MSECO, do inglês *Mobile Software Ecosystem*.

Em um MSECO, os fabricantes disponibilizam uma plataforma para desenvolvedores criarem *Apps* e disponibilizá-las para consumo nas Lojas de aplicações, possibilitando assim a oferta de um número maior de soluções e serviços para os usuários finais (JANSEN e BLOEMENDAL, 2013). Com isso, o aparelho deixa de ser uma plataforma isolada e se torna uma plataforma aberta para a criação e publicação de soluções desenvolvidas por terceiros.

O conceito de plataformas permite a distribuição massiva de inovação em uma escala que ultrapassa as cadeias de geração de produtos convencionais (TIWANA, 2014). Esse modelo de colaboração externa tem se tornado vantajoso para muitas dessas empresas (BOSCH, 2009) (BOSCH-SIJTSEMA e BOSCH, 2014). Nesse ambiente, existem três atores de grande relevância: o fabricante/mantenedor da plataforma, chamado de Organização Central, o desenvolvedor de *Apps* e os usuários finais. Diversas empresas responsáveis por plataformas móveis (ex: Samsung, Google, Apple e

Microsoft) têm voltado seus investimentos para um cenário de desenvolvimento externo, permitindo assim que desenvolvedores adicionem valor às suas plataformas por meio de criação de *Apps* para usuários finais.

Em um cenário onde há uma similaridade muito grande entre o hardware, a grande diferenciação para essas plataformas é a quantidade e qualidade das *Apps* disponíveis. A oferta ou não de uma determinada *app* passou a ser fator de decisão no processo de escolha entre uma plataforma ou outra pelo consumidor. Essa dinâmica criou um mercado lucrativo, chamado de Economia de Aplicações (*App Economy*). Para exemplificar o tamanho desse mercado, apenas um MSECO, a loja de Aplicações *iOS App Store* da *Apple*, distribuiu U\$10 bilhões para os desenvolvedores em 2014, superando números de mídias tradicionais, como o mercado americano de filmes de *Hollywood*¹.

Com milhares de *Apps* disponíveis, uma diversidade de fatores pode influenciar no sucesso e desempenho de uma *app* ou de um MSECO ao longo do tempo, dificultando a construção de boas soluções nesse cenário de incerteza. Conhecer as características que impactam diretamente a popularidade de uma aplicação é primordial para se projetar *Apps* melhores, sob a perspectiva do usuário.

Entender a dinâmica envolvendo MSECO pode ser um diferencial entre o sucesso ou o fracasso de uma *app*. Nesses ecossistemas, as *Apps*, quando comercializadas, são vendidas a preços simplórios, com a margem de lucro baixa, exigindo um volume considerável de *downloads* para serem rentáveis. Assim, o uso de simulação mostra-se como uma potencial ferramenta para apoio à tomada de decisão, experimentando de forma controlada diferentes cenários em um MSECO e minimizando riscos na busca pela criação de uma *app* “popular”.

Nesse contexto, é importante oferecer ao desenvolvedor ferramentas que apoiem o processo de criação de uma *app* de sucesso, levando em consideração aspectos da *app* e do ambiente que influenciam diretamente no sucesso ou não dessas *Apps* nessa nova economia criativa. Entretanto, os modelos e simuladores disponíveis na literatura técnica apresentam grandes restrições, o que limita a sua aplicação em um contexto mais próximo à realidade da indústria. Na seção a seguir será detalhada essa problemática.

¹<http://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/01/the-app-economy-is-now-bigger-than-hollywood/384842/>

1.2 Descrição do Problema

Com o aumento na venda dos *smartphones*, o ato de visitar Lojas de Aplicações e consumir conteúdo se tornou uma atividade diária dos usuários desses dispositivos. O conceito de Loja de Aplicações democratizou a indústria de software, onde qualquer pessoa pode construir e vender *Apps* para uma população mundial de usuários por meio dessas lojas. Os benefícios com essa forma de distribuição de conteúdo são enormes, mas apresentam desafios significativos. Por exemplo, os desenvolvedores de *app* enfrentam um mercado extremamente denso e altamente competitivo, onde, como consequência, uma *app* pode não ser bem sucedida (i.e. receber poucos *downloads*) devido às suas características, ser de baixa qualidade ou não estar relacionada com os desejos dos usuários. Essas características podem ser tanto aspectos simples, como nome da aplicação, identidade visual e ícone, quanto aspectos mais complexos, como a concorrência com *Apps* similares em um mesmo nicho de usuários (LIM et al., 2015a).

Nesse contexto, três atores principais atuam de forma primordial em MSECO's: usuários, desenvolvedores e *keystones*, este último responsável pela gestão de uma Loja de Aplicações. Desenvolvedores criam constantemente soluções que são “consumidas” pelos usuários, tendo o *keystone* um papel importante em gerar ações que melhorem a quantidade e a qualidade das soluções ofertadas na loja. A criação de uma *app* de sucesso é fruto de vários fatores inerentes à própria *app* e ao ecossistema em que ela será inserida. Com isso, é possível listar as principais dificuldades encontradas por cada um desses atores envolvidos nessa dinâmica:

- **Usuários:** buscam *Apps* de melhor qualidade e que atendam às suas necessidades diárias.
- **Desenvolvedores:** buscam criar soluções que possuam as melhores características possíveis para maximizar a aceitação pelos usuários, aumentando assim a sua receita. Para soluções já criadas, buscam entender o ponto onde a popularidade dessas soluções tenha uma tendência negativa, atuando assim em melhorias para reverter essa tendência.
- **Keystone:** buscam observar constantemente o ecossistema para atuar com ações que melhorem seus indicadores e a saúde desse ecossistema.

Nessa complexa rede de colaboração, a busca pelo sucesso de uma *app* é custosa e imprecisa. Desenvolvedores, por exemplo, ficam muitas vezes

frustrados por suas *Apps* não atingirem um número esperado de *downloads*. Isso é muito comum em desenvolvedores iniciantes, que desconhecem a dinâmica de consumo de conteúdo em Lojas de *Apps*. Com isso, muitas vezes abandonam a *app* por desconhecerem a dinâmica do ecossistema e como atuar para reverter esse quadro. Mesmo desenvolvedores experientes acabam tomando decisões erradas pela ausência de subsídios que auxiliem na gestão futura do ecossistema.

Uma das áreas de pesquisa mais promissoras em Ecossistemas de Software Móvel é a que tenta realizar previsão de vendas e usos de *Apps* (FONTAIO et al., 2015c). Nesse contexto, o uso de simulação mostra-se como importante ferramenta para se antecipar na descoberta de *Apps* de sucesso e, com isso, ajudar no processo decisório envolvendo os atores dessa dinâmica. Com um ambiente simulado, desenvolvedores podem verificar previamente qual das suas *Apps* deve ter uma maior aceitação pelos usuários em um determinado cenário, permitindo assim que este dedique maior esforço de evolução desta *app*. Entretanto, é importante que os modelos de simulação sejam confiáveis e permitam refletir com fidelidade o cenário real (FRANÇA e TRAVASSOS, 2013). No caso desta pesquisa, é primordial que o modelo possa reproduzir com fidelidade as características de uma *app* e seu provável desempenho em cenários reais encontrados pelos desenvolvedores.

Nesta dissertação, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura para identificar os trabalhos disponíveis na literatura técnica para apoiar a simulação de MSECO's. Entretanto, os métodos e ferramentas disponíveis na literatura técnica têm apenas aplicação teórica e são de difícil replicação (BEZERRA et al., 2016). Um estudo mais detalhado desses modelos mostrou que mesmo os mais completos apresentam falhas que dificultam a aplicação prática na indústria de *Apps*.

Diante da problemática apresentada, este trabalho busca integrar, evoluir e avaliar uma abordagem para simulação de MSECO, por meio da extensão dos modelos existentes, e oferecer uma ferramenta que apoie o processo decisório em MSECO.

1.3 Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa desta dissertação foram definidas a partir da problemática apresentada na seção 1.2:

- **RQ1:** É possível utilizar simulação no contexto de Ecossistemas de Software Móveis? Quais são os modelos, algoritmos, estratégias ou ferramentas disponíveis na literatura técnica?

- **RQ2:** Os modelos, algoritmos, estratégias ou ferramentas disponíveis na literatura técnica são aplicáveis no contexto da Indústria? Que modificações são necessárias para deixar os modelos teóricos mais próximos do cenário encontrado por um desenvolvedor de Apps?
- **RQ3:** É possível fornecer um ambiente computacional que permita realizar experimentos em Ecossistemas de Software Móvel, observando a dinâmica destes ecossistemas e a evolução de *Apps* a partir de suas características, o mais próximo possível de um cenário real?

1.4 Objetivos

Os objetivos dessa pesquisa são definidos a partir dos problemas apresentados na Seção 1.2 e tem como objetivo responder às questões de pesquisa apresentadas na Seção 1.3. Em linhas gerais, o objetivo é integrar, evoluir e avaliar uma abordagem para simulação interativa de Ecossistemas de Software Móvel (MSECO), utilizando modelos e ferramentas existentes da literatura técnica, a fim de auxiliar desenvolvedores no processo de tomada de decisão em cenários reais de um MSECO. Abaixo, são detalhados os objetivos específicos:

- Para **RQ1:**
 - **O1:** Mapear métodos e ferramentas existentes na literatura para simulação de MSECO, em especial aqueles que observam a dinâmica envolvendo Lojas de Aplicações.
 - **O2:** Avaliar os trabalhos encontrados sob a perspectiva de atores (usuário, *app* e desenvolvedor) e dimensões (Técnica, Social e de Negócios) de um MSECO.
- Para **RQ2:**
 - **O3:** Analisar de forma crítica os modelos existentes fazendo um paralelo com o cenário da indústria.
 - **O4:** Ampliar os modelos de caracterização de *Apps* identificados, permitindo assim uma mapeamento detalhado dos fatores de impacto na popularidade de *Apps*.
- Para **RQ3:**
 - **O5:** Avaliar o modelo estendido com um conjunto real de *Apps*.
 - **O6:** Avaliar a possibilidade de se ter um ambiente de simulação que permite ao desenvolvedor testar cenários, apoiando no processo de tomada de decisão.

1.5 Metodologia

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho foi dividida em duas fases, Concepção e Implementação, como é mostrado em uma perspectiva geral na Figura 1.

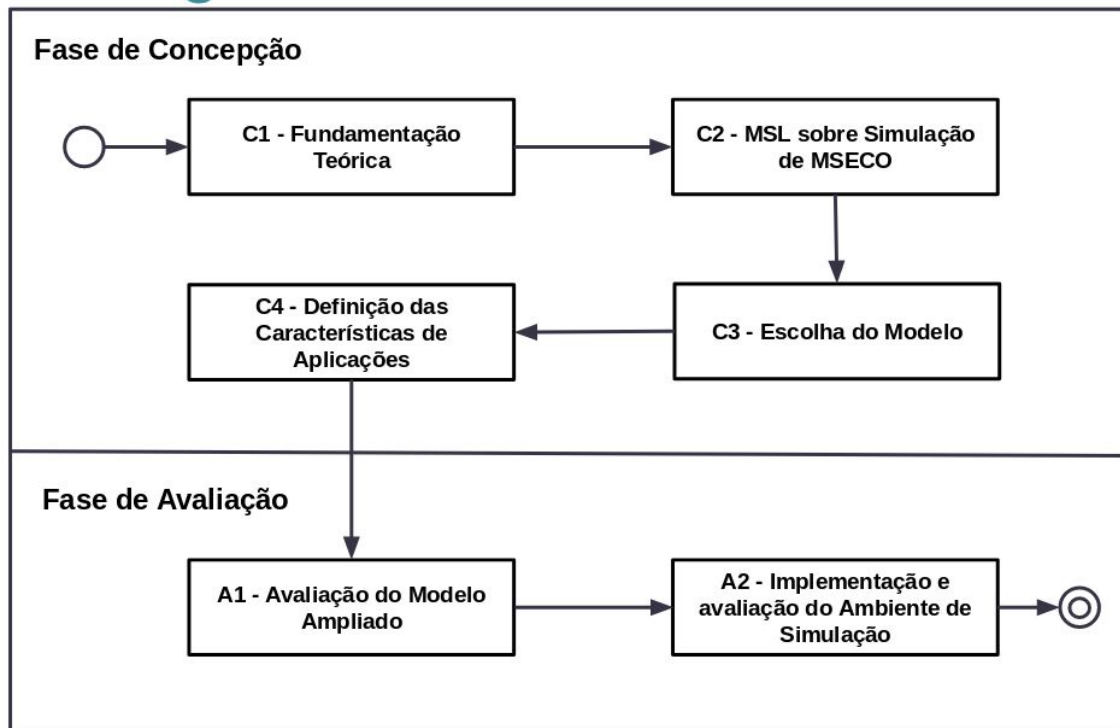


Figura 1: Metodologia aplicada na Pesquisa

A essas etapas são detalhadas a seguir:

1.5.1 Fase de Concepção

- **C1 – Fundamentação Teórica**

Realização de um levantamento na literatura técnica acerca dos conceitos básicos relacionados Ecossistemas de Software e Simulação de Sistemas. Essa etapa enumera os principais elementos de um MSECO e as interações entre eles. O entendimento de interações são primordiais para a simulação desses elementos.

- **C2 – Mapeamento Sistemático da Literatura sobre Simulação de MSECO**

O Mapeamento Sistemático da Literatura sobre Modelos e Ferramentas para simulação de Ecossistemas de Software Móvel foi realizado conforme o protocolo definido por (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007). Como resultado desta etapa, obteve-se uma visão geral sobre o estado da arte em simulação aplicada a Ecossistemas de Software Móveis. Esse mapeamento permitiu a identificação e comparação dos modelos existentes, de acordo com parâmetros definidos.

- **C3 – Escolha do Modelo:** A partir de C2, da identificação dos modelos existentes na literatura técnica, foi feita a definição do modelo mais apropriado a ser utilizado nessa pesquisa. Os modelos avaliados devem ser de propósito geral e passíveis de replicação, uma vez que o objetivo deste trabalho não é propor modelos novos, mas sim adaptá-los em uma solução aplicável no contexto da indústria. Para a execução desse estudo foi selecionado o modelo *AppEco*, originalmente apresentado no trabalho de LIM e BENTLEY (LIM e BENTLEY, 2012a).
- **C4 – Definição das Característica de Aplicações:** Realização de um mapeamento sobre os principais características de *Apps* que impactam na popularidade em termos de *downloads*. Para isso, este trabalho realizou a composição de várias fontes para chegar à proposição de uma lista mais completa de características. Para identificar essas características, foram analisadas fontes de informação nas 3 dimensões de um MSECO (SANTOS et al., 2011): Técnica, Social e de Negócios. A avaliação dessas características foi realizadas através da comparação com Aplicações, coletadas por meio de uma base de dados com características reais. Uma vez definidas essas características, os próximos passos são a avaliação do conjunto proposto e a implementação do protótipo do ambiente de simulação.

1.5.2. Fase de Avaliação

- **A1 - Avaliação do Modelo Ampliado:** Uma etapa importante dessa pesquisa é a avaliação do conjunto de características definidas na fase C4. Essa avaliação foi realizada comparando o modelo proposto com um conjunto de aplicações reais.

1.5.3. Fase de Implementação

- **I1 - Implementação do Ambiente de Simulação:** Adaptação do Modelo para Simulação de Ecossistema de Software Móvel *AppEco*. Essas adaptações incluem ajustes estruturais no Modelo, disponibilizado pelos

autores. Atividade de programação de um ambiente de simulação que permita ao usuário o lançamento de parâmetros de *Apps* e do MSECO. Essa etapa envolve projeto e implementação de protótipo funcional. Ajuste do modelo escolhido, realizado no item I1, permite chamadas do ambiente de simulação a implementação do modelo adaptado.

1.6 Resultados e Contribuições

Como principais contribuições deste trabalho de pesquisa, podem ser citadas por meio dos trabalhos publicados ou em fase de publicação abaixo:

1. **Mapeamento de métodos e ferramentas existentes na literatura para simulação de Ecossistemas de Software Móveis**, em especial aqueles que observam a dinâmica envolvendo Lojas de Aplicações. O resultado desse mapeamento foi publicado no *13th Empirical Software Engineering Latin American Workshop (ESELAW 2016)*, com o título "Simulação de Ecossistemas de Software Móvel: Estado da Arte, Desafios e Oportunidades".
2. **Ampliação do modelo *AppEco***, escolhido entre os modelos identificados, **permitindo um mapeamento prático dos fatores de impacto na popularidade de *Apps***. O resultado desse levantamento foi publicado, em seu estágio inicial, no Workshop em Desenvolvimento Distribuído de Software, Ecossistemas de Software e Sistemas-de-Sistemas (**WDES 2016**), com o título "Identificando Características de Aplicações para Simulação de Ecossistemas de Software Móveis".
3. **Prototipação de um ambiente para simulação de Ecossistemas de Software Móvel (MSECO)**, a fim de auxiliar o desenvolvedor no processo de tomada de decisão em cenários reais de um MSECO. O resultado desse ambiente será fruto de uma publicação futura.

1.7 Estrutura do Documento

Este trabalho está organizado como segue:

- **Capítulo 2:** neste capítulo serão apresentados os conceitos fundamentais relacionados ao desenvolvimento da pesquisa, abordando tópicos como Ecossistemas de Software Móvel e Simulação de Sistemas.
- **Capítulo 3:** neste capítulo é apresentada uma visão geral sobre ferramentas e métodos para simulação de Ecossistemas de Software Móvel realizada por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura.
- **Capítulo 4:** Neste capítulo é apresentada uma visão geral do modelo teórico *AppEco*, destinado à simulação de Ecossistema de Software

Móveis. Este modelo foi escolhido por ser o mais adequado a ser aplicado neste estudo após o Mapeamento Sistemático da Literatura realizado.

- **Capítulo 5:** Neste capítulo é apresentado um levantamento de características de aplicações para uso em Simulação de Ecossistemas de Software Móveis. A lista de características foi construída a partir de um conjunto de fontes de informações relevantes disponíveis na literatura técnica e em relatórios técnicos fornecidos pelos mantenedores das Lojas de Aplicações. Essas características foram avaliadas em um conjunto real de Aplicações.
- **Capítulo 6:** Neste capítulo é apresentada uma proposta de ferramenta chamada MSECO SIMU para uso em Simulação de Ecossistemas de Software Móveis. MSECO SIMU avalia a integração do modelo *AppEco* e o modelo de características gerada nessa dissertação em um ambiente de fácil utilização para simulação de MSECO. Adicionalmente, esse ambiente foi avaliado de acordo com estudos que orientam a utilização de simulação em estudos envolvendo experimentação.
- **Capítulo 7:** Neste capítulo são apresentadas as conclusões desta pesquisa, as contribuições e as oportunidades existentes para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos fundamentais relacionados ao desenvolvimento da pesquisa, abordando tópicos como Ecossistemas de Software Móvel e Simulação de Sistemas.

2.1 Ecossistemas de Software Móvel

A competitividade tem tornado o mundo empresarial cada vez mais dinâmico, exigindo um tempo cada vez menor para que as empresas entreguem soluções para o consumidor, com um nível cada vez maior de qualidade. Com isso, não é possível gerar inovação como uma ação isolada da empresa, e sim como o fruto de uma ação de inovação aberta envolvendo diversos atores (BARBOSA e ALVEZ, 2011). Esses atores internos e externos à organização cooperam buscando criar produtos que atendam às necessidades dos consumidores.

MOORE *et al.* (1993) definem um ecossistema como uma comunidade com fins econômicos, apoiado por um conjunto de organizações e indivíduos que estão em constante interação. Na área de Computação, um Ecossistema de Software (SECO, do inglês *Software ECOSystem*) é definido como um conjunto de atores que funcionam como uma unidade e interagem com um mercado de software ou serviço (JANSEN *et al.*, 2009). No contexto de plataformas móveis, é adotado o termo Ecossistema de Software Móvel (MSECO, do inglês *Mobile Software Ecosystem*).

Em um MSECO, os atores principais interagem em um processo contínuo de criação, publicação e consumo de conteúdo através de uma Loja de Apps, como descrito na Figura 2. Esses atores e os principais aspectos de interação envolvidos nessa dinâmica são detalhados na seção seguinte.

2.1.1 Elementos de um Ecossistemas de Software Móvel

Em FONTÃO *et al.* (2015a), os autores apresentam um mapeamento sistemático sobre MSECO que identificou as principais características e benefícios, além dos principais elementos que compõem um MSECO, que são:

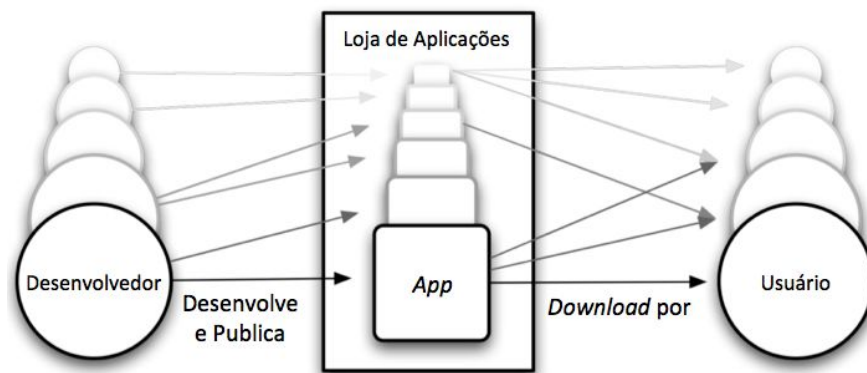


Figura 2: Interação entre Desenvolvedores, Apps e Usuários

Fonte: (LIM e BENTLEY, 2012a)

- **Aplicação Móvel (app):** consiste em um *software* para plataforma móvel, produzido por um desenvolvedor ou uma equipe de desenvolvedores e que pode ser adquirido por usuários. Deve obedecer ao mínimo de qualidade requerido pela Loja de Aplicações Móveis.
- **Loja de Aplicações Móveis (App Store):** é um canal de distribuição das Apps de uma plataforma disponibilizadas aos seus usuários potenciais. Torna-se um ambiente de mercado altamente competitivo, onde desenvolvedores necessitam prover software para uma extensa base de usuários.
- **Organização Central (Keystone):** organização responsável por gerir um MSECO e prover estratégias para atrair e incentivar desenvolvedores externos e usuários a participarem do MSECO. Mantém uma comunidade virtual que agrega valor às aplicações móveis, desenvolvedores e usuários finais.
- **Desenvolvedor:** papel responsável pelo desenvolvimento de aplicações móveis a serem disponibilizados no MSECO, respondendo aos requisitos dos usuários. Desenvolvedores podem ser classificados em individual ou organizacional e, para o desenvolvimento de aplicações móveis, são normalmente externos à organização central.
- **Comunidade:** uma estrutura de colaboração e coordenação de atividades dentro de um ecossistema, composta por elementos externos e internos.

Cada um dos elementos do MSECO possui uma responsabilidade e um desempenho esperados que dependem da gestão da organização central. É essa organização que precisa garantir o funcionamento do ecossistema e

atingir metas, tais como aumentar a quantidade de desenvolvedores e o número de aplicações disponíveis na Loja de *Apps*. A organização central precisa empreender esforços na disponibilização de uma estrutura para que o MSECO possa se expandir. O desenvolvedor precisa criar e disponibilizar *Apps* que atendam da melhor forma os nichos existentes de usuários e obter visibilidade dentro da loja devido à qualidade das aplicações desenvolvidas (FONTÃO et al., 2015b).

2.1.2 Dimensões de um Ecosystema de Software Móvel

Um MSECO é um complexo sistema voltado à criação de inovação. O conceito de Ecosystema de Software (SECO) está fundamentado nas teorias de desenvolvimento e na arquitetura de rede social e, portanto, é mais um método de transição, evolutivo e inovador, de utilizar o conceito de linhas de produtos de *software*. SANTOS *et al.* (2011) ampliam o conceito de ECOS sobre três dimensões centrais presentes em todo ecossistema, como forma de identificar e classificar oportunidades de pesquisa e desafios: Técnico, Negócios e Social (Figura 3).

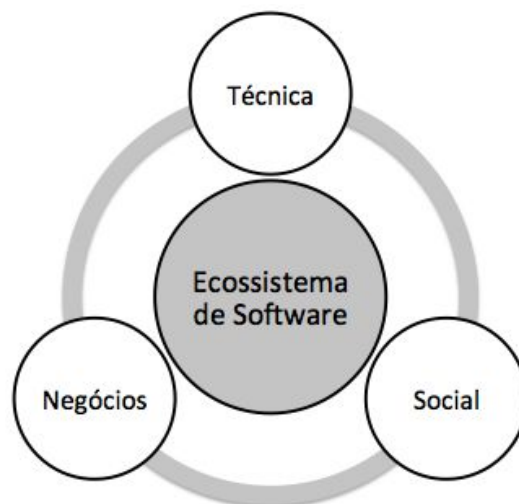


Figura 3: Dimensões de um Ecosystema de Software

Fonte: Adaptado de (CAMPBELL e AHMED, 2010)

- **Técnico:** foca na plataforma de um ecossistema (ex: mercado, tecnologia, infraestrutura e organização). Esta dimensão tem como objetivo analisar o ecossistema por meio de analogias com outros tipos de ecossistema, como o natural, o de negócios e o social. O objetivo é obter e derivar métodos e modelos para organização, classificação e avaliação de ecossistemas e o ciclo de vida de suas plataformas.

- **Negócios:** foca no fluxo de conhecimento, por exemplo, artefatos, recursos e informação. Isto é executado a partir do estabelecimento dos objetivos e planos de ação do ecossistema por meio de programas e projetos. A inovação ligada com um ecossistema para o Mercado de software e o entendimento de como planejar estratégias são o foco dos objetivos.
- **Social:** foca nos *stakeholders* de um ecossistema por meio do balanceamento de proposições e percepção de utilidade (como os elementos interagem, expandem e modificam o conhecimento dentro de um ecossistema, e como interagem entre si), promoção (como o engajamento dos participantes é reconhecido) e conhecimento (como as redes sociais formadas pelos indivíduos os ajudam em suas contribuições para o ecossistema).

2.1.3 Dinâmica em Lojas de Aplicações

O estabelecimento do termo Ecossistemas de Software Móvel deu-se a partir do aumento do número de pessoas que fazem uso diário das Lojas de Aplicações (*App Store*). Nessas lojas, desenvolvedores e usuários interagem produzindo e consumindo conteúdo atração das *Apps*. O conceito formal apresenta a Loja de Aplicação como um mercado com curadoria *on-line* que permite aos desenvolvedores vender e distribuir seus produtos para atores dentro de um ou mais ecossistemas de plataforma de software (JANSEN e BLOEMENDAL, 2013).

As lojas de aplicações influenciaram a indústria de software de diversas formas. Primeiro, os usuários estão se tornando mais conscientes do negócio envolvendo software: com tantos software disponíveis com facilidade, um número crescente de pessoas está exposto ao negócio de aplicações; além disso, devido aos baixos preços das *Apps* na loja de aplicações, os modelos de negócios estão mudando radicalmente para agregar constantemente valor ao produto; terceiro, lojas de aplicações parecem ser o método de escolha para construir um software saudável ecossistema (JANSEN e BLOEMENDAL, 2013).

Uma Loja de Aplicações deve atender a alguns critérios específicos: 1) estar acessível na Internet; 2) ser mantida por uma organização, normalmente, mas não necessariamente proprietária da plataforma; (3) permitir a venda e compra de produtos de software (4); Cuidar das transações financeiras envolvidas na venda dos produtos de software, (5) ter dois grupos de usuários distintos: desenvolvedores e usuários, (6) servir um ou mais software

ecossistema, e (7) implementar uma plataforma que cuida da distribuição dos produtos de software.

Observando esse contexto, podemos enumerar na Figura 4 os itens abaixo, representando as principais interações entre desenvolvedor, usuário e *app*. Essa figura não representa um processo rígido, apenas lista um "caminho feliz" para as etapas envolvidas na criação e manutenção de uma aplicação. Algumas dessas etapas, principalmente após a etapa 5, de publicação, podem vir antes de outras.



Figura 4: Ciclo de Vida de uma aplicação e suas interações com desenvolvedores e usuários

As etapas apresentadas na Figura 4 são detalhadas na Tabela 1, destacando as principais interações entre os atores de um Ecossistema de Software Móvel.

Tabela 1. Fases construção e distribuição de *Apps* em Lojas de Aplicações

FASE	DESCRIÇÃO
1. IDEIAÇÃO	O desenvolvedor tem um problema ou busca oportunidades de desenvolvimento de uma app por meio de uma estratégia
2. DESENVOLVIMENTO	O desenvolvedor desenvolve uma app de acordo com seu processo de desenvolvimento, com período de duração determinado
3. EMPACOTAMENTO	O desenvolvedor prepara pacote de publicação da app
4. PRECIFICAÇÃO	O desenvolvedor define o preço da sua app
5. PUBLICAÇÃO	O desenvolvedor publica o pacote e meta-informações sobre a app na Loja de Aplicações
6. BUSCA	O usuário , com suas preferências, busca Apps em diferentes meios na loja de aplicações (ex: busca, recomendações, lista dos mais baixados)
7. DOWNLOAD	O usuário analisa Apps , suas características e sua reputação, para decidir realizar ou não o <i>download</i>
8. CONTROLES	Metadados da app são atualizadas na Loja de Aplicações (por exemplo número de <i>downloads</i>)
9. RATING	O usuário avalia a app por meio de estrelas (1 a 5)
10. COMENTÁRIOS	O usuário avalia a app por meio de comentários
11. RECOMENDAÇÃO	O usuário recomenda a app para outros usuários
12. ATUALIZAÇÃO	O desenvolvedor atualiza a app em versões evolutivas, observando experiências anteriores do seu portfolio, comentários dos usuários e do meio

Os modelos de simulação de Ecossistemas de Software Móvel precisam naturalmente voltar suas atenções às dinâmicas envolvidas as Lojas de Aplicações, seus principais atores e suas interações.

2.2 Simulação de Sistemas

BANKS (1999) define simulação como uma metodologia indispensável para a resolução de muitos problemas do mundo real. A simulação é utilizada para descrever e analisar o comportamento de um sistema, permitindo assim responder previamente a diversas perguntas sobre o sistema real. Isso passa a ser um diferencial competitivo, permitindo o teste prévio de cenários importantes para o sistema e minimizando custos e riscos no processo decisório.

BARROS *et al.* (2001) aplicam simulação no contexto de gerenciamento de projetos de desenvolvimento de software. Neste trabalho, diferentes situações de projetos são representadas em modelos de cenários, permitindo que um gerente verifique o impacto de teorias, procedimentos, ações, mudanças e estratégias gerenciais que podem ser aplicadas ou impostas durante a execução de um projeto de software. Os modelos de cenário utilizados são descritos por meio de formulações matemáticas e avaliados por meio de simulações. Esse trabalho é um exemplo prático da aplicação de simulação em problemas reais, reforçando a importância do seu uso como apoio ao processo de decisão, reduzindo riscos e minimizando custos em projetos de software.

A respeito de simulação, há diversos conceitos relacionados que devem ser levados em consideração, que incluem: sistema, eventos, variáveis de estado do sistema, entidades e atributos, processamento de lista, atividades e atrasos, e finalmente, um modelo computacional que permita a simulação (BANKS, 1999). Para produzir um modelo, é necessário construir uma abstração da realidade. Esse modelo não deve representar todos os aspectos de um sistema a ser estudado. Em vez disso, o modelo deve ser desenvolvido de forma simples, representando apenas os aspectos importantes para avaliar as variáveis do sistema que se quer medir. Assim, o modelo pode descrever um sistema em algum momento de captação ou em múltiplos níveis de captação com o objetivo de representar o sistema de uma forma confiável, que permita a simulação computacional (SOKOLOWSKI e BANKS, 2010). Neste trabalho, o interesse é em sistema como uma representação de um MSECO. Muitas vezes, é difícil decidir quais os aspectos relevantes que devem ser incluídos no modelo de simulação.

O trabalho de FRANÇA e TRAVASSOS (2013) apresenta as dificuldades em se utilizar simulação em experimentos envolvendo engenharia de software. Os autores destacam ainda falta de informações sobre a maioria dos estudos

baseados em simulação e seus modelos restringe a replicação. A falta de um modelo e de informações claras sobre o processo de execução da simulação podem ser uma ameaça à validade dos resultados, comprometendo a confiança dos resultados.

Em um trabalho seguinte, os mesmos autores apresentam um conjunto de práticas e recomendações para suportar o projeto de estudos baseados em simulação (FRANÇA e TRAVASSOS, 2015). Foi apresentado um conjunto de 30 recomendações para relatório e planejamento, para diferentes estágios do ciclo de vida da simulação, focados para experimentação com modelos de simulação. As recomendações não podem ser observadas separadamente, pois se sobrepõem em muitos aspectos.

2.3 Considerações Finais

Essa pesquisa está focada no uso de simulação aplicada no contexto de Ecossistemas de Software Móvel, representando aspectos principais desse Ecossistema, como Usuários, Desenvolvedores e *Apps*, e suas interações. É importante entender quais são os métodos, técnicas e ferramentas de simulação existentes na literatura técnica. Para isso, foi conduzido um Mapeamento Sistemático, que é apresentado no próximo capítulo.

3. FERRAMENTAS E MÉTODOS PARA SIMULAÇÃO DE ECOSISTEMAS DE SOFTWARE MÓVEIS: MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Neste capítulo é apresentada uma visão geral sobre ferramentas e métodos para simulação de Ecossistemas de Software Móvel realizada por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura. O resultado desse mapeamento foi aceito para publicação no 13th Empirical Software Engineering Latin American Workshop (ESELAW 2016) com o título "Simulação de Ecossistemas de Software Móvel: Estado da Arte, Desafios e Oportunidades".

Entender a dinâmica envolvendo um MSECO pode ser um diferencial entre o sucesso ou o fracasso de uma *app*. O uso de simulação se mostra como uma importante ferramenta para apoio à tomada de decisão, experimentando de forma controlada diferentes cenários em um MSECO e minimizando risco na busca pela criação de uma *app* popular.

Em MSECO, isso permite, por exemplo, avaliar previamente o nível de aceitação de uma aplicação baseado em suas características e do ecossistema no qual ela será inserida. Entretanto, para isso ser possível é importante entender quais ferramentas estão disponíveis na literatura técnica que viabilizem uma simulação confiável de um MSECO.

Este trabalho tem como motivação caracterizar métodos e ferramentas para simulação de MSECO, em especial aqueles que observam a dinâmica envolvendo Lojas de Aplicações. A partir da definição de questões de pesquisa, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura.

3.1 Definição do Objetivo

O objetivo desse mapeamento é inspirado no trabalho de (FRANÇA e TRAVASSOS, 2013), focando simulação de Ecossistemas de Software Móvel (MSECO), seus benefícios, desafios, oportunidades de pesquisa, aplicações, métodos e ferramentas.

O levantamento do estado da arte sobre Simulação em MSECO foi realizado por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura com o

objetivo de caracterizar modelos e ferramentas de simulação de dinâmica em MSECO com relação aos seus objetivos, plataformas, área foco, estratégias de simulação e métodos de avaliação. O processo utilizado foi o apresentado em (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007).

3.2 Questões de Pesquisa e *String* de Busca

A principal questão de pesquisa foi: “Quais os métodos e/ou ferramentas existentes na literatura técnica que dão suporte à Simulação de Ecossistemas de Software Móvel?”. A partir dessa questão principal, algumas questões secundárias foram elaboradas, tais como:

- **RQ 1.1:** Quais as principais características abordadas nos trabalhos envolvendo simulação de MSECO?
- **RQ 1.2:** Quais são os modelos, algoritmos ou estratégias para simulação da dinâmica de MSECO no contexto de lojas de aplicações móveis?
- **RQ 1.3:** Como os resultados simulados são verificados com dados reais de ecossistemas? Em qual MSECO o modelo ou simulador é aplicado?

A string de busca foi modelada a partir da estrutura analítica P-I-C-O (do inglês *Population*, *Intervention*, *Comparison* e *Outcomes*), proposta em (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007), conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Estrutura PICO para a Mapeamento Realizado.

População	Trabalhos em Ecossistemas de Software
Intervenção	Aplicações e Plataformas Móveis
Comparação	<não se aplica em mapeamento sistemático>
Resultado	Algoritmos, Modelos ou Simuladores

Os termos que representam os principais Ecossistemas de Software Móvel foram utilizados na composição da *string* de busca, uma vez que alguns trabalhos não utilizam o termo formalmente utilizado na literatura: *Software Ecosystem*. Assim, a *string* aplicada no estudo foi a seguinte:

((*"software ecosystem"*) **AND** (*"app"* OR *"game"* OR *"embedded"* OR *"mobile"* OR *"microsoft"* OR *"nokia"* OR *"blackberry"* OR *"apple"* OR *"google"* OR *"android"* OR *"ios"* OR *"windows"*) **AND** (*"algorithm"* OR *"model"* OR *"simulat"*)))

3.3 Planejamento do Estudo

Para a escolha dos dados, foi selecionada como fonte, a base de

trabalhos científicos disponível no portal de Periódicos da CAPES². As fontes devem ser acessadas via *web* por meio de máquinas de buscas. Portanto, no contexto deste mapeamento, não foi considerada a busca manual. Para essa seleção, foram adotados os critérios a seguir: 1) Permitir a consulta de artigos em bibliotecas digitais, congressos, simpósios e revistas; 2) Preferencialmente, presença de mecanismos de busca por meio de palavras-chaves; 3) Ter os estudos disponíveis em inglês.

Neste trabalho, foram selecionadas as bases *Scopus*³ e *IEEE Explorer*⁴. Essas bases foram selecionadas por atender os critérios definidos anteriormente, por indexarem trabalhos relevantes no domínio de Engenharia de Software e principalmente, como é o caso da *Scopus*, indexar outras bases de dados. SANTOS et al. (2015) apontam a alta cobertura e sensibilidade da combinação das duas bibliotecas na realização de buscas por estudos primários em mapeamentos sistemáticos.

Para a seleção dos trabalhos, foram definidos previamente alguns critérios de inclusão que auxiliem na seleção de trabalhos. Os trabalhos que não atendessem a pelo menos um dos critérios de inclusão foram excluídos. São eles:

- **I1:** O trabalho deve ser relacionado a MSECO.
- **I2:** O trabalho deve apresentar modelos de simulação de MSECO.
- **I3:** O trabalho deve apresentar características da dinâmica de simulação de MSECO.

Definidos esses pontos, a fase de seleção dos trabalhos ocorreu em duas etapas. Na primeira, os trabalhos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão definidos a partir da leitura do título, resumo e palavras-chave. Na segunda etapa, os trabalhos selecionados na etapa anterior foram integralmente lidos, permitindo assim um entendimento mais profundo do conteúdo, esclarecendo pontos duvidosos e selecionando os trabalhos relevantes de acordo com os critérios de inclusão definidos anteriormente. Os trabalhos selecionados nessa segunda etapa foram elegíveis para a extração. A extração de dados foi realizada em formulário baseado no trabalho de (FRANÇA e TRAVASSOS, 2013), permitindo responder às questões de pesquisa definidas (Tabela 3).

² <http://www.periodicos.capes.gov.br>

³ <http://www.scopus.com>

⁴ <http://ieeexplore.ieee.org>

Tabela 3. Formulário de Extração.

Dados Extraídos
Identificação do Trabalho: <i>[Título, Autor, Ano, Fonte]</i>
Nome do Método Proposto: <i>[nome definido pelos autores]</i>
Característica de Simulação: <i>[selecionada entre as opções a seguir, separada por categoria]</i> • app: <i>[Características da app, modelos monetização, Predição Popularidade].</i> • Usuário: <i>[Modelo de Preferências do Usuário, Forma de descoberta de novas Apps, Influência do meio na seleção de Apps]</i> • Desenvolvedor: <i>[Ciclo de Desenvolvimento, Modelos de Monetização de Apps, Rede de colaboração e reuso]</i>
Ferramenta para simulação apresentada: <i>[selecionada entre as opções a seguir]</i> <i>Heurísticas, Modelo e Simulador de MSECO</i>
MSECO Utilizado: <i>[selecionada entre as opções a seguir]</i> <i>Android, Apple, Microsoft Windows Phone, Blackberry e Outro.</i>
App Store Utilizada: <i>[selecionada entre as opções a seguir]</i> <i>Google Play, App Store, Market Place, Loja Alternativa Android ou Outras.</i>
Forma de Validação: <i>[selecionada entre as opções a seguir]</i> • <i>Validação com amostra específica de caráter acadêmico.</i> • <i>Validação com dados reais de MSECO.</i> • <i>Sem validação.</i>
Vantagens do modelo proposto: <i>[texto descrevendo as vantagens reportadas]</i>
Desvantagens do modelo proposto: <i>[texto descrevendo as desvantagens reportadas]</i>
Desafios apresentados: <i>[texto descrevendo os desafios sugeridos]</i>
Principais Resultados do Trabalho: <i>[texto resumindo os resultados]</i>

3.4 Execução do Estudo

O presente mapeamento sistemático foi realizado em Agosto de 2015 e atualizada em Março de 2018. A Tabela 4 resume a quantidade de trabalhos retornados por cada base e o número de trabalhos selecionados em cada fase de filtro do mapeamento.

Tabela 4. Número de Trabalhos retornados por fase.

Biblioteca Digital	Trabalhos Retornados	Trabalhos 1º Filtro	Trabalhos 2º Filtro
Scopus	223	41	16
IEEEExplore	93	12	3
Total	316	51	19

Tabela 5. Referências dos Trabalhos Selecionados

ID	Artigos Selecionados
ID1	H. Zhu, C. Liu, Y. Ge, H. Xiong, E. Chen, "Popularity Modeling for Mobile Apps: A Sequential Approach.," <i>IEEE Trans. Cybern.</i> , 2015.
ID2	R. Baeza-yates, D. Jiang, B. Harrison, "Predicting The Next App That You Are Going To Use," Proc. Eighth ACM International Conference Web Search Data Min., 2015.
ID3	G. R. Larocque, J. Bhatti, A. Arsenault, "Integrated modelling software platform development for effective use of ecosystem models," <i>Ecol. Modell.</i> , 2014.
ID4	M. Li, K.-Y. Goh, H. Cavusoglu, "Investigating Developers Entry To Mobile App Platforms: a Network Externality View", In 22nd European Conference on Information Systems, 2014.
ID5	A. Ghose, S. P. Han, "Estimating Demand for Mobile Applications in the New Economy," <i>Management Science</i> , 2014.
ID6	D. G. Taylor, M. Levin, "Predicting Mobile App Usage for Purchasing and Information-Sharing," <i>Int. J. Retail Distrib. Manag.</i> , 2014.
ID7	Q. Wang, "Zoom in iOS Clones: Examining the Antecedents and Consequences of Mobile App Copycats", In 35th International Conference on Information Systems, 2014, pp. 1–17.
ID8	E. Knauss, D. Damian, A. Knauss, A. Borici, "Openness and requirements: Opportunities and tradeoffs in software ecosystems," <i>Requir. Eng. Conf. (RE)</i> , 2014 IEEE 22nd Int., 2014.
ID9	T. Petsas, A. Papadogiannakis, M. Polychronakis, E. Markatos, T. Karagiannis, "Rise of the Planet of the Apps: A Systematic Study of the Mobile App Ecosystem," <i>Proceedings of the 2013 conference on Internet measurement conference</i> , 2013.
ID10	S. L. Lim, P. J. Bentley, "Investigating app store ranking algorithms using a simulation of mobile app ecosystems," 2013 IEEE Congr. Evol. Comput. CEC 2013.
ID11	S. Jansen, E. Bloemendal, "Defining app stores: The role of curated marketplaces in software ecosystems," <i>Lect. Notes Bus. Inf. Process.</i> , vol. 150 LNBIP, 2013.
ID12	A. Karatzoglou, L. Baltrunas, K. Church, B. Matthias, Hmer, "Climbing the app wall: enabling mobile app discovery through context-aware recommendations," <i>Proc. 21st ACM Int. Conf. Inf. Knowl. Manag.</i> , 2012.
ID13	S. L. Lim, P. J. Bentley, "App Epidemics: Modelling the Effects of Publicity in a Mobile App Ecosystem," 13th International Conference on the Synthesis and Simulation of Living Systems (ALIFE'13), 2012.
ID14	C. Shin, J.-H. Hong, A. K. Dey, "Understanding and prediction of mobile application usage for smart phones," <i>Proc. ACM Conf. Ubiquitous Comput. - UbiComp</i> , 2012.
ID15	P. Bentley, S. Lim, "How to be a Successful App Developer: Lessons from the Simulation of an App Ecosystem," 2012.
ID16	E. Yu and S. Deng, "Understanding software ecosystems: A strategic modeling approach," in <i>CEUR Workshop Proceedings</i> , 2011.
ID17	H. Zhu, H. Xiong, S. Member, Y. Ge, "Discovery of Ranking Fraud for Mobile Apps", 2015.
ID18	D. Yang, W. Liu, Q. Cui, J. Li, Y. Yang, Q. Wang, "Modeling the Number of Active Software Users," <i>Empir. Softw. Eng. Meas. (ESEM)</i> , 2011 Int. Symp., 2011.
ID19	P. Bentley, S. Lim, F. Ishikawa, "The Effects of Developer Dynamics on Fitness in an Evolutionary Ecosystem Model of the App Store", 2016.

Foram retornados 316 trabalhos durante a pesquisa. Após a aplicação do 1º Filtro, que consistiu na seleção baseada no título, resumo e palavras

chave, 53 trabalhos foram selecionados. Continuando, foram selecionados 19 trabalhos no 2º Filtro, baseado na análise do texto completo do trabalho, para extração dos dados. A pesquisa envolvendo Simulação e MSECO é recente, o que justifica a quantidade restrita de trabalhos disponíveis na literatura técnica. A lista completa com as referências dos artigos selecionados após o 2º Filtro está apresentada na Tabela 5.

A próxima seção descreve a análise dos resultados deste mapeamento sistemático, visando responder às questões de pesquisa apresentadas nesta seção.

3.5 Análise dos resultados

O termo Ecossistemas de Software Móvel começou a aparecer na literatura técnica após o lançamento das primeiras lojas de aplicações em 2007 e 2008. No estudo realizado neste trabalho, os primeiros trabalhos abordando simulação no contexto de MSECOS são do ano de 2011, indicando uma pequena diferença de tempo entre o surgimento da área e do tema MSECO e o surgimento dos primeiros trabalhos que descrevem simulação em MSECO. A Tabela 6 apresenta a distribuição dos artigos por ano de publicação.

Tabela 6. Distribuição dos trabalhos por ano de publicação.

Ano de Publicação	Total de Trabalhos	Trabalhos (ID)
2011	2	16, 18
2012	4	12, 13, 14, 15
2013	3	9, 10, 11
2014	6	3, 4, 5, 6, 7, 8
2015	3	1, 2, 17
2016	1	19
2017	-	

Nas próximas subseções serão analisadas as questões de pesquisa apresentadas para este mapeamento sistemático.

RQ 1.1: Quais as principais características abordadas nos trabalhos envolvendo simulação de MSECO?

Os 18 trabalhos foram analisados para entender com qual propósito simuladores de MSECO são utilizados. Para isso, tomou-se como base os 3 principais elementos envolvidos na dinâmica de um MSECO: *Apps*, usuários e

desenvolvedores.

Os trabalhos que têm como foco central as *Apps* estão preocupados em entender os fatores que influenciam a popularidade de uma *app* e como a tendência de subida ou descida de um gráfico de popularidade é impactado. Observando sobre o ponto de vista do Usuário, os trabalhos estão interessados no comportamento do usuário e como o processo de descoberta e *download* das *Apps* acontece. Analisando a dinâmica do Desenvolvedor, é importante observar os diferentes perfis e estratégias utilizadas por eles no desenvolvimento e lançamento de novas *Apps*.

A Tabela 7 apresenta a classificação dos trabalhos encontrados de acordo com as características instanciadas a partir do cruzamento entre os elementos de um MSECO (i.e. *app*, usuário, desenvolvedor) definidos em (FONTAIO et al., 2015a) e dimensões de Ecossistemas (Técnica, Negócios e Social), apresentadas em (SANTOS et al., 2011). Os trabalhos ID3, ID8, ID11 não respondem diretamente à questão de pesquisa RQ1, por isso não aparecem mapeados na Tabela 7.

Tabela 7. Distribuição dos trabalhos por características resultantes de elemento x dimensão.

Elemento	Dimensão	Descrição da característica. Foco em...	Trabalhos (ID)
<i>App</i>	Técnica	Funcionalidades e serviços providos pelo <i>app</i>	7, 10, 13, 15, 19
	Negócios	Diferentes modelos de precificação (gratuito e pago)	15
	Social	Entendimento do comportamento do <i>app</i> na sociedade (ex: analisando/predizendo sua popularidade)	1, 9, 10, 16, 17
Usuário	Técnica	Modelagem de preferências (positivas e negativas) do usuário quanto a características presentes em <i>Apps</i>	2, 10, 12, 14, 15, 18, 19
	Negócios	Modelagem de diferentes meios de descoberta de <i>Apps</i>	15, 19
	Social	Influência do meio na seleção de <i>Apps</i> (inclusão de comportamento “viral”)	13, 15, 19
Desenvolvedor	Técnica	Definição ou representação, mesmo que mínima, de um ciclo de Desenvolvimento de <i>app</i>	15, 19
	Negócios	Estratégias que resultam em modelos para monetização dos <i>Apps</i>	5, 6
	Social	Definição de perfil de desenvolvedores e na interação entre esses perfis	4, 15, 19

RQ 1.2: Quais são os modelos, algoritmos ou estratégias para simulação da dinâmica de MSECO no contexto de lojas de aplicações?

Identificados os trabalhos, é importante observar a contribuição de cada um deles para a simulação de um MSECO, classificando em 3 níveis de maturidade. No nível 1, foram considerados trabalhos que apresentam técnicas isoladas de algum dos elementos da dinâmica de um MSECO. No nível 2, foram classificados trabalhos que apresentam modelos mais formais para simulação de MSECO. No nível 3, foram identificados trabalhos que apresentam um simulador, com um conjunto de parâmetros e referências que permitam a simulação de MSECO. Essa classificação é consolidada e apresentada na Tabela 8.

Tabela 8. Distribuição dos trabalhos por contribuições apresentadas.

Contribuições apresentadas	Trabalhos (ID)
1) Apresenta técnicas para simulação	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 17
2) Apresenta modelo para simulação	1, 18
3) Apresenta uma ferramenta de simulação	9, 10, 13, 15, 19

A maioria dos trabalhos apresenta técnicas que tratam de forma isolada algum aspecto da *app*, do usuário ou do desenvolvedor, elementos primordiais de um MSECO. As técnicas encontradas foram apresentadas de forma isolada, o que dificulta uma análise prévia do efeito da combinação dessas técnicas em um ambiente de simulação, que busca reproduzir cenários compatíveis com um ambiente real.

Por exemplo, para o aspecto de crescimento do número de usuários, os trabalhos ID10, ID13 e ID15, sugerem um modelo de crescimento baseado em modelos de ecologia, sem abordar o impacto e influência de outros elementos. Os trabalhos ID9, ID10, ID13 e ID15, apresentam resultados mais completos e maduros, disponibilizando um simulador e permitindo assim a sua replicação. O Trabalho ID9 sugere um modelo onde um pequeno conjunto de *Apps* é responsável por um número grande de *downloads*, seguindo assim a regra de Pareto. Os trabalhos ID10, ID13 e ID15 trazem um mesmo simulador chamado *AppEco*, instrumentado com parâmetros de entrada e permitindo a simulação de vários aspectos de um MSECO. O código do *AppEco*⁵ está disponível para *download*.

⁵ www.appeco.co.uk

RQ 1.3: Como os resultados simulados são verificados com dados reais de ecossistemas? Em qual MSECO o modelo ou simulador é aplicado?

O melhor cenário para avaliação de uma simulação envolvendo MSECO é com dados reais da dinâmica envolvendo os elementos desse ecossistema. Entretanto, a maioria dos estudos encontrados não apresenta validação formal ou simplesmente não avalia seus resultados, conforme apresentado na Tabela 9. Isso pode ser explicado pelo fato de que boa parte dos MSECOs, incluindo os principais iOS e Android, não disponibiliza publicamente informações de suas lojas de aplicações que detalham a dinâmica dos 3 principais atores envolvidos em um MSECO: *Apps*, usuários e desenvolvedores. Essa é uma das grandes dificuldades da aplicação dos resultados dos estudos por desenvolvedores e empresas da indústria.

Tabela 9. Distribuição dos trabalhos por tipo de validação.

Validação	MSECO	Loja de Apps	Trabalhos (ID)
Sem Validação	-	-	3, 6, 8, 11, 14, 16
Em amostra de caráter acadêmico	Android	Google Play	2, 5, 12
	iOS	App Store	1, 4, 7
Dados Reais de MSECO	Android	Google Play	-
	Baseado em Android	SlideMe	9
	iOS	App Store	10, 13, 15, 19

Nesse cenário, destacam-se três estratégias alternativas bem definidas para validação dos trabalhos: 1) relatórios de terceiros que evidenciam dados reais das lojas. Esses relatórios apresentam dados de um MSECO, entretanto, os dados costumam representar um pequeno espaço de tempo, por conta disso, apresentam pouca representatividade; 2) validação por meio de lojas alternativas, coleta de forma exaustiva os dados por meio de um *web crawler*⁶ (ID9); e 3) Caracterização das curvas de crescimento dos elementos de um MSECO: *app*, usuários e desenvolvedores (ID10, ID13 e ID15). Essa abordagem garante limites superiores para as quantidades desses elementos na simulação, tentando equiparar resultados simulados com os dados reais.

⁶ *Web Crawler* é um programa de computador que visita sistematicamente um conjunto de sites na *Internet* coletando informações.

Poucos trabalhos foram encontrados envolvendo o MSECO Android, em especial a *GooglePlay*, a principal loja de *Apps* em termos de número de *downloads*, aplicações e usuários atualmente.

3.6 Desafios/Oportunidades de Pesquisa em Simulação de MSECO

O mapeamento da literatura realizado neste trabalho permitiu uma análise sobre o uso de Simulação para MSECO. Diante disso, e tomando como base os dados extraídos dos trabalhos selecionados, foram listados alguns desafios e oportunidades. Esses desafios apresentam oportunidades de pesquisa que contribuirão para um cenário que permitiria a aplicação de simulação no contexto de MSECO, com uma margem maior de confiabilidade. A seguir esses desafios e oportunidades são apresentados de acordo com as dimensões de um MSECO:

- **Técnica:** Na área técnica, desafios estão relacionados à construção de soluções que permitam a aplicação de simulação por desenvolvedores e empresas usando dados e modelos que representam cenários próximos aos reais. Como principais oportunidades/desafios, podem ser citados:
 - Como adequar os modelos existentes para avaliar o impacto de cada fase do desenvolvimento de uma *app* no seu sucesso?
 - Como ampliar a matriz de características de *Apps* apresentada em ID10, identificando célula e sua influência na popularidade de uma aplicação?
 - Como adequar os modelos para verificar a popularidade de uma *app* de acordo com o nível de maturidade de um MSECO?
 - Como avaliar o impacto do processo de Verificação e Validação no sucesso de uma *app*?
- **Negócios:** Na dimensão de negócios, os desafios de pesquisa estão diretamente ligados à necessidade do desenvolvedor de maximizar o retorno provido por cada *app* do seu portfólio. Diante disso, destacam-se os desafios:
 - Como criar um modelo que permita avaliar o impacto de diferentes estratégias de monetização (ex: download pago, publicidade, etc) na popularidade de uma *app*?
 - Como estimar o preço de uma *app* baseado no histórico de *Apps*

com as mesmas características?

- Como ampliar os modelos existentes para permitir diferentes valores de precificação de *Apps*?
- **Social:** Na dimensão social, os desafios que se destacam são:
 - Como ampliar os modelos identificados para permitir a representação de diferentes fatores culturais no comportamento do Usuário?
 - Qual o comportamento geral dos modelos identificados em MSECOS mais amplos, como *Android/GooglePlay*?
 - Como o processo de feedback do Usuário impacta no comportamento dos desenvolvedores e nos indicadores de um MSECO?
 - Como o reúso de componentes de terceiros impacta na produtividade e qualidade das *Apps* de um desenvolvedor?

3.7 Considerações Finais

Observando os principais atores de um MSECO (i.e. usuário, *app* e desenvolvedor), é possível mapear as principais interações deles em uma loja de aplicações. Nesse contexto, é importante observar aspectos primordiais que determinam a atuação desses atores nas suas interações na loja. Modelos de simulação que se propõem a modelar essas interações têm que estar atentos a esses aspectos. Abaixo são listados alguns:

- **Usuário:** é importante que o modelo tenha uma representação das suas preferências, diferentes possibilidades de busca de *Apps* e recomendação viral, comum em interações que acontecem na web.
- **App:** necessário que o modelo permita a definição das *Apps* por uma lista de características que as definem, permitir a diferenciação de *Apps* pagas das gratuitas e interações sociais entre usuários.
- **Desenvolvedor:** modelar diferentes perfis de desenvolvedor, composição de portfólio de *Apps* e definir, mesmo que de forma mínima, um processo de desenvolvimento com duração.

Era objetivo desse estudo mapear diretamente algoritmos e métodos para simulação de MSECO. Entretanto, diante dos poucos estudos estruturados sobre o assunto, essa análise foi realinhada para tratar de aspectos mais amplos da dinâmica de MSECO e a sua relação com o tema de simulação.

Analizando com detalhes a dinâmica em Ecossistemas de Software Móvel, em especial em Lojas de Aplicações, conforme apresentado na seção 2.1.3, foram buscados modelos que mais se aproximem na representação dessas interações. Os dois modelos mais completos disponíveis na literatura técnica foram resumidos na Tabela 10, utilizando as fases definidas anteriormente na Tabela 1.

Tabela 10. “Compleitude” dos Modelos.

FASE	Existe no modelo?	
	Petsas et al, 2013	Bentley and Lim, 2012
1. IDEIAÇÃO	NÃO	SIM
2. DESENVOLVIMENTO	NÃO	SIM
3. EMPACOTAMENTO	NÃO	SIM*
4. PRECIFICAÇÃO	SIM	SIM
5. PUBLICAÇÃO	NÃO	SIM
6. BUSCA	NÃO	SIM
7. DOWNLOAD	SIM	SIM
8. CONTROLES	NÃO	SIM
9. RATING	NÃO	SIM
10. COMENTÁRIOS	NÃO	NÃO
11. RECOMENDAÇÃO	NÃO	SIM
12. ATUALIZAÇÃO	NÃO	NÃO

Como continuidade desta pesquisa, buscou-se utilizar simulação de MSECO com o objetivo de aplicar os resultados na Indústria de *Apps*, dando suporte ao processo de decisão envolvendo o desenvolvimento de *Apps*. A seguir, será detalhado o Modelo *AppEco* (BENTLEY e LIM, 2012), selecionado por esse estudo como modelo de referência por apresentar maior completude em seu modelo.

4. MODELO APPECO PARA SIMULAÇÃO DE ECOSSISTEMAS DE SOFTWARE MÓVEL

Neste capítulo é apresentada uma visão geral do modelo teórico AppEco, destinado à simulação de Ecossistema de Software Móvel. Este modelo foi escolhido o mais adequado a ser aplicado neste estudo após realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura.

Em um MSECO, empresa (*keystone*), usuários e desenvolvedores formam um relacionamento complexo, criando e consumindo aplicações, competindo e cooperando, similar às espécies em um ecossistema biológico (LIN e YE, 2009). A saúde desse ecossistema está diretamente ligada à capacidade dos desenvolvedores em criar *Apps* inovadoras de interesse dos usuários em Lojas de Aplicações. Nessa lojas, qualquer programador pode desenvolver um software, seja um *app* ou jogo, e publicá-lo, disponibilizando assim, esse software para *download* de forma imediata a usuários de todo o mundo.

Nessa dinâmica, LIN E BENTLEY (2012a) desenvolveram um modelo baseado para simulação de Ecossistemas de Software Móvel chamado *AppEco*. Esse modelo evoluiu em outros trabalhos que seguiram: (LIM e BENTLEY, 2012b), (LIM e BENTLEY, 2013) e por fim (LIM et al., 2015b). Nas próximas seções, conceitos básicos envolvendo o modelo *AppEco* serão apresentados, tendo como base a última versão disponível (LIM et al., 2015b).

4.1. Visão Geral do Modelo *AppEco*

O *AppEco* foi concebido para modelar as interações em um Ecossistema de Software Móvel. Em especial, ele observa comportamentos e interações entre os principais atores desse Ecossistema (usuários, desenvolvedores e *Apps*), em uma dinâmica de produção de consumo de aplicações.

AppEco usa um algoritmo genético como inspiração para a sua representação. O modelo consiste em agentes que são abstrações de usuários, *Apps* e desenvolvedores, bem como artefatos que são abstrações de *Apps*. Os agentes desenvolvedores constroem e publicam *Apps* na Loja de Aplicações. Agentes Usuários visitam a Loja e realizam *download* de *Apps*,

onde cada *download* corresponde a uma nova venda. Cada uma das *Apps* é modelada como uma matriz de características, semelhante aos genes.

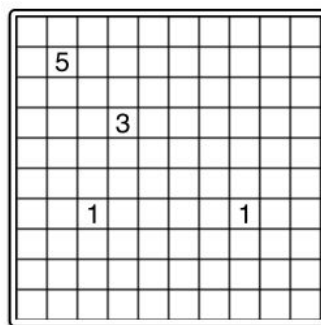
Um dos diferenciais do modelo *AppEco* em relação a outros modelos é a modelagem explícita de artefatos e os agentes (LIM e BENTLEY, 2012b). Essa é uma importante característica que facilita o reúso do modelo por terceiros. Diferente dos agentes, os artefatos não são autônomos e representam entidades passivas que são intencionalmente criadas, e utilizadas pelos agentes. Os artefatos que representam *Apps* são de grande importância em um modelo de um Ecossistema de Software Móvel, isso porque os agentes interagem entre si por meio desses *Apps*.

Nas seções a seguir os componentes do Modelo são apresentados em detalhes.

4.2 Componentes do Modelo *AppEco*

4.2.1 Entendendo o Componente *Apps*

A representação de *Apps* no Modelo *AppEco* é inspirada em conceitos envolvendo algoritmos genéticos. Dessa forma, as características de uma *app* são representadas como um conjunto de cromossomos. Cada *app* é modelada como uma Matriz (F) de dimensão 10x10, representando as características de uma *app* (Figura 5). Cada célula é originalmente preenchida com valores diferentes de zero, respeitando uma probabilidade P_{Feat} , definida como parâmetro inicial do Ecossistema. Se uma célula de F é preenchida com um valor diferente de zero, isso indica que a *app* possui essa característica. Cada célula é preenchida de acordo com o nível de qualidade, atribuindo um valor de 1 a 5, onde quanto maior o valor, melhor é a qualidade dessa característica presente na *app*.



	5								
			3						
		1					1		

Figura 5: Matriz de características F de uma *app* no Modelo *AppEco*.

Fonte: (LIM et al., 2015b)

Por mais que didaticamente o modelo AppEco considere as 100 características como uma matriz 10x10, nada impede que esse conjunto de característica seja representado como uma estrutura de Lista ou similar.

Outras propriedades existentes na representação de uma *app*:

- Cada *app* registra o total de *downloads*.
- Cada *app* registra o total de *downloads* dos últimos 7 dias.
- Cada *app* registra o avaliação dos usuários atribuídas por meio do *rating*, com um valor entre 1 e 5.
- Cada *app* registra o tempo, em dias, que já está publicada.

As *Apps* também podem sofrer um efeito de “infecção”, podendo sentir efeitos repentinos de popularidade, com usuários recomendando a *app* por meio de redes sociais (LIM et al., 2015b).

4.2.2 Desenvolvedores

No AppEco, os desenvolvedores são agentes autônomos, representando um desenvolvedor individual ou um time de desenvolvimento. Todo desenvolvedor tem um tempo de desenvolvimento que pode ser indicado pela propriedade *devDuration*, medido em dias, onde esse é um valor aleatório dentro do intervalo $[dev_{min}, dev_{max}]$, indicado na inicialização do Ecossistema.

Todo desenvolvedor é criado inicialmente com um *status* de **ativo**, permitindo a este criar e publicar *Apps* na Loja de Aplicações. O desenvolvedor também pode assumir um *status* de **inativo**, não produzindo mais *Apps*. Isso permite modelar o comportamento de desenvolvedores isolados, que publicam uma *app* e ficam um período sem atividade na Loja.

O trabalho de LIM e BENTLEY (2012a) também apresenta e incorpora diferentes perfis aos agentes desenvolvedores, dependendo da estratégia de cada um para criar suas *Apps*. Esses perfis são divididos em 5 perfis (Figura 6):

- **S0 - Inovador:** busca criar soluções em diferentes nichos e com diferentes características, em uma estratégia de criar soluções como foco em inovação.
- **S1 - Ordenhador:** cria várias *Apps* baseadas em uma mesma ideia. Desenvolve novas *Apps* como variações da sua última *app* publicado, em uma estratégia visível de aumentar o portfólio de *Apps*

com um menor esforço.

- **S2 - Otimizador:** Desenvolve novas Apps como variações da sua *app* com melhor aceitação pelos usuários, basicamente observando-se o número de *downloads*.
- **S3 - Copiador:** Nesse perfil, busca-se desenvolver Apps como cópia das Apps mais baixadas na Loja de Aplicações, em uma estratégia de criação baseado em cópia. É uma estratégia menos criativa, mas que apresenta um grande número de *downloads* rapidamente.
- **S4 - Flexível:** Utiliza uma das estratégias anteriores (S0-S3), conforme probabilidade abaixo:
 - 99% de probabilidade em selecionar uma das Top Apps e escolher a mesma estratégia do desenvolvedor.
 - 1% de probabilidade de selecionar uma estratégia aleatoriamente.

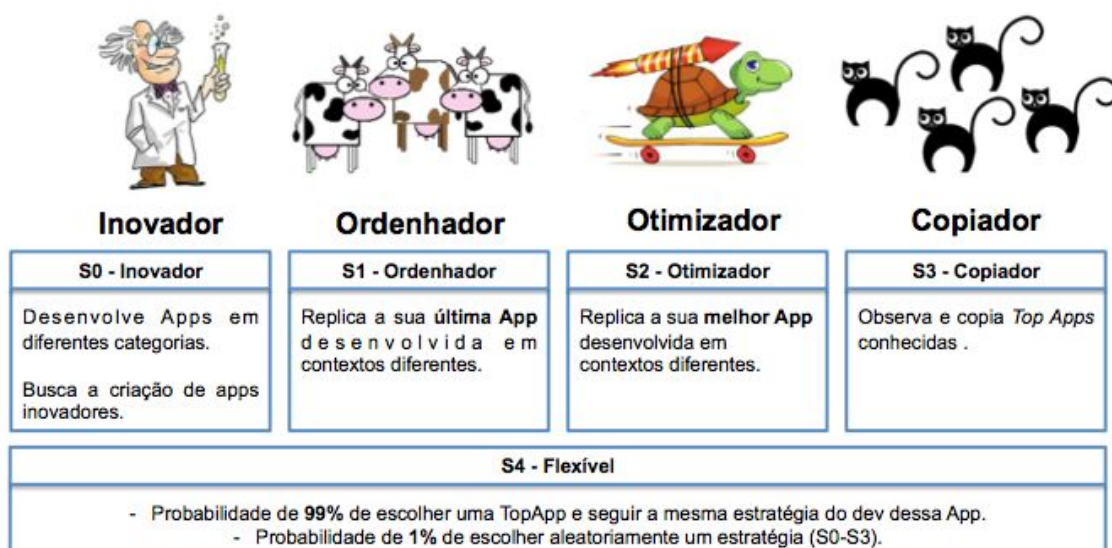


Figura 6: Estratégias de acordo com o perfil do desenvolvedor.

Fonte: (LIM e BENTLEY, 2012a)

4.2.3 Usuários

Cada Usuário é representado no modelo como uma matriz de preferências (*P*), que especifica quais características de uma *app* são desejadas pelo usuário. Essa matriz *P* pode ser dividida em 4 quadrantes, conforme descrito na Figura 7.

Para um determinado Usuário, a matriz é preenchida conforme descrição a seguir:

- **Quadrante 1 (Q1) – Características Indesejáveis:** Inclui características indesejáveis pelo usuário. Por exemplo, os usuários não desejam *Apps* com uma experiência de uso ruim ou que tenha *software* malicioso que prejudique o funcionamento do aparelho celular. São preenchidas com o valor zero.

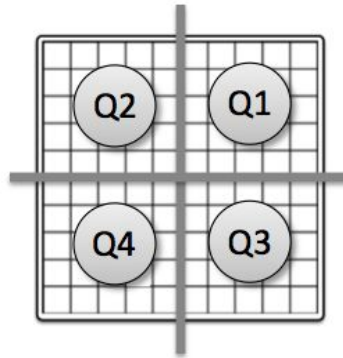


Figura 7: Matriz de preferências de um Usuário (P) dividida em quadrantes.

Fonte: (LIM et al., 2015b)

- **Quadrante 2 e 3 (Q2 e Q3) – Características Desejáveis (Probabilidade P_{pref}):** Representa características desejáveis pelos usuários. Esses quadrantes são preenchidos com uma probabilidade predefinida P_{pref} com valores aleatórios entre 1 e 5. Isso simula a intensidade do interesse do usuário em relação a essa característica, onde 1 é baixa e 5 é alta.
- **Quadrante 4 (Q4) – Características Muito Desejáveis (Probabilidade $2 \times P_{pref}$):** Representa características desejáveis pelos usuários. Esses quadrantes são preenchidos com uma probabilidade predefinida $2 \times P_{pref}$ com valores aleatórios entre 1 e 5. Isso simula a intensidade do interesse do usuário em relação a essa característica, onde 1 é baixa e 5 é alta.

O preenchimento de uma célula da Matriz de Preferência do usuário **P** com valor diferente de zero significa o desejo do usuário pela característica representada por essa célula. Se uma matriz de características de uma *app* **P** tem a célula correspondente preenchida na matriz de preferência **F**, isso aumenta as chances do usuário desejar essa *app*. Uma *app* popular pode ser abstraída como uma matriz **F** que corresponde à matriz **P** de vários usuários. De forma oposta, uma *app* não popular é aquela em que sua matriz **F** corresponde à matriz **P** de poucos ou nenhum usuário.

Por exemplo, na Figura 8, as correspondências entre duas *Apps* (*app 1* e *app 2*) são demonstrados em relação a matriz de preferências de um Usuário.

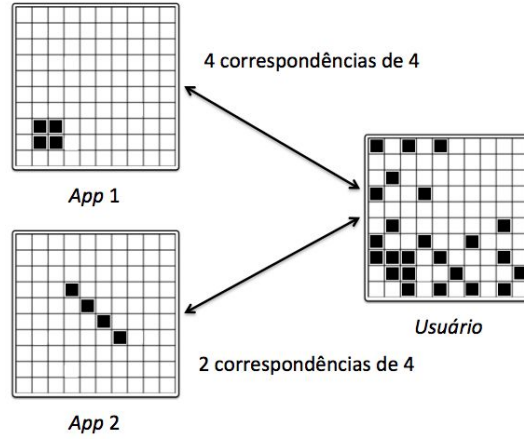


Figura 8: Correspondências entre as preferências de usuário com as características de uma *app*. Cada célula preenchida significa que essa célula tem valor diferente de zero.

Fonte: (LIM et al., 2015b)

A correspondência entre matrizes de *Apps* e usuários é binária: as matrizes são correspondentes ou não. Se essa correspondência acontece, o usuário realiza o *download* da *app*. No modelo, usuários só analisam a qualidade da *app*, por meio dos níveis de valor em cada célula, após “baixá-las” da Loja de Aplicações Móveis.

Uma vez que o Usuário realizou o *download* da *app*, ele tem uma probabilidade predefinida $P_{ProvideRatings}$ de avaliar essa aplicação móvel. Essa avaliação é realizada atribuindo uma nota representada por estrelas, que pode variar de 1 até 5. A avaliação dada por um Usuário a uma *app* é calculada pela avaliação de cada característica da *app* (*featRating*), conforme associação apresentada na Tabela 11. Por exemplo, para uma determinada característica, se o nível de qualidade é 2 e a preferência do usuário tem o valor 4, então o *featRating* é 3. O valor da avaliação final é a média dos *featRating* conforme apresentado na Fórmula 1 abaixo, onde *numFeat* é o número de características e *featRating* é o valor de cada característica da *app*:

$$Rating = \frac{\sum_{i=0}^{numFeat} featRating_i}{numFeat} \quad (1)$$

A frequência em que o Usuário visita a Loja também é controlada pelo modelo. Cada usuário também pode influenciar sua rede de amigos a conhecer

uma *app* "baixada" por ele, de acordo com uma distribuição de probabilidade (LIM et al., 2015b).

Tabela 11. Cálculo do *Rating*. Para cada par de característica e preferência é produzido um *Rating* correspondente.

		Qualidade da Característica				
Intensidade da Preferência		1	2	3	4	5
	1	5	5	5	5	5
	2	4	5	5	5	5
	3	3	4	5	5	5
	4	2	3	4	5	5
	5	1	2	3	4	5

4.2.4 Loja de Aplicações

A Loja de Aplicações Móveis armazena *Apps* criadas pelos desenvolvedores e as disponibiliza para busca e *download* pelos usuários. Para descoberta de *Apps* há 3 métodos no modelo: a lista de *Top Apps*, a lista de Novas *Apps* e a busca por palavras-chave. Essas são as 3 formas pelo qual usuários encontram e consomem *Apps*. A seguir elas são detalhadas:

- **Lista de *Top Apps*:** Retorna uma lista ordenada, pelo número de *downloads*, com as $N_{MaxTopChart}$ primeiras *Apps*. O valor padrão de $N_{MaxTopChart}$ é 50, conforme utilizado pelas Lojas mais utilizadas.
- **Novas *Apps*:** Retorna uma lista com as $N_{MaxNewChart}$ primeiras *Apps*. O valor padrão de $N_{MaxTopApps}$ é 40.
- **Busca por palavra-chave:** Retorna uma lista que corresponda a uma busca por palavra-chave realizada pelo Usuário. No modelo AppEco, essa busca é simplificada retornando um número N de *Apps*, escolhidas aleatoriamente.

4.3 Algoritmo de Simulação

O Modelo *AppEco* especifica um algoritmo que simula interações diárias entre os componentes de um MSECO, apresentados anteriormente. O crescimento da população de usuários é baseado no crescimento da população em sistemas naturais (KINGSLAND, 1995).

O tamanho da população de usuários em um determinado tempo t ($UserPop_t$) é definido pela Equação 2, onde os valores foram calibrados para corresponderem aos valores reais de um MSECO:

$$UserPop_t = 1000 + \frac{79000}{1 + e^{0,0028t+4}} \quad (2)$$

A população de Desenvolvedores é calculada a partir de uma equação polinomial, de tal forma que os valores sejam correspondentes aos valores reais de desenvolvedores do MSECO. O tamanho da população em um determinado tempo t ($DevPop_t$) é definido pela Equação 3:

$$DevPop_t = 0.045 t^2 + 40 t + 1200 \quad (3)$$

A Figura 9 resume o algoritmo envolvido na simulação do *AppEco*. Cada ciclo representa um dia de interação entre os elementos de um MSECO. A seguir, cada etapa do algoritmo será detalhada.

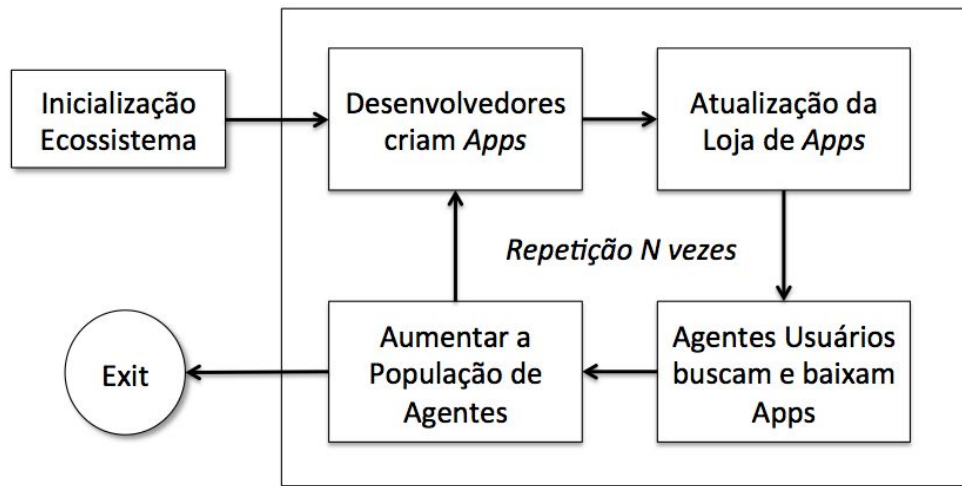


Figura 9: Algoritmo AppEco
Fonte: (LIM et al., 2015b)

- **Inicialização do Ecossistema:** Ecossistema é inicializado no dia 0 ($t = 0$), com população de Usuários e de Desenvolvedores calculados conforme as Equações 2 e 3. Um conjunto inicial de *Apps* é criado e publicado.
- **Desenvolvedores criam Apps:** Para cada desenvolvedor ativo, a variável *DayTaken* é incrementada. Se *DayTaken* excede o tempo médio de desenvolvimento do desenvolvedor, então a *app* está pronta e deve ser publicada. Após isso, *DayTaken* é reiniciado (*DayTaken* = 0).

- **Atualização da Loja de Aplicações:** As listas de busca da Loja de Apps é atualizada.
- **Usuários buscam e baixam Apps:** Usuários buscam Apps por meio da lista de Top Apps, Lista de Novas Apps ou busca por palavra-chave. Para determinar se a app será baixada, a matriz de características F da app é comparada à matriz P de preferências do Usuário.
- **Aumentar a população de Agentes:** O número de Usuários e desenvolvedores é incrementado para o novo ciclo, utilizando as Equações 2 e 3.

4.4 Análise Crítica do Modelo AppEco

Dentre os modelos encontrados durante o Mapeamento Sistemático da Literatura, apresentado no Capítulo 3, o *AppEco* foi o modelo mais completo, possibilitando uma representação mais próxima das interações existentes no mundo real, bem como também pela sua característica de replicação.

O Modelo *AppEco* foi concebido para modelar as interações em um Ecossistema de Software Móvel. Em especial, ele observa comportamentos e interações entre os principais atores desse Ecossistema (i.e. Usuários, Desenvolvedores e Apps) em uma dinâmica de produção de consumo de aplicações. Esse modelo evoluiu em (LIM et al., 2015).

O modelo consiste em agentes que são abstrações de usuários, Apps e desenvolvedores, bem como artefatos que são abstrações de Apps. Os agentes Desenvolvedores constroem e publicam Apps na Loja de Aplicações. Os agentes Usuários visitam a Loja e realizam download de Apps, onde cada download corresponde a uma nova venda. Cada uma das Apps é modelada como uma matriz de características, semelhante aos genes. As funcionalidades desejadas por um usuário também são modeladas em uma matriz. O download de uma app acontece quando há uma equivalência entre essas duas matrizes.

Um dos diferenciais do modelo AppEco em relação a outros modelos de simulação é a modelagem explícita de artefatos e os agentes de um MSECO. Essa é uma importante característica que facilita reuso do modelo por terceiros. Entretanto, como mostra a Figura 10, o modelo proposto é de difícil utilização por desenvolvedores por não possuir uma interatividade com seus usuários durante a execução, por utilizar terminal de linha de comando para sua execução e ter os resultados gerados em um arquivo TXT extenso e confuso.

Assim, como parte da pesquisa, o modelo teórico AppEco precisa ser ampliado para fornecer um modelo descritivo de características que permite ao desenvolvedor utilizar esse modelo na prática.

```

***** Welcome to AppEco *****
Validating command line arguments ...
Reading parameters defined in input.txt ...
num_runs = 1
min_pop_user = 1500
max_pop_user = 40000
min_pop_developer = 1000
max_pop_developer = 120000
initial_apps = 500
min_browse_frequency = 1
max_browse_frequency = 360
min_development_duration = 1
max_development_duration = 180
max_apps_top_chart = 50
max_apps_new_chart = 40
timestamp_start_publicity = 720
RUNNING...
Creating output files ...
Initialising app store ...
App Store running day 1 to 365
FINISHING...
Writing Results. Check files:
*** overall.csv
*** top_charts.csv

Allans-MacBook-Air:appeco allanbezera$ head to
p_charts_0.csv
timestamp,Chart Type,Apps
0,Top Downloads,
0,Number of Downloads,
0,New and Noteworthy,152,317,323,162,24,113,28
5,416,5,278,426,61,289,462,106,261,56,406,192,
310,146,25,296,399,418,170,287,459,227,80,373,
488,62,239,58,206,221,275,327,499,
1,Top Downloads,5,261,56,192,418,275,106,285,3
27,113,206,310,61,170,221,80,374,369,132,433,7
4,111,90,370,260,330,495,435,406,450,87,113,13
6,193,228,270,303,316,322,324,329,335,396,464,
467,473,483,470,201,362,
1,Number of Downloads,400,352,256,200,200,184,
176,160,144,144,88,80,80,40,32,32,32,24,24,
24,24,24,24,24,24,24,24,16,16,16,16,16,16,1
6,16,16,16,16,16,16,16,16,16,8,8,8,
1,New and Noteworthy,152,317,323,162,24,113,28
5,416,5,278,426,61,289,462,106,261,56,406,192,
310,146,25,296,399,418,170,287,459,227,80,373,
488,62,239,58,206,221,275,327,499,
2,Top Downloads,5,261,132,435,370,136,338,374,
56,433,473,322,418,396,316,275,483,111,327,192
,285,260,113,106,495,369,74,324,303,270,325,45
8,201,206,61,118,228,193,90,310,464,221,170,36
2,329,467,470,80,406,230,
2,Number of Downloads,458,372,311,311,311,306,
303,300,280,263,258,250,237,234,226,219,218,21
5,210,205,204,199,194,182,159,156,151,146,138,
138,130,122,117,111,98,90,90,82,79,74,74,68,57
,53,50,50,37,36,31,29,

```

Figura 10: (esquerda) Execução do Modelo AppEco e (direita) Resultados gerados pelo modelo.

Neste contexto, essa seção busca realizar uma análise crítica do modelo, realizando um paralelo com o ciclo de vida encontrado na indústria, bem como identificar lacunas de melhorias no modelo, permitindo uma aproximação ainda maior do cenário real encontrado por desenvolvedores.

4.4.1 Aplicando o Modelo *AppEco* em cenários reais

Para realizar esse estudo de aplicação do modelo em cenários reais, recorreremos à Tabela 1, apresentada no Capítulo 2, onde são enumeradas as fases de um processo de criação e distribuição de uma *app*. Isso mostra as interações entre usuários, *Apps*, desenvolvedor e loja de aplicações durante todo o ciclo de vida de uma aplicação. Diante desse ciclo, descreveremos, como cada uma dessas fases são tratadas no modelo. Esse entendimento é primordial para uma análise crítica da aplicação do modelo em cenários reais.

- **IDEAÇÃO:** A fase de ideação é definida como um processo aleatório quanto à definição do escopo das *Apps* produzidas pelo Modelo. Especificamente quanto ao agente desenvolvedor, o modelo provê diferentes perfis de desenvolvedor, cada um deles com uma estratégia diferente para idealizar uma *app*, conforme apresentado na seção 4.2.2.

- **DESENVOLVIMENTO:** O desenvolvedor constrói sua aplicação através de um processo de desenvolvimento definido no modelo, com duração em dias. A simulação leva em conta os X dias de desenvolvimento, configurável no modelo. No dia X+1 a aplicação está pronta e é publicada pelo agente desenvolvedor na loja de aplicações. Mais detalhes na seção 4.2.2.
- **EMPACOTAMENTO:** A atividade de empacotamento é um processo que antecede a publicação. No modelo *AppEco* essa atividade não está modelada formalmente. É nessa fase que muitos metadados da *app* são produzidos. Esses metadados são utilizados como características das *Apps*. Todavia, assume-se que isso é feito ao final do último dia de desenvolvimento, não trazendo impacto ou atraso no processo de publicação.
- **PRECIFICAÇÃO:** Definir o preço de uma *app* é uma atividade complexa. O Modelo *AppEco* não apoia formalmente a atividade de precificação. Por simplicidade, o modelo assume que todas as *Apps* são vendidas pelo mesmo preço.
- **PUBLICAÇÃO:** Ao finalizar o desenvolvimento, a *app* é automaticamente publicada na Loja de Aplicações do *AppEco*, sendo colocada na Lista de “Novos”, uma das opções de busca disponíveis para o usuário.
- **BUSCA:** Para descoberta de *Apps* há 3 métodos no modelo: a lista de *Top Apps*, a lista de *Novas Apps* e a busca por palavras-chave. Mais detalhes na seção 4.2.4.
- **DOWNLOAD:** A decisão de baixar ou não uma *app* é umas das funcionalidades centrais do Modelo *AppEco*. Cada usuário é representado no modelo como uma matriz de suas preferências. Cada *app* também é representada como uma matriz de suas características.
A correspondência entre matrizes de *Apps* e usuários é binária: as matrizes são correspondentes ou não. Se essa correspondência acontece, o usuário realiza o *download* da *app*. Mais detalhes na seção 4.2.1 e 4.2.3
- **CONTROLES:** O modelo *AppEco* tem um algoritmo central controlado por um contador de dias. As principais atividades envolvidas no controle do ecossistema são: Inicialização do Ecossistema, Desenvolvedores criam *Apps*, Atualização da Loja de Aplicações, Usuários buscam e baixam *Apps* e Aumento da população de Agentes (desenvolvedores e usuários). Mais detalhes na seção 4.3

- **RATING:** Uma vez que o Usuário realizou o *download* da *app*, ele tem uma probabilidade pré-definida de avaliar essa *app*. Essa avaliação é realizada atribuindo uma nota representada por estrelas, que pode variar de 1 até 5. Mais detalhes na seção 4.2.3
- **COMENTÁRIOS:** O Modelo não define formalmente a atividade de comentários.
- **RECOMENDAÇÃO:** Usuários podem recomendar *Apps* para a sua rede de amigos em uma modelagem que tenta reproduzir com conceito viral de redes sociais.
- **ATUALIZAÇÃO:** O modelo *AppEco* não contempla a atividade de atualização da *app*.

4.4.2 Limitações Técnicas do Modelo *AppEco*

Em um estudo exploratório foram executados diversos testes de execução do modelo teórico para observar no Modelo *AppEco* o comportamento da matriz de preferência dos usuários e a matriz de características das *Apps*. Esse entendimento é primordial para entender a aplicação do modelo *AppEco* no contexto real de desenvolvimento de *Apps*.

Após a observação de 30 execuções do modelo com configuração padrão, tivemos:

1. A matriz de preferências dos usuários tem uma taxa de ocupação média de 35% da sua área total. Essa taxa é calibrável através da variável de configuração *P_PREFERENCE*;
2. A matriz de característica de *Apps*, a ocupação das células é de 4% do total. Essa taxa é calibrável através da variável de configuração *P_FEATURE*;

A Figura 11 apresenta um exemplo de matriz de preferências de um usuário (à esquerda) e uma matriz de características de uma Aplicação (à direita).

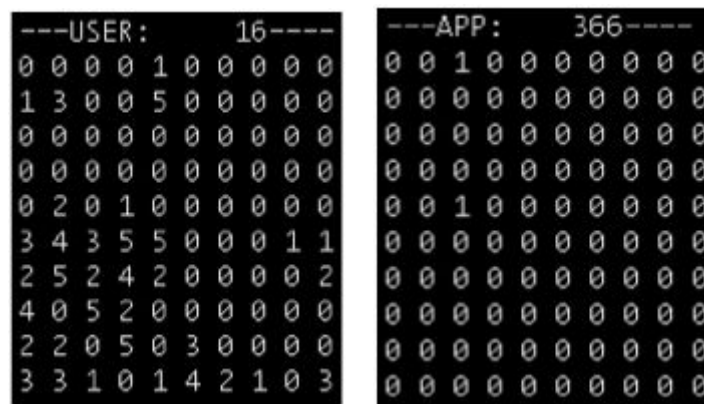


Figura 11: Matriz de Preferências P (esquerda) e Matriz de características C (direita)

Analisando de forma crítica o modelo *AppEco*, podem ser listados alguns problemas encontrados para viabilizar o uso do modelo em contextos reais. A seguir, esses problemas são apresentados e debatidos:

1. O modelo assume uma estratégia que evidencia a seletividade dos usuários através do *match* entre uma matriz de preferências de um usuário com uma matriz de características de uma *app*. Para um modelo teórico, é razoável assumir essas matrizes sem levar em consideração que características do mundo real são estas. Falta definir que características são essas.
2. As instâncias das matrizes de características das *Apps* apresentam uma baixa taxa de ocupação. A Figura 11 (à direita) mostra uma instância de uma *app* com apenas 2 de 100 células preenchidas. Isso quer dizer que, segundo o modelo teórico, em um contexto de 100 possíveis características, esta *app* tem apenas 2. Em cenários reais, temos uma diversidade bem maior de características.
3. O modelo *AppEco* simula um ecossistema de *software* móvel com foco no comportamento e indicadores globais do ecossistema. Isso dificulta o seu uso "singular" por um desenvolvedor específico que gostaria de observar o comportamento da sua *app* em um determinado cenário.
4. O modelo *AppEco* foi originalmente implementado na linguagem C. Devido ao grande número de agentes instanciados, a execução do modelo consome grandes valores em termos de memória, da ordem de 5GB. Adicionalmente, a programação original funciona na plataforma OSX, entretanto requer melhorias na alocação de memória para rodar em ambientes Linux.

Para esse trabalho não foram realizados quaisquer ajustes no modelo de perfis de desenvolvedores proposto no item 4.2.2. Para as simulações foram utilizados o perfil padrão, sendo possível o ajuste por parte do executor da simulação.

4.5 Considerações Finais

Neste capítulo, foi apresentada uma visão geral do modelo teórico *AppEco*, destinado à simulação de Ecossistema de *Software* Móveis. Este modelo foi escolhido o mais adequado a ser aplicado neste estudo após o Mapeamento Sistemático da Literatura realizado.

Analisando de forma crítica o modelo *AppEco*, alguns problemas encontrados para viabilizar o uso do modelo em contextos reais foram observados: falta de instanciação do modelo teórico e baixa taxa de ocupação das matrizes de características das *Apps*.

Aplicar o modelo AppEco em um contexto da indústria trás uma série de problemas, como por exemplo, instanciar a matriz de uma *app* do modelo para características reais de uma aplicação. Essa problemática será tratada no próximo capítulo, onde será apresentada uma proposta de ampliação do modelo teórico permitindo a sua instanciação.

5. CARACTERÍSTICAS DE APLICAÇÕES MÓVEIS PARA SIMULAÇÃO DE MSECOS

Neste capítulo é apresentado um levantamento de características de aplicações móveis para uso em Simulação de Ecossistemas de Software Móvel. A lista de características proposta foi construída a partir de um conjunto de fontes de informações relevantes disponíveis na literatura técnica e em relatórios técnicos fornecidos pelos mantenedores das Lojas de Aplicações.

5.1 Fatores determinantes para Usuários na escolha de Aplicações Móveis

O trabalho de (LIM et al., 2015a) traz uma pesquisa global extensiva com usuários de aplicações móveis de diversas partes do mundo. A Figura 12 apresenta as principais respostas dos usuários para a pergunta “Quais as principais características que levam um usuário a escolha de uma aplicação?”.

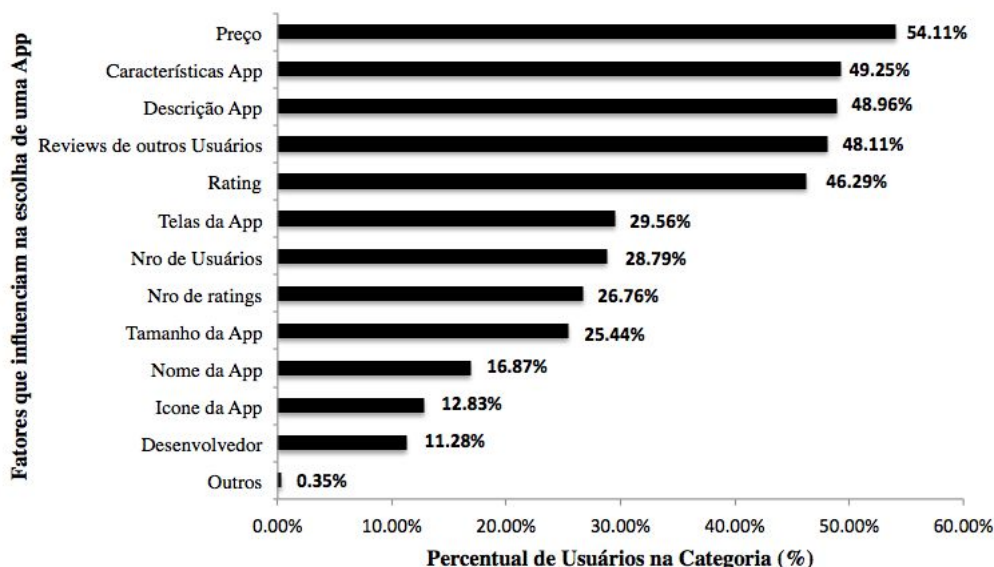


Figura 12: Principais razões para realizar o *download* de uma *app*

Fonte: (LIM et al., 2015b)

(LIM et al., 2015a) apresentam uma fotografia importante da percepção de quais aspectos os usuários observam no momento de realizar o *download* de uma *App*. Diante da completude desse estudos, optou-se por utilizá-lo como

ponto de partida para o levantamento das características de *Apps* relevantes neste trabalho. Optou-se por utilizar características particulares as *Apps*, ignorando, nesse momento, respostas que tratam mais sobre aspectos de controle da loja, como por exemplo o número de downloads e o número de avaliações da aplicação.

Dito isso, é importante reforçar a busca pela aplicabilidade prática de modelos de simulação na indústria de *Apps*. É importante diminuir os *gaps* entre o modelo teórico e o cenário real de *Apps*. Assim, precisa-se detalhar e associar cada célula da matriz de características de uma *app*, presente no modelo *AppEco*, a uma das características encontradas no mundo real. Isso permitirá que um desenvolvedor, ao analisar sua *app*, seja capaz de gerar a matriz de característica de sua aplicação. A Figura 13 apresenta um exemplo de associação. Por simplicidade, foram descritas apenas 4 características, posicionando-as na matriz.

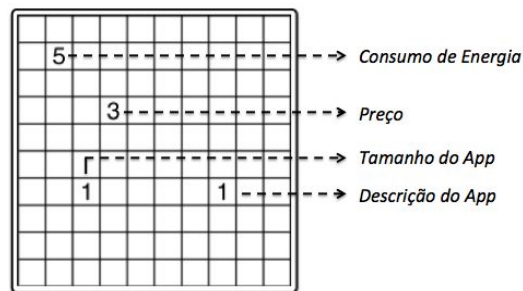


Figura 13: Exemplo de mapeamento entre a matriz e as características mapeadas.

É importante citar que NÃO é objetivo deste trabalho afirmar que o sucesso de uma *app* é influenciado exclusivamente pelas suas características. Diversos trabalhos disponíveis na literatura apresentam diversos fatores influenciadores. Neste estudo observamos a dimensão das características, desconsiderando os demais fatores.

Na próxima seção, serão apresentadas as fontes de informações que foram escolhidas para extração de características de *Apps* importantes ao contexto de simulação em SECO.

5.2 Fonte de Informação para extração de características

Para detalhar os aspectos apresentados por LIM *et al.* (2015a), essa pesquisa realizou composição com outras fontes para chegar à proposição de

uma lista mais ampla de características. Para identificar essas características, foram analisadas fontes de informação nas 3 dimensões de um SECO sugeridas em (SANTOS et al., 2011): Dimensão Técnica, Social e de Negócios.

As fontes selecionadas foram trabalhos disponíveis na literatura técnica com notório reconhecimento técnico amplamente utilizadas pelos desenvolvedores, como documentação de referência, documentação técnica das plataformas de MSECOS e Relatório de desempenho das *Apps* disponibilizados pelos mantenedores das Lojas de Aplicações, destacando estratégias de negócio de desenvolvedores de sucesso, conforme apresentado na Figura 13.

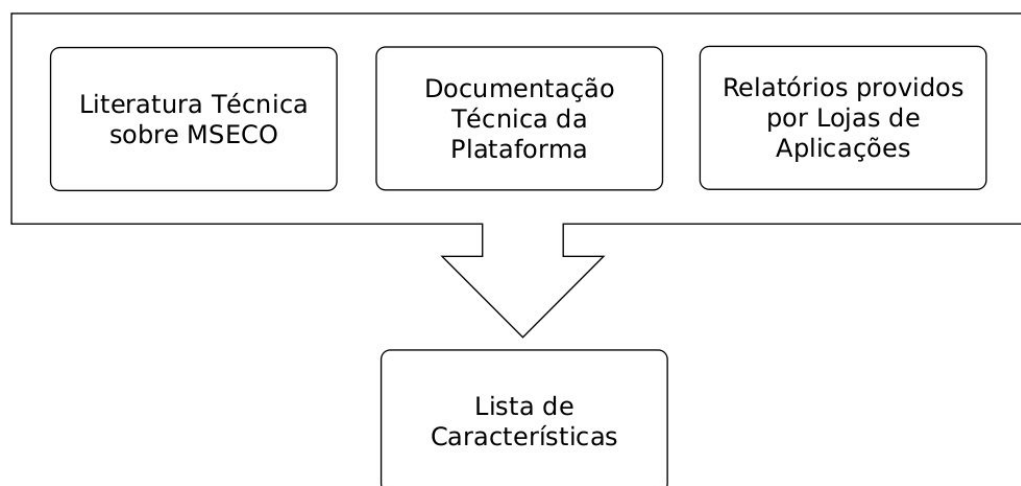


Figura 14: Fontes utilizadas para extração de características

Para buscar características da **dimensão social**, foram selecionados trabalhos que abordam aspectos de contexto e relação da *app* com usuários e com outras aplicações de um mesmo ecossistema. Para a **dimensão técnica**, foram observados trabalhos que mostram as principais características técnicas de *Apps*. Para a **dimensão de negócios**, foram utilizados relatórios técnicos disponibilizados pelos mantenedores das lojas de aplicações, destacando casos de sucessos nessas lojas.

Nos próximas subseções serão detalhadas as características selecionadas de acordo com cada dimensão observada.

5.2.1 Dimensão Social

A Loja de Aplicações é o canal central para que desenvolvedores publiquem suas *Apps* e os usuários realizem buscas e downloads dessas *Apps*. Nesse ambiente, uma vez identificada uma *app* de interesse, o usuário

tem à disposição diversas informações a respeito da aplicação. Além de entender o processo de download de uma aplicação móvel, é importante observar, sob a perspectiva do usuário, quais aspectos são primordiais para um usuário realizar o download.

Dentre as informações disponibilizadas pela loja de aplicações, podem ser citadas: nome, ícone, descrição, imagens das telas, avaliações e comentários de outros usuários. No exemplo de tela da loja de aplicações *Google Play* da plataforma Android apresentado na Figura 15, é possível verificar por exemplo que mais de 1 milhão de usuários já realizou o download desta aplicação. É possível também verificar que a nota média da avaliação da *app* é 4.3, resultado da avaliação de 48.937 usuários. Após análise das informações, o usuário realiza *download* do *app* clicando no botão **INSTALAR**.

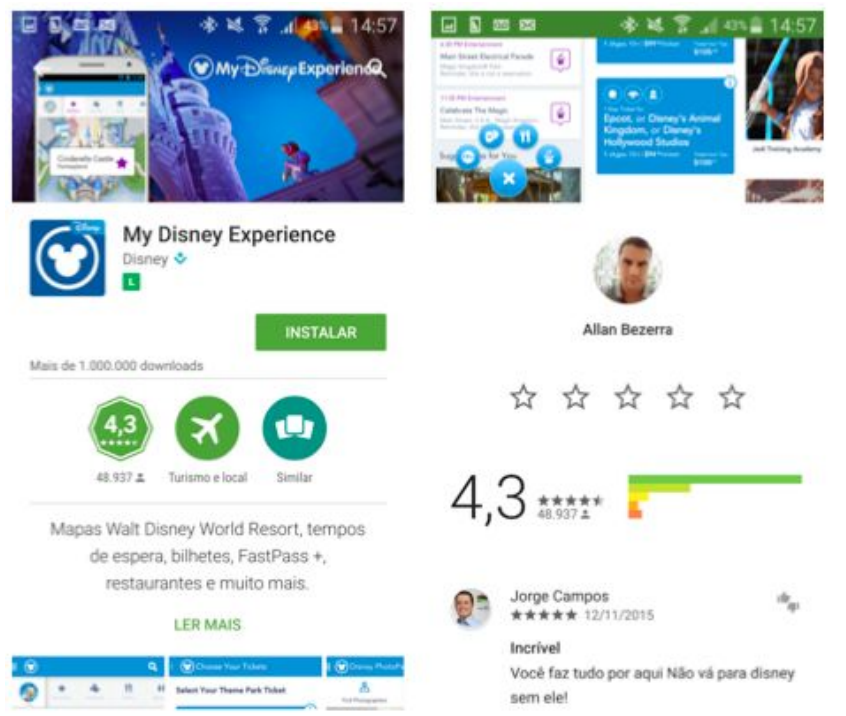


Figura 15: Detalhes disponíveis para o Usuário da *app* My Disney Experience.
Fonte: GooglePlay, 2016

Essa informações são primordiais para o usuário tomar a decisão de realizar o download da *app*. Essas e outras característica extraídas da loja irão compor as características da dimensão social.

5.2.2 Dimensão Técnica

O processo de download de uma *app* em uma Loja é realizado em 2 etapas. A primeira foi descrita no item anterior, com a análise das informações da *app* e decisão por realizar o download. Em uma segunda etapa, é mostrada uma tela ao usuário detalhando as permissões técnicas solicitadas pela *app* para seu funcionamento. As características são listadas na tela para concordância do Usuário, que as aceita, inicializando finalmente o download da aplicação. Essas características podem ser recuperadas na plataforma Android, por exemplo, por meio do arquivo de *Manifest* da aplicação, que consiste em um arquivo editado pelo desenvolvedor com as características técnicas necessárias para o bom funcionamento da aplicação. Essas características podem influenciar diretamente na decisão do usuário em realizar ou não o *download* da *app*. Diante desses argumentos, foi utilizado o arquivo de *Manifest* da *app* como fonte de características técnicas.

A Figura 16 apresenta as telas da Loja de Aplicações do *Googleplay* com detalhes da *app My Disney Experience*.

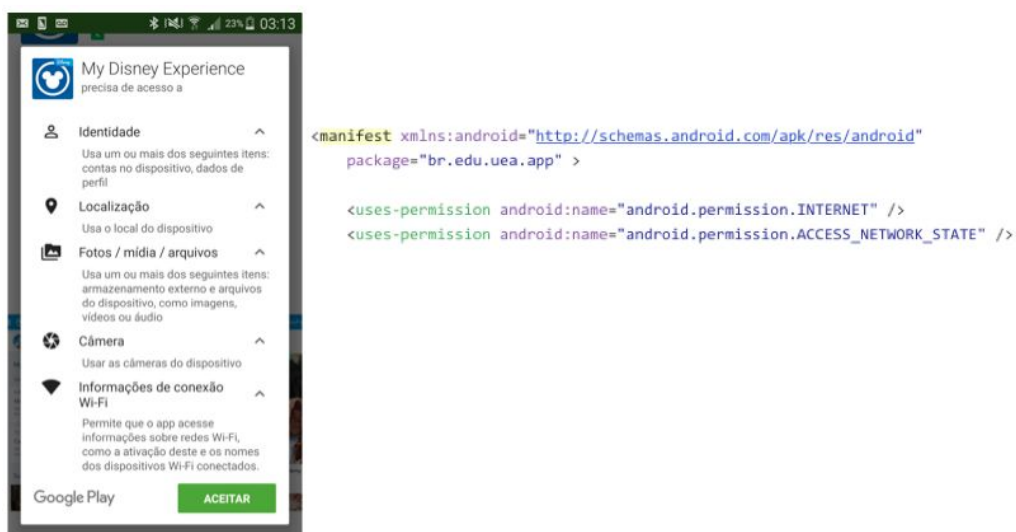


Figura 16: (esquerda) Informação de Características Técnicas solicitadas pela *app* durante o processo de download. (direita) As mesmas informações também disponíveis em um trecho do arquivo de Manifest. Exemplo para a *app My Disney Experience*.

Fonte: GooglePlay, 2016

5.2.3 Dimensão Negócios

Um dos 3 pilares de características que busca-se neste trabalho é o de Negócios. Esse pilar observa principalmente aspectos que influenciam na monetização das *Apps* e no retorno do investimento aos desenvolvedores.

Entender os aspectos de negócio ajuda a entender como os aspectos sociais e técnicos são recebidos pelos usuários e como isso gera dinheiro ao desenvolvedor e às organizações. Os estudos nessa área tratam principalmente de precificação, uso de propaganda, oferecimento de *Apps* gratuitas, mas com venda de conteúdo sob demanda e estratégias para aumentar o faturamento nas Lojas de Aplicações.

Para estudar essa dimensão, buscou-se fontes disponibilizadas pelos Mantenedores dos MSECO, principalmente aqueles que relatam casos de sucesso e abordam características que os influenciaram. Também são objetos desses relatórios os casos de insucesso que acarretam em rejeição de *Apps* por parte dos usuários, mesmo em cenários de alto investimento na *App*. Dentre essas fontes, temos por exemplo: *The Developer Economy Report*⁷, *AppAnnie Report*⁸ e *Google App Success Guide*⁹. Ao analisar essas fontes é possível oferecer um conjunto de características iniciais que são importantes nessa dimensão.

5.3 Modelo descritivo de características que influenciam popularidade de *Apps* em Lojas de Aplicações

Uma das contribuições previstas neste trabalho é a realização de um estudo sobre quais características influenciam a popularidade das *Apps* em Lojas de Aplicações. Identificar essas características permitirá a ampliação do modelo teórico selecionado, enumerando um conjunto inicial de características tangíveis e permitindo que o desenvolvedor utilize tais modelos na prática. Esse estudo não busca definir uma lista de características fechada e completa, uma vez que várias características sequer são mapeáveis em um cenário completo e dinâmico que envolve um MSECO. Algumas características não são determinísticas, estando mais na esfera da aleatoriedade. O modelo *AppEco*, utilizado neste estudo, reforça essa teoria.

⁷ <http://www.developereconomics.com/reports/>

⁸ <https://www.appannie.com>

⁹ <https://developer.android.com/distribute/googleplay/guide.html>

Tabela 12. Lista de Características.

Dimensão	Característica	Descrição	Referência
Social (7)	<i>S1-App Name</i>	Nome do Aplicativo	(LIM et al., 2015a)
	<i>S2-Screenshots</i>	Representatividade das telas da App	(LIM et al., 2015a)
	<i>S3-Icon</i>	Representatividade do Ícone da App	(LIM et al., 2015a)
	<i>S4-App Description</i>	Descrição da Aplicações	(LIM et al., 2015a)
	<i>S5-Developer Portfolio</i>	Portfólio de Aplicações já publicadas pelo desenvolvedor.	(LIM et al., 2015a)
	<i>S6-Store Choise</i>	Indica se a App é uma recomendação de Loja, do Editor ou de uma categoria.	(GOOGLE, 2014)
	<i>S7-Interactive Elements</i>	<i>Representa a existência de elementos interativos no App (Users Interact, Shares Info, Shares Location)</i>	(GOOGLE, 2014)
Técnica (7)	<i>T1-Small App Size</i>	<i>Tamanho do App</i>	(LIM et al., 2015a)
	<i>T2-Read User Info</i>	<i>Leitura dos dados do aparelho (contatos, logs de ligações, calendário, uso da app)</i>	(OLMSTEAD e ATKINSON, 2015)
	<i>T3-Access Contextual Information</i>	<i>Utiliza informações de sensores de localização do dispositivo</i>	(OLMSTEAD e ATKINSON, 2015)
	<i>T4-Net Protocol Use</i>	<i>Utiliza protocolos de comunicação de baixa distância: bluetooth, IR, wifi direct</i>	(OLMSTEAD e ATKINSON, 2015)
	<i>T5-Capture Audio and Video</i>	<i>Utiliza a Captura áudio e vídeo</i>	(OLMSTEAD e ATKINSON, 2015)
	<i>T6-Energy Consumption</i>	<i>Faz uso racional da bateria</i>	(GOOGLE, 2014)
	<i>T7-Frequent Updates</i>	<i>Disponibilização frequente de atualizações</i>	(GOOGLE, 2014)
Negócio (6)	<i>N1-Price</i>	<i>Preço da App</i>	(LIM et al., 2015a)
	<i>N2-No In-App Advertising</i>	<i>Há Propaganda dentro da app?</i>	(GOOGLE, 2014)
	<i>N3-In-App Purchase</i>	<i>Há Compra dentro da app?</i>	(GOOGLE, 2014)
	<i>N4-Cross App Integration</i>	<i>Há Integração com outras Apps do mesmo desenvolvedor ou de outro?</i>	(GOOGLE, 2014)
	<i>N5-Reward-based advertising</i>	<i>Há Propaganda baseada em recompensa. Gamificação com remuneração de produtos/serviços de anunciantes?</i>	(GOOGLE, 2014)
	<i>N6-Market Penetration</i>	<i>Indica o índice de penetração da app. Quanto maior o número maior é a quantidade de dispositivos compatíveis</i>	(NORONHA e FREITAS, 2016)

Para identificar essas características, foram analisadas fontes nas 3 dimensões de um MSECO (apresentado na seção 2.1.2): Técnica, Social e de

Negócios. A Tabela 12 apresentou uma proposta inicial dessas características após a análise das fontes citadas.

É importante destacar que utilizamos apenas características determinísticas nesta propositura, ou seja, características que definem a *App* e não mudam com o decorrer da simulação. Com isso, excluimos características como número de *downloads* ou avaliação direta dos usuários, que na verdade são características de controles.

5.4 Avaliação do conjunto proposto

A avaliação das características que ampliam o modelo *AppEco* foi realizada por meio de um conjunto de aplicações reais (Apêndice B e Apêndice C). A partir de uma base de dados ampla, uma amostra foi selecionada de forma aleatória para avaliar a presença das características listadas nessas aplicações reais. O objetivo dessa avaliação é verificar se a lista inicial de características apresentadas neste trabalho reflete diretamente a popularidade das aplicações. Em termos mais práticos, deseja-se verificar se quanto mais popular a aplicação real, maior o número de características de qualidade existentes nessa aplicação.

5.4.1 Metodologia

O objetivo dessa avaliação é verificar a representatividade da lista inicial de características propostas em *Apps* notadamente populares e não populares, tomando como conceito de popularidade a aceitação dessas aplicações em termos de número de downloads.

Para tal, a metodologia utilizada é detalhada a seguir:

1. Seleção da base de aplicações com metadados;
2. Seleção de amostra;
3. Definição do critério de comparação;
4. Mapeamento das características para a amostra selecionada;
5. Análise dos resultados.

5.4.2 Base de dados e seleção da amostra

Para realizar o processo de validação, foi utilizada uma amostra da base de dados coletada com metadados de todas as aplicações disponíveis na *Google Play*¹⁰ em 02/07/2016. Essa base é disponibilizada para fins

¹⁰ <https://play.google.com/store/Apps>

educacionais pelo serviço de *webcrawler WebMiner*¹¹. A coleta foi realizada no período de 02/07/2017 até 15/07/2017. A base utilizada contém 1.5 milhão de registros, onde cada um corresponde a uma aplicação disponível na loja *Google Play*. Essa loja foi escolhida pela sua representatividade.

Dentre os metadados coletados na base estão: *id, title, author, price, category, thumbnail, downloads, score, last_update, developer_domain, developer_email, developer_url, requirement, links, link, content_rating, description*. Informações adicionais sobre cada aplicação podem ser obtidas por meio no link <https://play.google.com/store/Apps/details?id=ID>, onde ID é o identificador único da aplicação na loja de aplicativos.

Como amostra dessa avaliação, foi definido: Grupo 1) o conjunto de 50 *Apps* mais baixadas gratuitas; e Grupo 2) um conjunto aleatório de 50 *Apps* que não fazem parte do Grupo 1. A lista de *Apps* de cada grupo podem ser observadas no Apêndice B e Apêndice C.

Cada característica foi avaliada e pontuada conforme critérios abaixo:

- **S1-App Name:** verificou-se o nome da *App* e o quão representativo é em relação à principal funcionalidade da *App*. Para essa características avaliamos o nome quanto a representatividade em relação a principal características da *App*, atribuindo assim valores de 0 (não representativo) e 5 (representativo).
- **S2-Screenshots:** verificou-se o número de telas da *App* e se o visual está de acordo com as diretrizes do Android.
- **S3-Icon:** verificou-se se o ícone é representativo à principal funcionalidade do *App*.
- **S4-App Description:** verificou-se a descrição da *App* e se há um texto mínimo descrevendo as suas principais funcionalidades.
- **S5-Developer Portfolio:** verificou-se a quantidade de *Apps* já publicadas pelo desenvolvedor.
- **S6-Store Choice:** verificou-se se a *App* é uma recomendação de Loja, do Editor ou de uma categoria, ganhando com isso destaque. Essa informação é destacada pela própria Loja na página da *App*.
- **S7-Interactive Elements:** contou-se a existência de elementos interativos no *App* (i.e. *Users Interact, Shares Info, Shares Location*). Essa informação é destacada pela própria Loja na página da *App*.

¹¹ <https://thewebminer.com>

- **T1-Small App Size:** verificou-se o tamanho da aplicação. *Apps* com mais de 20MB são penalizadas pois restringem o download pelo usuário apenas via Wifi.
- **T2-Read User Info:** verificou-se se a *App* faz leitura dos dados do aparelho, melhorando a experiência da aplicação (ex: contatos, logs de ligações, calendário). Essa informação é destacada pela própria Loja na página da *App*.
- **T3-Access Contextual Information:** verificou-se se a aplicação faz uso de localização do dispositivo. Essa informação é destacada pela própria Loja na página da *App*.
- **T4-Net Protocol Use:** verificou-se se a aplicação utiliza protocolos de comunicação de baixa distância: bluetooth, IR, wifi direct.
- **T5-Capture Audio and Video:** verificou-se se a aplicação captura Audio e Video enriquecendo suas funcionalidades.
- **T6-Energy Consumption:** verificou-se se a aplicação faz uso racional da bateria.
- **T7-Frequent Updates:** verificou-se se a aplicação tem atualizações frequentes, por exemplo, se o último update aconteceu nos últimos 6 meses.
- **N1-Price:** verificou-se o preço da aplicação, pagos são penalizados.
- **N2-No In-App Advertising:** verificou-se se a aplicação apresenta propaganda na aplicação. Aplicações com propaganda são penalizadas.
- **N3-In-App Purchase:** verificou-se se a aplicação faz venda de itens, melhorando a experiência da *App*.
- **N4-Cross App Integration:** verificou-se se há integração da aplicação com outras *Apps*.
- **N5-Reward-based advertising:** verificou-se se há propaganda baseada em recompensa, gamificação com remuneração de produtos/serviços de anunciantes. Essa característica ainda não é amplamente utilizada mas é uma tendência no mercado de *Apps*.
- **N6-Market Penetration:** Indica o índice de penetração da *app*. Quanto maior o número, maior é a quantidade de dispositivos compatíveis.

Em linhas gerais a maioria das características proposta são quantitativas, sendo possível sua extração direta da base de dados. Para características subjetivas foi utilizado os extremos, com o valor 0 (para a inexistência da característica) e 5 (para a existência).

Na análise apresentada neste trabalho as avaliações foram realizadas pelo próprio pesquisados. Mesmo este sendo um profissional com mais de 10

anos de experiência no tema de Engenharia de Apps, e diante do fato de que a maioria das características avaliadas são mapeamentos diretos, isto é uma ameaça a validade desta avaliação.

Para essa pesquisa, todas as características proposta foram atribuídas aos quadrantes Q2 e Q3, com probabilidade P, conforme descrito na seção 4.2.3.

5.4.3 Critério de Comparação

O objetivo dessa análise é verificar a representatividade do conjunto inicial de características propostas em aplicações de diferentes níveis de aceitação. Vale lembrar que o contexto inicial que motivou a extensão do modelo *AppEco* foi fazer um link entre características abstratas do modelo e características existente em *Apps* reais. Por mais que o modelo apresente a flexibilidade de possibilitar a existência de 100 características que determinam uma *app*, esse estudo focou em um conjunto de 20 características identificadas, ficando as 80 restantes em um conjunto de características aleatórias.

Foi buscado um fator que representa a existência das características listadas na síntese de um número. Como ponto central disso, observou-se as rotinas existentes no simulador e na afinidade entre aplicação e usuário. Em uma loja de aplicações, essa relação está fortemente conectada às características apresentadas ao usuário no momento da decisão por realizar um download. Por conta disso, a lista de *TOP Apps* (Grupo 1) da *Google Play* foi avaliada para verificar a aderência dessas *Apps* às características listada neste capítulo. Adicionalmente, um conjunto de outras 50 *Apps*, que não fazem parte das mais baixadas, foram selecionadas aleatoriamente para avaliar a mesma aderência das características proposta. Cada característica foi avaliada conforme modelo teórico definido na seção 4.2.3, que avalia a pondera a característica em uma escala de 0 a 5. O valor da avaliação final de uma *App X* é a soma da avaliação das características propostas presentes na *App X*, conforme Fórmula 2, onde *numCaracterísticas* é o número de características:

$$Avaliação\ App = \sum_{i=0}^{numCaracterísticas} avaliação\ característica\ (i) \quad (2)$$

5.4.4 Resultados e Avaliação

No conjunto selecionado de 100 Apps, as 20 características propostas foram avaliadas. Cada característica avaliada poderia assumir valores de 0 a 5, conforme modelo teórico. Com isso, em uma visão positivista, a avaliação da *App* somadas às avaliações das 20 características pode assumir valores entre 0 e 100. Espera-se um valor de avaliação maior quando observado o Grupo 1, composto por *Top Apps*, e um valor de avaliação menor quando observado o Grupo 2, composto por *General Apps*.

Em uma visão específica, buscando observar cada característica, a Figura 16 mostra a distribuição das *Apps* avaliadas e o valor da avaliação de cada uma das *Apps*, separadas por grupo. Esse gráfico é uma ferramenta importante para observarmos a disposição dos valores encontrados por grupo avaliado, buscando entender a disposição desses valores de forma agrupada. É possível observar que a avaliação do Grupo 1 (*Top Apps*) teve valores no intervalo de 91 e 54. Para o Grupo 2, os valores da avaliação apresentaram valores no intervalo de 58 e 29.

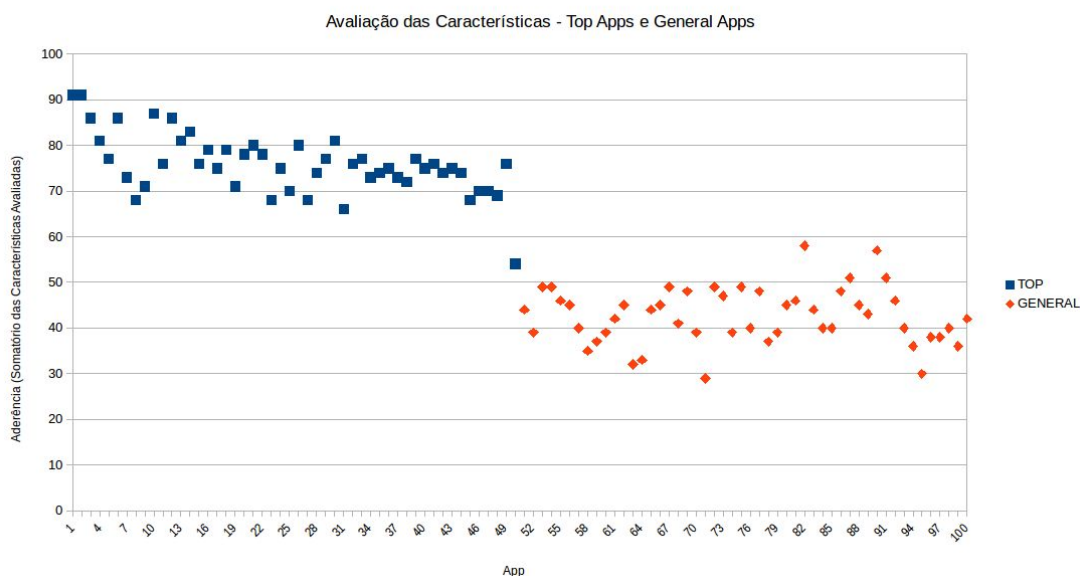


Figura 17: Somatório das característica avaliadas para cada *App* dos Grupos 1 e Grupo 2.

Avaliando de forma mais ampla o conjunto de dados coletados, buscou-se caracterizar os dois grupos observados. Cada *App* foi sumariada através da média de suas características. Dando sequência, cada grupo foi

caracterizado pela média, mediana e desvio padrão das avaliações das Apps do grupo, como descrito na Tabela 13.

Tabela 13. Mediana de cada característica por Grupo de App.

	MEDIANA
TOP Apps	3,8
GENERAL Apps	3,8

A partir dos dados disponíveis na Tabela 13 é possível perceber que o Grupo 1 - Top Apps obtiveram um melhor desempenho em relação à avaliação com valores no intervalo de 3 e 4. O Grupo 2 - General Apps teve avaliações abaixo de 3. Contudo, é importante entender a variabilidade da avaliação para cada Grupo, e para isso utilizamos o gráfico de caixa (boxplot), conforme Figura 18.

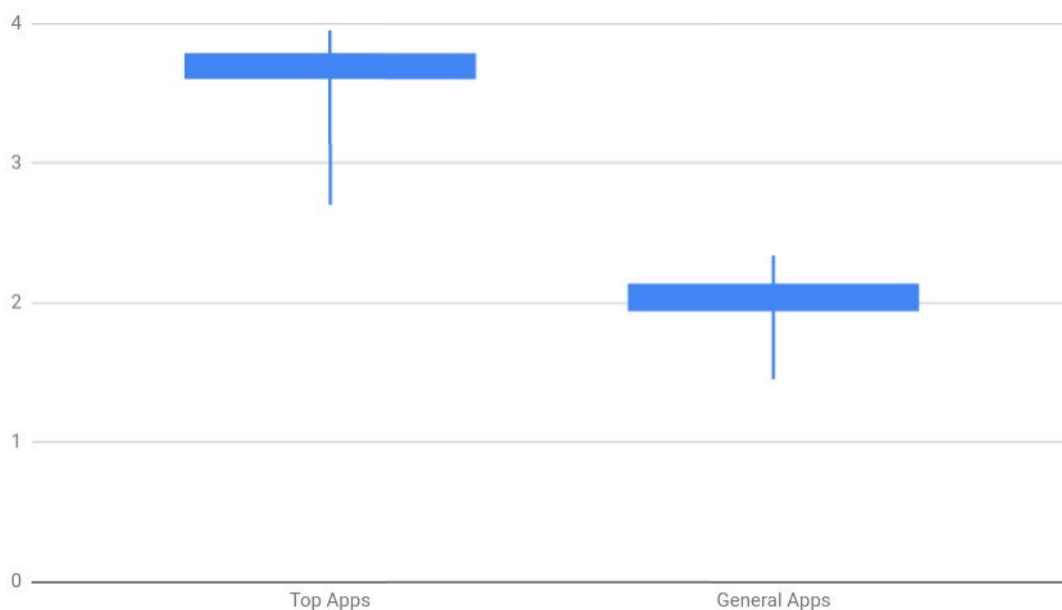


Figura 18: Gráfico BoxPlot para os Grupo 1 e Grupo 2.

O resultado encontrado para a avaliação dos grupo vai ao encontro à hipótese levantada, de que a lista de características proposta é representativa quando observamos um conjunto de *Apps* reais, aproximando assim o modelo teórico das características reais encontradas em Lojas de Aplicações.

Contudo, vale seguir com a verificação estatística da hipótese abaixo.

Hipótese nula (H0): Não existe diferença entre as avaliações (avaliações das características da App) das aplicações móveis do Grupo 1 - Top Apps e do Grupo 2 - General Apps.

Como forma de obter resultados que venham a confirmar ou refutar a hipótese H0, a média das características de cada aplicação do grupo foi avaliada. Como forma de testar a hipótese nula (H0), os procedimentos para teste estatístico foi realizado. Os dados seguem distribuição normal a partir do teste de normalidade Shapiro-Wilk¹². Considerando um nível de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$), utilizou-se o teste *t-student* (pareado e bicaudal) para testar a hipótese. O *p-value* obtido foi menor que 0.00001, logo resultado é significativo para $p < 0.05$ e a hipótese H0 é rejeitada (a comparação das avaliações dos grupos Grupo 1 - Top Apps e do Grupo 2 - General Apps não é similar).

Em uma análise mais específica de cada característica no cenário observado, um conjunto de 20 características foi avaliado e analisado em relação às avaliações realizadas. Os dados da Tabela 14 são apresentadas as médias de cada característica para cada os conjuntos observados, e ao final a diferença entre os valores obtidos em cada grupo.

Tabela 14. Média de cada característica por Grupo de App.

	SOCIAL							TÉCNICA							NEGÓCIO					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	N1	N2	N3	N4	N5	N6
TOP Apps	4,8	4,8	4,7	4,8	2,9	0,7	1,4	4,6	4,7	4,9	4,9	2,3	4,6	4,9	5,0	1,5	2,7	4,9	0,7	4,9
GENERAL Apps	2,3	2,6	2,3	2,4	2,9	0,0	0,3	4,8	1,7	1,6	2,4	0,9	5,0	0,1	5,0	2,6	1,1	0,0	0,0	4,6
DIFERENÇA	2,5	2,2	2,4	2,4	0,0	0,7	1,1	-0,2	3,0	3,3	2,5	1,4	-0,4	4,8	0,0	-1,1	1,6	4,9	0,7	0,3

Como era de se esperar, as *Top Apps* apresentaram valores maiores em quase todas as características observadas. Na característica **TÉCNICA-1** (Size) a diferença foi negativa pelo fato de os Apps do Grupo 1-Top Apps terem um *footprint* (tamanho) maior. Isso é avaliado negativamente pois inibe alguns usuários de baixar Apps grandes. Um exemplo clássico são jogos de sucesso,

¹² Top Apps -> Mean = 3.7899999999999999 SD = 0.3324307508062884 W = 0.9621485441302995
 General Apps -> Mean = 2.132 SD = 0.30917269462557784 W = 0.9776936888269894
<http://sdittami.altervista.org/shapirotest/ShapiroTest.html>

que fazem parte desse grupo, é apresentam um tamanho grande. Muitas lojas não apresentam uma restrição ao usuário para baixar essa aplicação apenas em redes wifi. Outro comentário é relativo a característica **TÉCNICA-6** (Bateria). Isso se deve ao fato de que dentro do conjunto de Top Apps temos alguns jogos, e esse tipo de *App* consome naturalmente mais recursos de energia e bateria do dispositivo.

Outra característica com grande diferença entre os conjuntos é a **TÉCNICA-7** (Atualizações Frequentes). Observa-se a partir das avaliações que as aplicações do Grupo 1 - *Top Apps* apresentam um alto grau de atualizações, com pelo menos 1 atualização a cada 6 meses. Essa é uma nítida estratégia de qualidade, com atualizações evolutivas e correção constante de *bugs*. Já no Grupo 2 - *General Apps*, em sua maioria apresentava mais de 24 meses sem qualquer atualização, deixando de atender pedidos e correções de *bugs* solicitados pelos usuários. A característica **NEGÓCIOS-6** (Publicidade) avalia a existência de publicidade na aplicação, penalizando Apps que apresentam propaganda, o que é negativo à experiência do App para muitos usuários. No Grupo 1 - *Top Apps*, foi obtido um alto nível índice de aplicações apresentando publicidade, substancialmente maior que no Grupo 2. Isso é pode ser explicado como estratégia do desenvolvedor para aumentar o retorno do Investimento de uma aplicação do seu portfólio com boa aceitação na Loja.

O gráfico de radar é uma importante ferramenta para observar um conjunto de característica que apresentam valores em um intervalo definido. Nesse gráfico é possível observar a disposição de todos os eixos observados e comparar os valores encontrados para cada conjunto. Para uma visão mais geral e com nível de detalhamento específico, a Figura 19 apresenta os gráficos de radar montados a partir dos resultados encontrados no conjunto de *Apps* observadas, *Top Apps* e *General Apps*. No gráfico cada eixo representa uma das 20 características observadas.

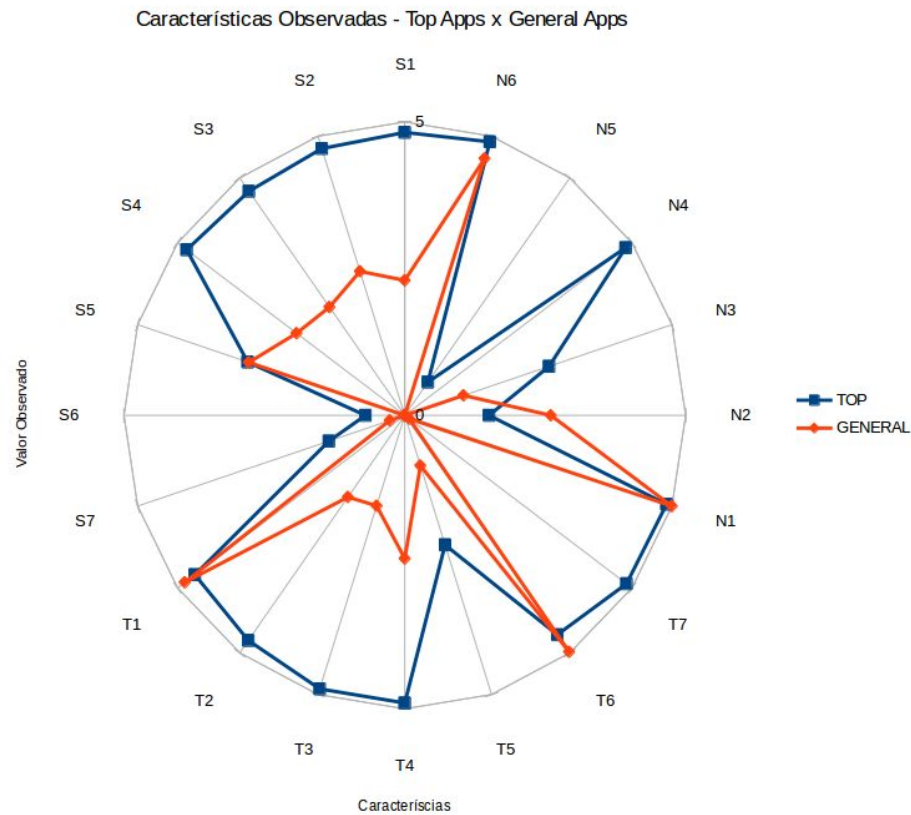


Figura 19: Radar comparando as característica avaliadas do Grupo 1 e Grupo 2 (média das características de cada App).

5.5 Considerações Finais

Neste capítulo, foi apresentado um estudo para identificação de características que descrevem a *app*, mapeando assim os fatores determinantes para o sucesso uma aplicação móvel. Isso permite a extensão do modelo teórico *AppEco* e a aplicação prática em MSECO. Os resultados encontrados neste estudo foram validados com um conjunto real de aplicações móveis, mostrando a significância do conjunto de aplicações propostas.

6. AMBIENTE MSECO SIMU

Neste capítulo é apresentada a ferramenta MSECO SIMU para uso em Simulação de Ecossistemas de Software Móveis. MSECO SIMU integra o modelo AppEco e o modelo de características gerada nessa dissertação em um ambiente de fácil utilização para simulação de MSECO.

6.1 A Ferramenta MSECO SIMU

Para atender ao Objetivo 6 desta dissertação (O6), foi projetado um ambiente computacional, chamado MSECO SIMU, de fácil interação que permite ao desenvolvedor mapear as características de sua *app* e avaliar a sua aceitação em um MSECO por meio de Simulação. Essa ferramenta busca lidar com a falta de um ambiente que permita experimentação e análise de fatores que impactam diretamente a aceitação de uma *app* em um MSECO. Essa é uma das principais problemáticas envolvendo o desenvolvedor, conforme detalhado no Capítulo 3 desta dissertação.

A Figura 20 mostra o fluxo de uso da ferramenta MSECO SIMU pelo usuário. Neste cenário, o usuário (desenvolvedor de uma *app*) inicia o uso informando as características da sua *app* por meio de um questionário. Estas informações são extraídas do questionário e inseridas em uma matriz já definida pelo modelo *AppEco*, para inicializar a simulação para avaliação do desempenho da *app* no MSECO em relação a alguns indicadores a serem citados.

A Ferramenta MSECO SIMU foi projetada para ser uma plataforma intuitiva e útil para desenvolvedores de *Apps* avaliarem a aceitação prévia de suas *Apps* por meio do uso de simulação. A Figura 21 apresenta as etapas necessárias para a configuração e execução de uma simulação utilizando a ferramenta.

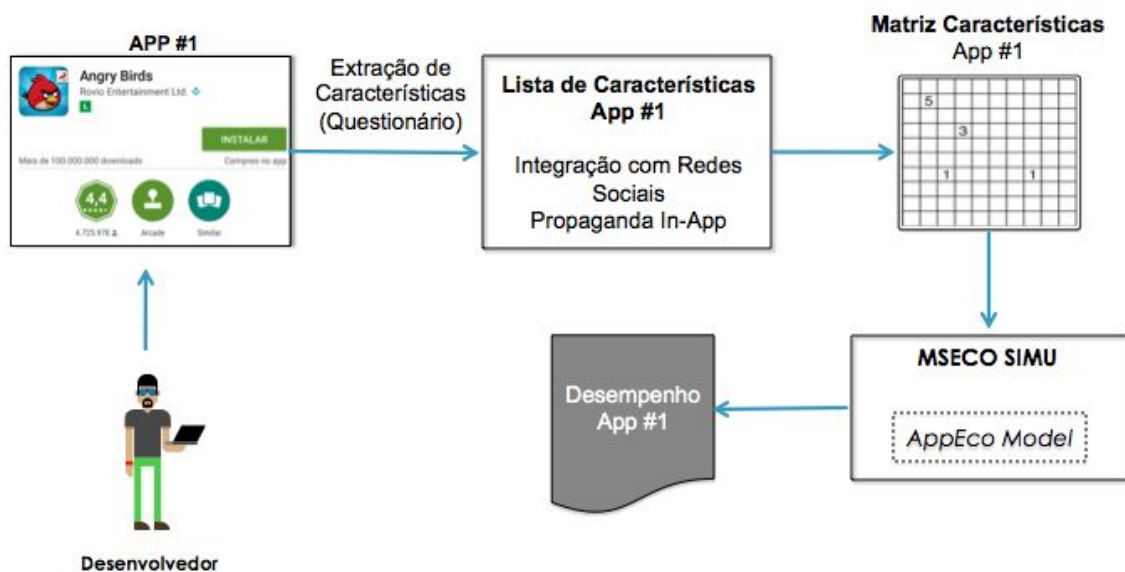


Figura 20: Visão geral da Ferramenta MSECO SIMU.



Figura 21: Etapas seguidas na Ferramenta MSECO SIMU para realização da simulação.

Nas seções a seguir será detalhado o fluxo para a execução de uma simulação na ferramenta.

6.1.1 Login e Tela de Instruções

Ao acessar MSECO SIMU, o usuário é apresentado a uma tela de login. Após autenticação, é direcionado à página inicial, com instruções para utilização da ferramenta (Figura 22).

6.1.2 Configuração de Parâmetros de Ecossistema

Nesta etapa são definidos os parâmetros globais da simulação, particulares ao MSECO que se quer simular. Entre os parâmetros, estão: duração da simulação, características dos usuários, desenvolvedores, dentre

outros (Figura 22). Vários destes parâmetros servem como entrada para o simulador *AppEco*, outros são propostos pela MSECO SIMU para auxiliar no relato do desempenho de uma *app* em um MSECO.

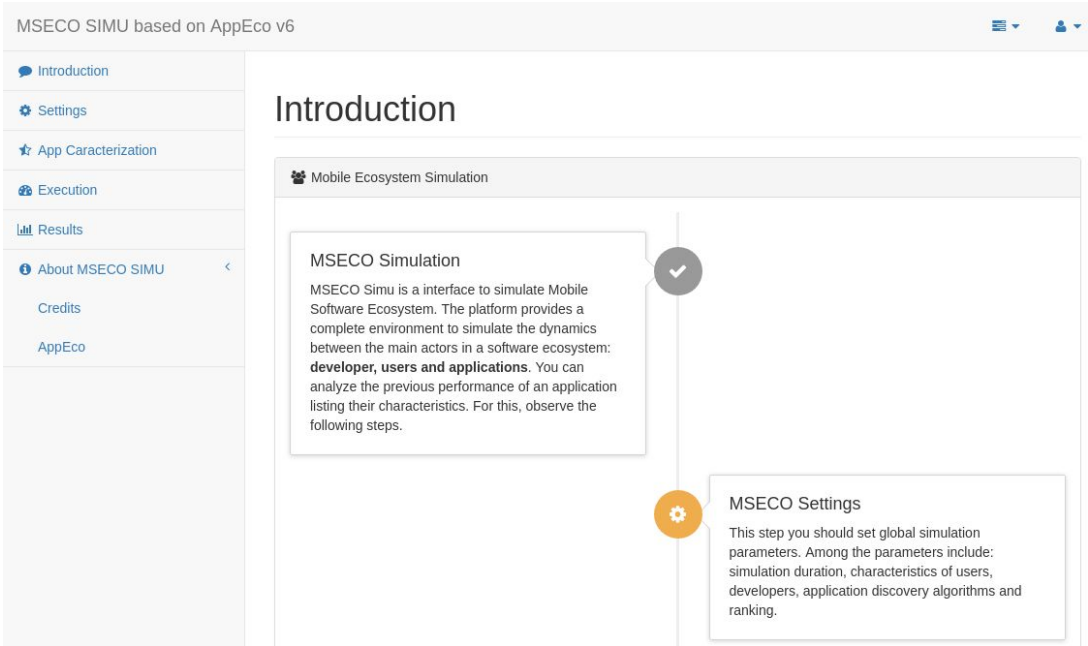


Figura 22: Tela Inicial da MSECO SIMU.

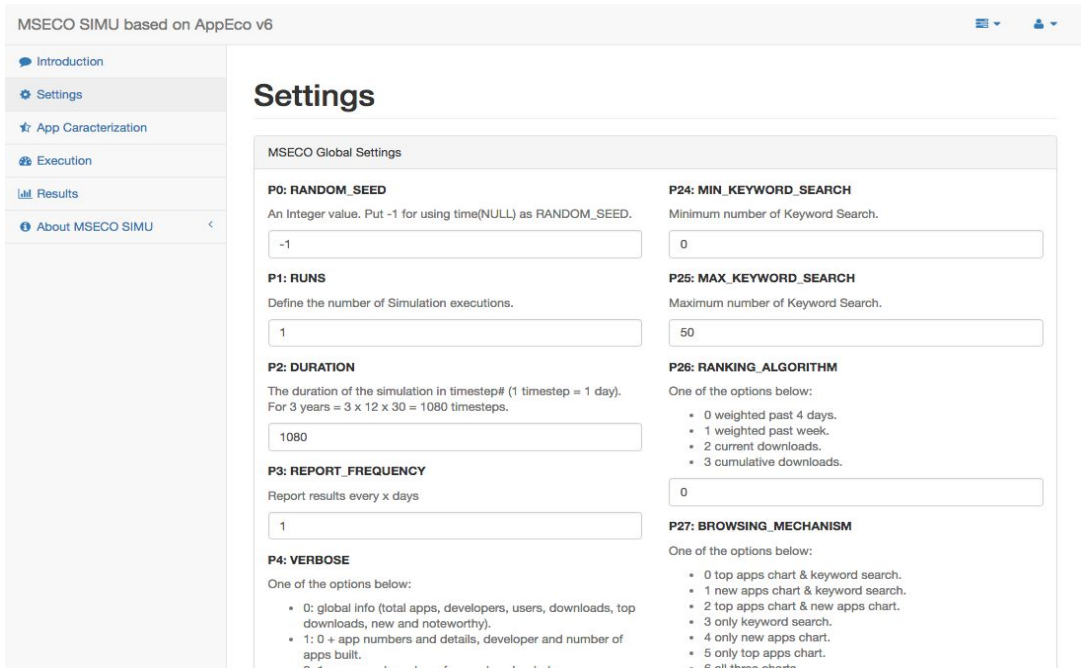


Figura 23: Telas de configuração de parâmetros do MSECO e simulador.

Neste exemplo, vamos verificar o desempenho de uma *app* no MSECO iOS (Apple). O cenário de simulação será os 3 primeiros anos de plataforma, do 4o trimestre de 2008 (2008Q4) até o 3o trimestre de 2011 (2011Q3), em um total de 1080 dias.

6.1.3 Caracterização da App

Características de uma *App* são um dos fatores determinantes para o seu sucesso. Nessa etapa, as características da *App* que se quer estudar são levantadas, observando 3 dimensões: Técnica, Social e de Negócios.

A caracterização é realizada por meio de um questionário, conforme mostra a Figura 24 (esquerda). O desenvolvedor responde a cada pergunta enumerando um valor na escala de 0 até 5, onde quanto maior o valor, melhor é a qualidade dessa característica presente na *app*. A resposta 0 representa a existência da característica na *app*. O questionário de caracterização da *app* foi concebido por meio de um estudo empírico que utilizou como fontes de informação a literatura técnica, documentação técnica e relatórios técnicos disponibilizados pelos fabricantes, destacando estratégias de negócio de desenvolvedores de sucesso. Essa concepção foi definida no Capítulo 4 deste trabalho, e a lista final de caraterísticas foi apresentada no Capítulo 5.

Após responder aos questionamentos, uma representação visual das respostas é apresentada por meio de um gráfico de radar, conforme indicado na Figura 24 (direita).

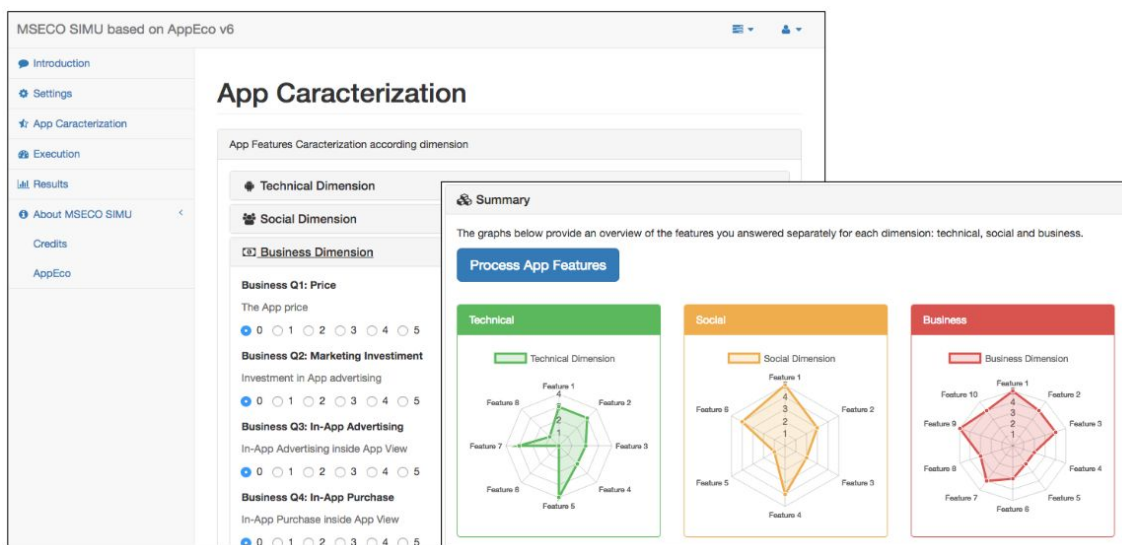


Figura 24: (esquerda) Questionário de caracterização da *app* e (direita) Resumo de características da *app*.

6.1.4 Execução

Nessa etapa, a simulação está pronta para ser executada. Iniciando a execução, é possível acompanhar seu progresso. No exemplo apresentado na Figura 25, serão simulados 1080 dias no MSECO iOS. A app a ser utilizada nesse caso de uso tem 3 características técnicas, 4 características sociais e 5 características de negócio, conforme informado pelo usuário na etapa anterior.

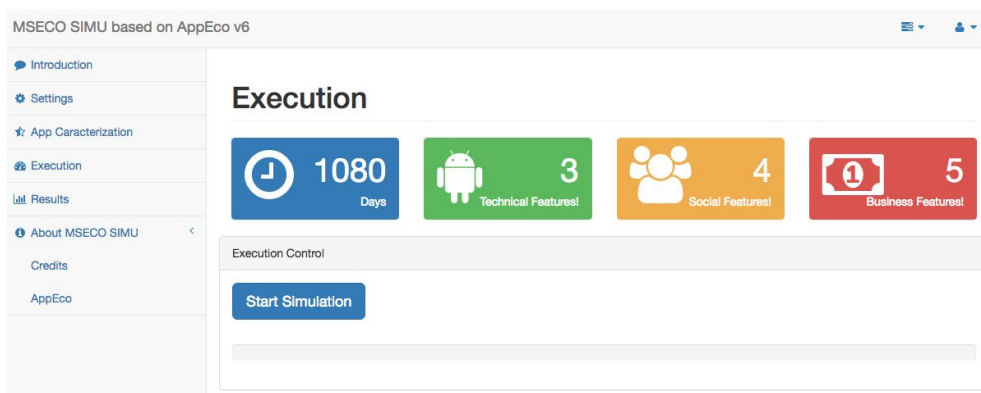


Figura 25: Tela de Execução da Simulação.

6.1.5 Resultados da Simulação

Nessa etapa, os resultados são apresentados em gráficos, destacando o desempenho da *app* e do ecossistema, conforme exemplificado na Figura 25.

Na tela de resultados são apresentados os resultados gerais do MSECO, dentre eles um gráfico demonstrando as curvas de crescimento de usuários, *Apps*, desenvolvedores e downloads. Também é exibida a lista das *Apps* mais baixadas e seus respectivos número de downloads. Para a *app* que foi caracterizada, é apresentado um gráfico do número de downloads e detalhes a respeito do seu desempenho.

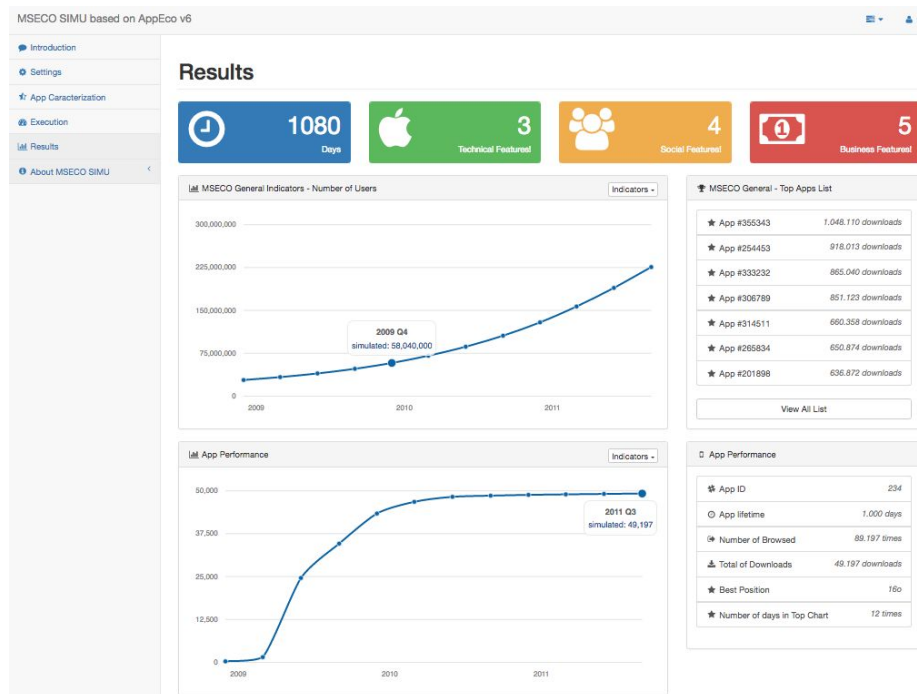


Figura 26: Resultado da Simulação

6.2 MSECO SIMU como Ambiente para Realização de Experimentos de Estudos Baseados em Simulação

O trabalho de FRANÇA e TRAVASSOS (2013) apresenta as dificuldades em se utilizar simulação em experimentos envolvendo engenharia de software. A falta de um modelo e de informações claras sobre o processo de execução da simulação podem ser uma ameaça à validade dos resultados, comprometendo a confiança dos resultados.

Em (FRANÇA e TRAVASSOS, 2015), os mesmos autores apresentam um conjunto de práticas e recomendações para suportar o projeto de estudos baseados em simulação. A pesquisa apresenta um conjunto de 33 recomendações para a realização de Estudos baseados em simulação (em inglês Simulation Based Study - SBS). As recomendações não podem ser observadas separadamente, pois se sobrepõem em muitos aspectos. A lista completa dessas recomendações pode ser encontrada no Anexo A desta dissertação.

As recomendações foram observadas, analisando se a ferramenta MSECO SIMU atende, atende parcialmente ou não atende a essas recomendações. Algumas dessas recomendações são diretamente relacionadas ao projeto do estudo, outras relacionadas à sua execução. Dentro

da viabilidade, a ferramenta MSECO SIMU oferece facilidades para apoiar formalmente esse tipo de estudo.

Tabela 14. Análise de MSECO SIMU.

TIPO	RECOMENDAÇÃO	ATENDE	OBSERVAÇÃO
SG1	<i>Identification</i>	SIM	É atendido por meio das configurações iniciais do ambiente. Ao final da execução é apresentado relatório descritivo da simulação incluindo área de identificação.
SG2-SG6	<i>From Context to Research Questions</i>	NÃO	Essa etapa de um SBS é subjetiva e deve ser pensada antes da execução do estudo em si
SG7	<i>Simulation Feasibility</i>	NÃO	A ferramenta não apoia estudo de viabilidade. São apoiados estudos de SBS que sejam compatíveis (Simulação de MSECO)
SG8	<i>Background and related work</i>	SIM	São especificados todos os trabalhos que fundamentam o ambiente como referência
SG9	<i>Simulation Model Specification</i>	SIM	O ambiente é suportado por um modelo formalmente validado
SG10-SG13	<i>Simulation Model Validation</i>	SIM	O ambiente é suportado por um modelo formalmente validado
SG14	<i>Subjects</i>	SIM	Ambiente suporta “participantes” baseado no contexto da aplicação
SG15-SG19	<i>Experimental Design</i>	SIM	Permite configuração do experimento
SG20-SG22	<i>Supporting Data</i>	SIM	Os dados gerais do ecossistemas são calibrados conforme parâmetros do usuário
SG23-SG24	<i>Simulation Supporting Environment</i>	SIM	Apresenta um suporte que apoie a execução simulada do ambiente
SG25-SG26	<i>Output Analysis</i>	SIM	Os resultados são apresentados de forma gráfica, permitindo análise
SG27	<i>Threats to Validity</i>	NÃO	Ameaças gerais devem ser analisadas dependendo do contexto
SG28-SG30	<i>Conclusions and Future Works</i>	NÃO	Devem ser analisadas dependendo do contexto

6.3 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a ferramenta MSECO SIMU, um ambiente computacional baseado em simulação que permita por meio da extensão de um modelo já existente na literatura técnica (*AppEco*) oferecer um apoio ao processo decisório em Ecossistemas de Software Móvel.

Como parte da pesquisa, o modelo teórico *AppEco* foi estendido para permitir um modelo descritivo de características que possibilita ao desenvolvedor utilizar esse modelo na prática.

Como trabalho futuro, será finalizado um estudo experimental para avaliar o processo de caracterização de *Apps* utilizado neste trabalho. Adicionalmente, serão implantados mecanismos que permitam a simulação paralela de uma mesma *app* em diferentes MSECO, como indicativo de qual MSECO é mais vantajoso para a *app* observada.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões desta pesquisa, as contribuições e as oportunidades existentes para trabalhos futuros.

7.1 Considerações Finais

A popularização dos *smartphones* trouxe um aumento significativo na demanda e utilização de aplicações móveis pelos consumidores. Isso criou um ecossistema de criação de conteúdo para esses aparelhos, formado por diversos atores atuando no contínuo desenvolvimento de novos produtos de software.

Nessa complexa rede, os desenvolvedores enfrentam uma grande concorrência em busca do sucesso de suas aplicações. Muitas vezes abandonam a *app* por desconhecerem a dinâmica do ecossistema e como atuar para reverter um quadro negativo de baixa popularidade. Mesmo desenvolvedores experientes acabam tomando decisões erradas pela ausência de subsídios que auxiliem na gestão futura do ecossistema.

Nesse contexto, é importante ao desenvolvedor ter ferramentas para apoiar o processo de criação de uma *app* de sucesso, levando em consideração aspectos da *app* e do ambiente que influenciam diretamente no sucesso ou não dessas *Apps*. A técnica de simulação pode ser um mecanismo interessante para resolver esse problema.

Nesta dissertação, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura para identificar os trabalhos disponíveis na literatura técnica para apoiar a simulação de MSECO's. Os modelos teóricos existentes na literatura apresentam limitação para aplicação em casos reais na indústria de *Apps*. Este trabalho comparou os modelos existentes e propôs uma adaptação do modelo *AppEco*, mapeando seu modelo teórico em características presentes em aplicações reais. Adicionalmente, oferecemos um pacote experimental para facilitar a execução de experimentos envolvendo simulação de MSECOs. Todo esse pacote foi validado com uma base de dados real e com guia de boas práticas existente na literatura para estudos experimentais envolvendo simulação (SBS).

7.2 Contribuições

As principais contribuições deste trabalho de pesquisa, podem ser citadas por meio dos trabalhos publicados ou em fase de publicação abaixo:

1. **Mapeamento de métodos e ferramentas existentes na literatura para simulação de Ecossistemas de Software Móveis**, em especial aqueles que observam a dinâmica envolvendo Lojas de Aplicações. O resultado desse mapeamento foi publicado no *13th Empirical Software Engineering Latin American Workshop (ESELAW 2016)*, com o título "Simulação de Ecossistemas de Software Móvel: Estado da Arte, Desafios e Oportunidades".
2. **Ampliação do modelo *AppEco***, escolhido entre os modelos identificados, **permitindo um mapeamento prático dos fatores de impacto na popularidade de *Apps***. O resultado desse levantamento foi publicado, em seu estágio inicial, no Workshop em Desenvolvimento Distribuído de Software, Ecossistemas de Software e Sistemas-de-Sistemas (**WDES 2016**), com o título "Identificando Características de Aplicações para Simulação de Ecossistemas de Software Móveis".
3. Outros 4 trabalhos publicados como **co-autor** em congressos nacionais e internacionais:
 - An Empirical Analysis of Mobile Apps Popularity Metrics in Mobile Software Ecosystems - SBQS 2016.
 - Um Estudo de Caso para Avaliação de um Modelo para Teste de Usabilidade em Aplicação Móvel - CIBSE 2016.
 - TAPN: Test Automations Pyramid of Needs - SBQS 2015.
 - Um Relato de Experiência do Uso de Programação de Jogos para a Melhoria do Raciocínio Lógico em Crianças - TISE 2015.

7.3 Limitações

As limitações desta pesquisa estão relacionadas ao tipo de MSECO, a lista de características proposta e a escalabilidade do ambiente de simulação, como segue:

1. São poucos os trabalhos na literatura envolvendo simulação e ecossistemas de software móvel, principalmente com um objetivo tão práticos.
2. Esse trabalho teve como objetivo selecionar o modelo mais adequado, segundo critérios, a ser aplicado em no contexto da indústria de *Apps*. Listamos um conjunto inicial de características para instanciar o modelo teórico. Entretanto, estudos complementares são necessários para validação mais formal desse conjunto, bem como a avaliação dele em nichos específicos.
3. A definição superficial inicial de cada uma das característica é uma limitação deste estudo, principalmente para as características subjetivas. Faz-se necessário um mapeamento detalhado para cada característica.
4. O ambiente MSECO SIMU utiliza o modelo *AppEco* adaptado, muitas estruturas de dados e de controle são instanciadas durante a simulação. Isso limita o uso do ambiente em larga escala com diversos desenvolvedores utilizando o ambiente simultaneamente.
5. O ambiente MSECO SIMU não permite, na versão atual, paralisar e retomar a simulação para ajustes em seus parâmetros.

7.4 Questões de Pesquisa e suas respostas

- **RQ1:** É possível utilizar simulação no contexto de Ecossistemas de Software Móveis? Quais são os modelos, algoritmos, estratégias ou ferramentas disponíveis na literatura técnica?

Esse item de pesquisa foi atendido. Para o protocolo de pesquisa definido foi possível responder a essa questão a partir de trabalhos existentes na literatura. Como o tema é restrito e a área de pesquisa de simulação em MSECO é recente, diversos trabalhos apresentaram contribuições pontuais e não foi possível listar didaticamente todos os modelos, algoritmos e estratégias como planejado. Contudo, o resultado do mapeamento permitiu um panorama geral da área.

- **RQ2:** Os modelos, algoritmos, estratégias ou ferramentas disponíveis na literatura técnica são aplicáveis no contexto da Indústria? Que

modificações são necessárias para deixar os modelos teóricos mais próximos do cenário encontrado por um desenvolvedor de Apps?

Esse item de pesquisa foi atendido. Para o conjunto de trabalho encontrados foi possível identificar a aplicabilidade na indústria, seus métodos de validação é, a partir da visão do desenvolvedor, especificar a sua aplicabilidade e limitações.

- **RQ3:** É possível fornecer um ambiente computacional que permita realizar experimentos em Ecossistemas de Software Móvel, observando a dinâmica destes ecossistemas e a evolução de *Apps* a partir de suas características, o mais próximo possível de um cenário real?

Esse item de pesquisa foi atendido parcialmente. O modelo de simulação escolhido foi trabalhado e ampliado, permitindo uma maior aproximação da sua aplicação em contextos reais de simulação de MSECO. Isso permitiu prototipação de um ambiente computacional de simulação mais próximo das necessidades de um desenvolvedor. Entretanto, faz-se necessário avaliação mais formal do modelo ampliando, bem como a sua verificação com um conjunto maior de aplicações.

7.5 Trabalhos Futuros

Os trabalhos futuros decorrentes desta pesquisa envolvem melhorias no modelo e no ambiente de simulação, conforme descrito abaixo:

1. Trabalhar em melhorias estruturais na implementação do modelo incluindo: alocação de memória do simulador, tempo de processamento, escalabilidade;
2. Validação experimental mais completa do conjunto de características apresentado;
3. Ampliação e aplicação do conjunto de características em outros nichos de Ecossistemas de Software Móveis;
4. Adaptar o MSECO SIMU para suportar simulações interativas;
5. Adaptação do ambiente para rodar em cluster, permitindo a execução simultânea por diversos alunos;
6. Validação do ambiente no contexto educacional da disciplina de engenharia de *Apps*;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Neste capítulo são apresentadas as referências bibliográficas citadas ao longo do texto as quais serviram como embasamento desta pesquisa.

- BANKS, J. **Introduction to Simulation**. Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference. **Anais...**1999
- BARBOSA, O.; ALVEZ, C. **A Systematic Mapping Study on Software Ecosystems**. Workshop on Software Ecosystem. **Anais...**2011
- BARROS, M. **Gerenciamento de Projetos Baseado em Cenários: Uma abordagem de Modelagem Dinâmica e Simulação**. [s.l.] COPPE-UFRJ, 2001.
- BEZERRA, A.; FONTÃO, A.; DIAS-NETO, A. **Simulação de Ecossistemas de Software Móvel: Estado da Arte , Desafios e Oportunidades**. XIX Congresso Ibero-Americano em Engenharia de Software - ClbSE 2016.
- BEZERRA, A.; FONTÃO, A. **Identificando Características de Aplicações para Simulação de Ecossistemas de Software Móveis**. Workshop em Desenvolvimento Distribuído de Software, Ecossistemas de Software e Sistemas-de-Sistemas - WDES 2016.
- BOSCH-SIJTSEMA, P.; BOSCH, J. **Aligning innovation ecosystem strategies with internal R&D**. IEEE ICMIT, 7th international conference on management of innovation and technology. **Anais...**2014
- BOSCH, J. From Software Product Lines to Software Ecosystems. **Proceedings of the 13th International Software Product Line Conference**, n. Splc, p. 111–119, 2009.
- CAMPBELL, P.; AHMED, F. A Three-Dimensional View of Software Ecosystems. **Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume**, n. c, p. 81–84, 2010.
- FONTAO, A.; DIAS-NETO, A. C.; SANTOS, R. **Mobile Software Ecosystem (MSECO): A Systematic Mapping Study**. Proceedings of the 39th Int. Conf. Computers, Software & Applications (COMPSAC). **Anais...**2015a
- FONTAO, A.; DIAS-NETO, A.; SANTOS, R. **MSECO-SUP: Support Process in Mobile Software Ecosystems**. Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software. **Anais...**2015b
- FONTAO, A.; PEREIRA, R.; DIAS-NETO, A. **Research Opportunities for**

Mobile Software Ecosystems. WDES 2015 - Workshop on Distributed Software Development, Software Ecosystems and Systems-of-Systems. **Anais...2015c**

FRANÇA, B.; TRAVASSOS, G. **Are we prepared for simulation based studies in software engineering yet?** CLEI electronic journal, v. 16, n. 1, 2013.

FRANÇA, B.; TRAVASSOS, G. Experimentation with dynamic simulation models in software engineering: planning and reporting guidelines. **Empirical Software Engineering**, 6 jun. 2015.

FTC. **Understanding Mobile Apps.** Technical Report, 2016.

GOOGLE. **The Secrets to App Success on Google Play.** Google, n. 2, p. 1-188, 2014.

JANSEN, S.; BLOEMENDAL, E. Defining app stores: The role of curated marketplaces in software ecosystems. **Lecture Notes in Business Information Processing**, v. 150 LNBIP, p. 195–206, 2013.

JANSEN, S.; FINKELSTEIN, A.; BRINKKEMPER, S. A sense of community: A research agenda for software ecosystems. **31st International Conference on Software Engineering (ICSE 2009)**, p. 2–5, 2009.

KINGSLAND, S. E. **Modeling Nature: Episodes in the History of Population Ecology.** [s.l.] University of Chicago Press, 1995.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. **Engineering**, v. 2, p. 1051, 2007.

LIM, S. L. et al. Investigating Country Differences in Mobile App User Behavior and Challenges for Software Engineering. **Software Engineering, IEEE Transactions on**, v. 41, n. 1, p. 40–64, 2015a.

LIM, S. L.; BENTLEY, P. J. **How to be a Successful App Developer: Lessons from the Simulation of an App Ecosystem (Journal).**

LIM, S. L.; BENTLEY, P. J. **App Epidemics: Modelling the Effects of Publicity in a Mobile App Ecosystem.** Disponível em: <<https://soolinglim.files.wordpress.com/2012/03/appepidemics.pdf>>. Acesso em: 26 maio. 2015b.

LIM, S. L.; BENTLEY, P. J. Investigating app store ranking algorithms using a simulation of mobile app ecosystems. **2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2013**, p. 2672–2679, 2013.

LIM, S. L.; BENTLEY, P. J.; ISHIKAWA, F. On the Causes and Effects of Stability in an Evolutionary Ecosystem Model of the App Store (Submetido). **IEEE Transactions on Evolutionary Computation**, n. November, p.

40–64, 2015b.

LIN, F.; YE, W. Operating system battle in the ecosystem of smartphone industry. **Proceedings - 2009 International Symposium on Information Engineering and Electronic Commerce, IEEC 2009**, n. 2004, p. 617–621, 2009.

MOORE, J. F. Predators and prey: a new ecology of competition. **Harvard Business Rev.**, v. 71, n. 3, p. 75–86, 1993.

NORONHA, E.; FREITAS, D. A. E DUARDO NORONHA DE ANDRADE FREITAS SCOUT: **A Novel Method for Selecting Components to Design Unit Testing Based on Multiobjective Real Context**. p. 1-89, 2016.

OLMSTEAD, K.; ATKINSON, M. **Apps Permissions in the Google Play Store**. Technical Report. Pew Research Center, p. 1-11, 2016.

SANTOS, J.; SANTOS, A.; MENDONÇA, M. **Investigating bias in the search phase of Software Engineering secondary studies**. Proceedings of 12th Workshop on Experimental Software Engineering. **Anais...**2015

SANTOS, R.; MARIA, C.; WERNER, L. **A Proposal for Software Ecosystems Engineering**. Proceedings of the Workshop on Software Ecosystems 2011.

SOKOLOWSKI, J. A.; BANKS, C. M. **Modeling and Simulation Fundamentals: Theoretical Underpinnings and Practical Domains**. [s.l.] WILEY, 2010. A rede oferece cursos para crianças, jovens e adultos no formato enxuto de 18 meses. A mensalidade custa a partir de R\$ 200 para até quatro horas semanais, independentemente do Estado.

TIWANA, A. **Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy**. [s.l.] MORGAN KAUFMANN, 2014.

VISIONMOBILE. **The Developer Economy Report**, p. 1-140, 2016.

APÊNDICE A - SIMULATION GUIDELINE

1. Report Identification

- **SG1:** Proper title and keywords should objectively identify the study report, as well as have a structured abstract summarizing the report contents.

2. From Context to Research Question

- **SG2:** The context where the research is taking place should be described in full.
- **SG3:** Explicitly state the problem that motivates the study, so that research questions can be derived.
- **SG4:** Clearly state the research goals and scope.
- **SG5:** Present the research questions derived from established goals.
- **SG6:** Clearly state the null and alternative hypotheses from research questions.

3. Simulation Feasibility

- **SG7:** Present justification for considering simulation studies as the ideal or feasible observation.

4. Background and related work

- **SG8:** Present only essential background knowledge and also the related works.

5. Simulation Model Specification

- **SG9:** Have a detailed description and understanding of both conceptual and executable simulation models, as well as its variables, equations, input parameters and the underlying simulation approach.

6. Simulation Model Validation

- **SG10:** Gather all evidence regarding the simulation model (conceptual and execution) validity
- **SG11:** Make use of Face Validity procedure (involving domain experts) to assess the plausibility of both conceptual and executable models and simulation outcomes, using proper diagrams and statistical charts as instruments respectively.
- **SG12:** Support model (causal) relationships, as much as possible, with empirical evidence to rein-force their validity and draw more reliable conclusions
- **SG13:** Always verify the model assumptions, so the results of simulated experiments can get more reliable

7. Subjects

- **SG14:** Characterize the subjects involved in the simulation study and report training needs.

8. Simulation Scenarios

- **SG11:** Describe the selected simulation scenarios and the procedure used to identify them as relevant.

9. Experimental Design

- **SG15:** Describe the experimental design (design matrix), including independent and dependent variables and how levels are assigned to each factor
- **SG16:** Use Sensitivity Analysis to select valid parameters settings when running simulation experiments, rather than model “fishing”.
- **SG17:** Consider as factors (and levels) not only the simulation model’s input parameters when designing the simulation experiment, but also internal parameters, different sample datasets and simulation model versions, implementing alternative strategies to be evaluated.
- **SG18:** When adopting ad-hoc design determine the selected simulation scenarios and explain the criteria used to identify them as relevant
- **SG19:** When dealing with simulation model containing stochastic components, determine the number of runs required for each scenario, along with its rationale, in order to capture the phenomenon variance.

10. Supporting Data

- **SG20:** Assess, whenever possible, the data used to support the simulation model development or experimentation
- **SG21:** Keep track of contextual information (including qualitative data) along with quantitative data
- **SG22:** Make sure that both calibration and experiment datasets came from the same population

11. Simulation Supporting Environment

- **SG23:** Set up and describe the simulation environment, including the supporting tools, associated costs, and decision for using a specific simulation package
- **SG24:** Determine which and how intermediate measures are stored among simulation trials to be used in the final analysis

12. Output

- **SG25:** Determine which statistical procedures and instruments support the output analysis, as well as the underlying rationale, quantifying the amount of internal variation embedded in the (stochastic) simulation model to augment the precision of results
- **SG26:** Be aware about data validity when comparing actual and simulated results: compared data must come from the same or similar measurement contexts

13. Threats to Validity

- **SG27:** Consider to check for threats to the simulation study validity before running the experiment and analysing output data to avoid bias, as well as to report non-mitigated threats, limitations and nonverified assumptions

14. Conclusions

- **SG28:** Main results/findings should be identified and summarized, as well as the conclusions arising from the results.
- **SG29:** Applicability issues should be addressed in the report, considering organizational changes and associated risks.
- **SG30:** Point out future research directions and challenges after current results.

APÊNDICE B - LISTA DE TOP APPS AVALIADAS

	To tal	SOCIAL							TÉCNICA							NEGÓCIO					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	N1	N2	N3	N4	N5	N6
com.instagram.android	91	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5
com.netflix.mediaclient	91	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5
com.facebook.orca	86	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
com.facebook.lite	81	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5
com.ubercab	77	5	5	5	5	2	0	0	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	5	5
com.alibaba.aliexpresshd	86	3	5	3	5	5	5	3	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5
br.jus.tse.eleitoral.etitulo	73	5	5	5	5	5	0	0	5	5	5	5	3	5	5	5	0	0	5	0	5
com.apusApps.tools.booster	68	5	5	5	5	2	0	0	5	5	5	5	0	1	5	5	5	0	5	0	5
com.ss.android.article.tobuzzvideo.general	71	5	5	5	5	3	0	2	5	5	5	5	0	1	5	5	5	0	5	0	5
com.mercadolivre	87	5	5	5	5	3	0	3	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5
com.dts.freefireth	76	5	5	5	5	0	0	0	5	5	5	5	3	3	5	5	0	5	5	5	5
com.spotify.music	86	5	5	5	5	3	0	3	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5
com.kiloo.subwaysurf	81	5	5	5	5	5	0	3	5	5	5	5	0	3	5	5	0	5	5	5	5
com.contextlogic.wish	83	5	5	5	5	5	0	3	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
com.schibsted.bomnegocio.androidApp	76	5	5	5	5	0	0	3	5	5	5	5	3	5	5	5	0	5	5	0	5
br.com.gabba.Caixa	79	5	5	5	5	5	0	1	5	5	5	5	3	5	5	5	5	0	5	0	5
com.ss.android.article.tobuzzlite	75	5	5	5	5	3	0	1	5	5	5	5	1	5	5	5	5	0	5	0	5
com.psaf.msuite	79	5	5	5	5	4	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
me.pou.app	71	5	5	5	5	0	0	1	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.facebook.katana	78	5	5	5	5	5	0	3	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5
io.faceapp	80	5	5	5	5	0	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
com.zhiliaoapp.musically	78	5	5	5	5	2	0	1	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
com.forshared	68	5	5	5	5	2	0	1	5	5	5	5	0	5	5	5	0	0	5	0	5
com.taxis99	75	5	5	5	5	2	0	3	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5
com.studiosol.palcomp3	70	5	5	5	5	5	0	0	5	5	5	5	0	5	5	5	0	0	5	0	5
com.whatsapp	80	5	5	5	5	3	0	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	0	5
com.hermes.superb.booster	68	5	5	5	5	3	0	0	5	5	5	5	0	5	5	5	0	0	5	0	5
com.ss.android.article.mynews.br	74	5	5	5	5	3	0	1	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5
	To tal	SOCIAL							TÉCNICA							NEGÓCIO					

		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	N1	N2	N3	N4	N5	N6
com.keyboard.font.theme.emoji	77	5	5	5	5	2	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
com.facebook.mlite	81	5	5	5	5	5	0	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	0	5
com.phil.clean	66	5	5	5	5	1	0	0	5	5	5	5	0	5	5	5	0	0	5	0	5
com.google.android.play.games	76	5	5	5	5	5	0	1	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	0	5
com.bbqstudio.bbqqoversea	77	5	5	5	5	2	0	3	2	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	0	5
com.snapchat.android	73	5	5	5	5	1	0	3	2	2	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
com.psafecleaner	74	5	5	5	5	4	0	0	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.supercell.clashroyale	75	5	5	4	4	3	0	2	2	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	0	5
air.com.hypah.io.slither	73	5	5	5	5	2	0	1	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.europosit.pixelcoloring	72	5	5	5	5	1	0	1	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.outfit7.mytalkingtonfree	77	5	5	5	5	5	0	2	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.ss.android.ugc.boom	75	5	5	5	5	3	0	2	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5
com.ludashi.dualspace	76	5	4	4	5	3	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	0	5
com.miniclip.eightballpool	74	5	4	4	5	5	0	1	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.outfit7.mytalkingangelfree	75	5	5	4	4	5	0	2	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
net.mobigame.zombietsunami	74	5	4	5	5	4	0	1	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.billiards.city.pool.nation.club	68	5	5	5	5	3	0	0	5	5	5	5	0	5	5	5	0	0	5	0	5
com.waze	70	5	4	5	5	1	0	2	4	4	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5
com.fungames.sniper3d	70	5	5	4	5	5	0	1	2	3	5	5	0	5	5	5	0	5	5	0	5
com.cleanmaster.mguard	69	5	5	5	4	3	0	0	5	5	5	5	5	5	4	5	0	0	3	0	5
video.like	76	3	3	3	3	2	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	0	5
com.explorationblock.zombiecrafter	54	3	3	3	5	5	0	1	3	3	0	3	0	5	5	5	0	0	5	0	5
Média		4,8	4,8	4,7	4,8	2,9	0,7	1,4	4,6	4,7	4,9	4,9	2,3	4,6	4,9	4,9	1,5	2,7	4,9	0,7	4,9

APÊNDICE C - LISTA DE GENERAL APPS AVALIADAS

	Total	SOCIAL							TÉCNICA							NEGÓCIO					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	N1	N2	N3	N4	N5	N6
com.firstchoice.myfirstchoice	44	3	3	2	3	0	0	0	5	3	0	5	0	5	5	5	5	0	0	0	0
buddy.yoga.my	39	4	2	2	3	0	0	0	5	3	3	3	0	4	0	5	0	0	0	0	5
com.cepsa.cepsa	49	2	2	2	2	0	0	0	5	3	5	3	5	5	0	5	5	0	0	0	5
net.ipromgames.android_classicwedding	49	2	3	2	2	5	0	0	4	3	5	3	5	5	0	5	0	0	0	0	5
org.mfactory.three.farm2.google	46	2	2	2	2	2	0	0	5	3	5	3	0	5	0	5	0	5	0	0	5
air.mwe.babytakingcare	45	3	2	2	4	0	0	0	5	3	3	3	0	5	0	5	0	5	0	0	5
com.candy.crush.candychampion	40	3	3	3	4	4	0	0	4	0	0	4	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.healthiernenntessee.streaks.streaks_android_htn	35	2	2	2	3	0	0	0	5	3	0	3	0	5	0	5	5	0	0	0	0
com.bisekilde.theperiod	37	1	2	1	2	0	0	0	5	3	0	3	0	5	0	5	5	0	0	0	5
com.mbdhodings.paragraphcollection	39	2	2	3	2	5	0	1	5	2	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.stickypassword.android	42	2	2	2	2	0	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	5	5	0	0	5
com.spectrumdt.ist	45	2	3	2	2	0	0	0	5	3	5	3	0	5	0	5	5	0	0	0	5
com.bodeli.GhareluNuske	32	1	1	1	1	5	0	0	5	0	0	3	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.lAppsco.alarm_reminder.Main	33	3	3	2	2	0	0	0	5	0	0	3	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.jbg.kungfuturtle	44	2	3	2	2	5	0	0	2	0	0	3	0	5	0	5	5	5	0	0	5
nl.robertloeberdevelopment.IntonationTrainerStartLite	45	3	3	3	3	5	0	2	3	0	0	3	0	5	0	5	0	5	0	0	5
com.conduit.app_d2bd2f209c284d598dfdc8f83e58b118.app	49	1	1	1	1	5	0	0	4	3	5	3	5	5	0	5	5	0	0	0	5
tv.bengreenfield.android.bengreenfieldfitness	41	1	1	1	1	2	0	0	5	0	5	5	0	5	0	5	5	0	0	0	5
de.thomaslankes.fonprompt	48	3	1	2	2	4	0	0	5	3	0	3	5	5	0	5	5	0	0	0	5
com.simplifynowsoftware.holiday.pumpkincarver	39	1	1	1	1	5	0	1	5	2	0	2	0	5	0	5	0	5	0	0	5
com.chemapp.search	29	1	1	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	5	5	0	0	0	5

	To tal	SOCIAL							TÉCNICA							NEGÓCIO					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	N1	N2	N3	N4	N5	N6
com.leagem.mahjong	49	3	5	3	3	5	0	1	5	2	0	2	0	5	0	5	0	5	0	0	5
com.jobisjob.searchjobs	47	2	4	3	4	0	0	0	5	2	5	2	0	5	0	5	5	0	0	0	5
com.mportal.dexknows.ui	39	1	3	1	3	0	0	0	5	3	5	3	0	5	0	5	5	0	0	0	0
com.metech.firefly	49	3	4	3	3	0	0	0	5	3	5	3	5	5	0	5	5	0	0	0	0
com.xllusion.livewallpaper.neonflower	40	2	4	4	3	5	0	0	5	0	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
kerry.express.th.mobile.tracking	48	1	4	1	1	2	0	0	5	2	5	2	5	5	0	5	5	0	0	0	5
com.amaxlwps.autumnleaffall	37	2	2	2	2	5	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.blackbirdwallpapers.neonzodiacsigns	39	2	3	2	3	5	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.toneaphone.soundboard	45	4	4	4	4	5	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
se.catharsis.android.calendar	46	2	2	4	2	2	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	5	5	0	0	5
com.sfr.android.sfrcloud	58	3	3	3	3	5	0	0	5	3	5	3	5	5	0	5	5	0	0	0	5
com.androidcave.escape.thebee	44	5	2	5	2	5	0	0	5	0	0	0	0	5	0	5	5	0	0	0	5
com.vosh.mucizediyetrehberi	40	4	2	4	2	5	0	0	5	0	0	3	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.shalimar	40	1	1	1	3	5	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	5	0	0	0	5
com.unifocus.lms	48	2	2	2	3	0	0	0	5	2	5	2	5	5	0	5	5	0	0	0	5
hu.telekom.telekomapp	51	1	4	1	3	3	0	0	5	2	5	2	5	5	0	5	5	0	0	0	5
com.djsoft.notepad	45	5	5	5	3	2	0	1	5	2	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.voltage.g.sp.en	43	2	2	2	2	5	0	1	5	2	0	2	0	5	0	5	0	5	0	0	5
it.lobofun.doghealt	57	4	4	4	2	5	0	1	5	1	5	1	0	5	0	5	5	5	0	0	5
com.tivola.dogworld.free	51	4	4	4	4	5	0	1	5	2	0	2	0	5	0	5	0	5	0	0	5
com.goquo.od.app	46	2	4	2	4	0	0	0	5	2	5	2	0	5	0	5	5	0	0	0	5
com.air_cheap	40	4	2	3	2	5	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.nolanlawson.keepscore	36	1	1	1	1	5	0	0	5	1	0	1	0	5	0	5	5	0	0	0	5
in.sttcptj.app	30	0	1	0	1	0	0	0	5	0	0	3	0	5	0	5	5	0	0	0	5
samarth.ipcinhindi	38	2	3	2	2	5	0	0	5	1	0	3	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.vishal.allquotes	38	3	3	3	2	0	0	1	5	3	0	3	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.ojasoft.kundali	40	2	4	2	3	5	0	0	5	2	0	2	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.mynamcubeApps.neon	36	2	2	2	2	5	0	0	5	0	0	3	0	5	0	5	0	0	0	0	5
com.blogspot.learnwithquiz.eboo03	42	2	2	2	2	5	0	4	5	0	0	0	0	5	0	5	5	0	0	0	5
Média		2,3	2,6	2,3	2,4	2,9	0,0	0,3	4,8	1,7	1,6	2,4	0,9	5,0	0,1	5,0	2,6	1,1	0,0	0,0	4,6

