

**Um Conjunto Validado de  
Maus Cheiros na Camada de Apresentação  
de Aplicativos Android**

Suelen Goularte Carvalho

DISSERTAÇÃO APRESENTADA  
AO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE  
MESTRE EM CIÊNCIAS

Programa: Mestrado em Ciência da Computação  
Orientador: Marco Aurélio Gerosa, Ph.D.

São Paulo, Julho de 2016

# **Um Conjunto Validado de Maus Cheiros na Camada de Apresentação de Aplicativos Android**

Esta é a versão original da dissertação elaborada  
pelo candidato Suelen Goularte Carvalho, tal como  
submetida a Comissão Julgadora.

Comissão Julgadora:

- Marco Aurélio Gerosa, Ph.d. – IME-USP

Dedico esta dissertação de mestrado a minha mãe.

*“O motivo do tempo é que tudo não acontece de uma vez só.”*

— Albert Einstein

# Agradecimentos

A fazer.

# Resumo

Uma tarefa que constantemente desenvolvedores de software precisam fazer é identificar trechos de código problemáticos para que possam refatorar, sendo o objetivo final ter constantemente uma base de código fácil de ser mantida e evoluída. Para isso, os desenvolvedores costumam fazer uso de estratégias de detecção de maus cheiros de código (*code smells*). Apesar de já existirem diversos maus cheiros catalogados, como por exemplo *God Class*, *Long Method*, dentre outros, eles não levam em consideração a natureza do projeto. Entretanto, projetos Android possuem particularidades relevantes e não experimentadas até o momento, por exemplo o diretório `res` que armazena todos os recursos usados na aplicação ou, uma `ACTIVITY` que por natureza, acumula diversas responsabilidades. Pesquisas nesse sentido, específicas sobre projetos Android, ainda estão em sua infância. Nesta dissertação pretendemos identificar, validar e documentar maus cheiros de código Android com relação a camada de apresentação, onde se encontra grandes distinções quando se comparado a projetos tradicionais. Em outros trabalhos sobre maus cheiros Android, foram identificados maus cheiros relacionados a segurança, consumo inteligente de recursos ou que de alguma maneira influenciavam a experiência ou expectativa do usuário. Diferentemente deles, nossa proposta é catalogar maus cheiros Android que influenciem a qualidade do código. Com isso os desenvolvedores terão mais uma ferramenta aliada para a produção de código de qualidade.

**Palavras-chave:** android, maus cheiros, qualidade de código, engenharia de software, manutenção de software, métricas de código.

# Abstract

A task that constantly software developers need to do is identify problematic code snippets so they can refactor, with the ultimate goal to have constantly a base code easy to be maintained and evolved. For this, developers often make use of code smells detection strategies. Although there are many code smells cataloged, such as *God Class*, *Long Method*, among others, they do not take into account the nature of the project. However, Android projects have relevant features and untested to date, for example the `res` directory that stores all resources used in the application or an `ACTIVITY` by nature, accumulates various responsibilities. Research in this direction, specific on Android projects, are still in their infancy. In this dissertation we intend to identify, validate and document code smells of Android regarding the presentation layer, where major distinctions when compared to traditional designs. In other works on Android code smells, were identified code smells related to security, intelligent consumption of device's resources or somehow influenced the experience or user expectation. Unlike them, our proposal is to catalog Android code smells which influence the quality of the code. It developers will have another ally tool for quality production code.

**Keywords:** android, code smells, code quality, software engineering, software maintenance, code metrics.

# Sumário

<b>Lista de Abreviaturas</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de Símbolos</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>viii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Questões de Pesquisa . . . . .	3
1.2 Trabalhos Relacionados . . . . .	3
1.3 Contribuições . . . . .	5
1.4 Organização da Tese . . . . .	5
<b>2 Fundamentação Teórica</b>	<b>6</b>
2.1 Métricas de Código . . . . .	6
2.2 Code Smells . . . . .	6
2.3 Android . . . . .	7
2.3.1 Arquitetura da Plataforma . . . . .	7
<b>3 Pesquisa</b>	<b>10</b>
3.1 Camada de Apresentação Android . . . . .	10
3.2 Definição dos Maus Cheiros . . . . .	10
3.2.1 Coleta de Dados . . . . .	10
3.2.2 Análise dos Dados . . . . .	10

3.2.3	Validação com Especialistas . . . . .	10
3.3	Percepção dos Desenvolvedores . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Catálogo de Maus Cheiros</b>	<b>11</b>
4.1	Code Smell 1 . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>12</b>
5.1	Principais contribuições . . . . .	12
5.2	Trabalhos futuros . . . . .	12
<b>A</b>	<b>XYZ</b>	<b>13</b>
A.1	Apêndice 1 . . . . .	13
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>14</b>



# Lista de Abreviaturas

**SDK** *Software Development Kit*

**IDE** *Integrated Development Environment*

**APK** *Android Package*

**ART** *Android RunTime*

# Lista de Símbolos

$\Sigma$  Sistema de transição de estados

# Lista de Figuras

2.1	O sistema operacional Android. . . . .	8
-----	--	---

# Capítulo 1

## Introdução

No próximo ano o Android completará uma década desde seu primeiro lançamento em 2007 e não há dúvidas sobre o seu sucesso [4, 7, 8]. Atualmente há disponível mais de 2 milhões de aplicativos na Google Play Store, loja oficial de aplicativos Android [9]. Mais de 83,5% dos *devices* no mundo usam o sistema operacional móvel Android (plataforma Android), e este percentual vem crescendo ano após ano [10, 6]. Hoje é possível encontrá-lo também em outros dispositivos como *smart TVs*, *smartphones*, carros, dentre outros [5, 3]. Estes dados somado a experiência do autor são alguns dos motivos desta dissertação focar na plataforma Android.

Duas tarefas que desenvolvedores de software constantemente fazem é escrever código fácil de ser mantido e evoluído e detectar trechos de código problemáticos. Para a primeira, desenvolvedores comumente buscam se apoiar em boas práticas e *design patterns* já estabelecidos [11, 23, 16]. Para a segunda, é comum se utilizar de estratégias de detecção de maus cheiros de código (*code smells*), estes apontam trechos de códigos que podem se beneficiar de refatoração, ou seja, melhorar o código sem alterar o comportamento [2]. Apesar de já existir um catálogo extenso de *code smells*, eles não levam em consideração a natureza do projeto e suas particularidades [13].

Projetos Android possuem particularidades que ainda não foram experimentadas em projetos orientados a objetos, principalmente com relação a camada de apresentação, onde ele apresenta suas maiores distinções. Em uma análise feita por [17], com relação a projetos Android, ele diz que “*antipatterns* específicos ao Android são mais comuns e ocorrem mais frequentemente do que *antipatterns* OO”. Por exemplo, além de código Java, grande parte de um projeto Android é constituído por arquivos XML. Estes são os recursos da aplicação e ficam localizados no diretório `res` do projeto. São responsáveis por apresentar algo

ao usuário como uma tela, uma imagem, uma tradução e assim por diante. No início do projeto estes arquivos costumam ser poucos e pequenos. Conforme o projeto evolui, a quantidade e complexidade dos recursos tende a aumentar, trazendo problemas em encontrá-las, reaproveitá-las e entendê-las. Enquanto estes problemas já estão bem resolvidos em projetos orientados a objetos, ainda não há uma forma sistemática de identificá-los em recursos de projetos Android para que possam ser refatorados.

Outra particularidade é sobre componentes como ACTIVITIES que por natureza são classes que possuem muitas responsabilidades [26], sempre estão vinculadas a um LAYOUT e normalmente precisam de acesso a classes do modelo da aplicação. Analogamente ao padrão MVC, ACTIVITIES fazem os papéis de VIEW e CONTROLLER simultaneamente. Isto posto, é razoável considerar que o *code smell God Class* [22] é aplicável neste caso, no entanto, conforme bem pontuado por [13] “*enquanto [God Class] se encaixa bem em qualquer sistema orientado a objetos, ele não leva em consideração as particularidades arquiteturais da aplicação ou o papel desempenhado por uma determinada classe.*”. ACTIVITIES são componente específico da plataforma Android, responsáveis pela apresentação e interações do usuário com a tela [1].

Na prática, desenvolvedores Android percebem estes problemas diariamente há quase uma década. Muitos deles já se utilizam de práticas para solucioná-los, esta afirmação é enfatizada em [21] ao dizer que “*The problem in mobile development is that developers are aware of quality smells only indirectly because their definitions are informal (best-practices, bug tracker issues, forum discussions etc.) and resources where to find them are distributed over the web.*”. Ou seja, não existe hoje um catálogo destas boas e más práticas, tornando difícil a detecção e sugestão de refatorações apropriadas as particularidades da plataforma.

Nas principais conferências de manutenção de software, dentre 2008 a 2015, apenas 5 *papers* foram sobre maus cheiros Android, dentro de um total de 52 *papers* sobre o assunto [19]. Apesar do rápido crescimento da plataforma Android, pesquisas em torno dela não veem sendo realizadas na mesma proporção e a ausência de um catálogo de maus cheiros Android resulta em (i) uma carência de conhecimento sobre boas e más práticas a ser compartilhado entre praticantes da plataforma, (ii) indisponibilidade de ter uma ferramenta de detecção de maus cheiros de forma a alertar automaticamente os desenvolvedores da existência dos mesmos e (iii) ausência de estudo empírico sobre o impacto destas más práticas na manutenabilidade do código de projetos Android. Por este motivos, boas e más práticas que são específicos a uma plataforma, no caso Android, tem emergido como tópicos de pesquisa sobre manutenção de código [12].

## 1.1 Questões de Pesquisa

Nesta dissertação pretendemos responder a pergunta: **Existem maus cheiros que são específicos à camada de apresentação de projetos Android?** Para isso, exploramos as seguintes questões:

**Q1: O que representa a *Camada de Apresentação* em um projeto Android?**

Esta é uma pergunta importante a ser respondida, visto que toda a pesquisa se baseia nela. No entanto, não há uma resposta direta na documentação oficial do Android. Desta forma, partimos por um estudo teórico da documentação oficial para extrair a definição a ser usada nesta dissertação. O estudo teórico e definição são detalhados na seção 3.1 do capítulo 3.

**Q2: Existem boas e más práticas com relação a *Camada de Apresentação* de um projeto Android?**

O objetivo desta questão é ter insumos para a definição dos maus cheiros e propostas de como refatorá-los. Para isso elaboramos um questionário para coletar boas e más práticas utilizadas ou percebidas por desenvolvedores Android com relação a camada de apresentação.

Estes dados serão analisados de forma a resultar numa lista de maus cheiros. Esta listagem será validada com desenvolvedores Android especialistas, dos quais, alguns compõem times que lidam com Android no Google. Pretende-se aplicar o questionário na comunidade de desenvolvedores Android do Brasil e exterior. Estas etapas são detalhadas na seção 3.2 do capítulo 3.

**Q3: Desenvolvedores Android percebem as classes afetadas pelos maus cheiros propostos como problemáticas?**

Com esta questão pretende-se validar a relevância e assertividade dos maus cheiros catalogados. Para isso será conduzido um experimento com desenvolvedores Android de forma a avaliar se eles percebem os códigos afetados pelos maus cheiros como indicativos de trechos problemáticos. Este processo é detalhado na seção 3.3 do capítulo 3.

## 1.2 Trabalhos Relacionados

Diversas pesquisas em torno de maus cheiros de código veem sendo realizadas ao longo dos últimos anos. Já existem inclusive diversos maus cheiros mapeados, porém poucos deles são específicos da plataforma Android [19]. Segundo [17] estudos sobre maus cheiros de

código sobre aplicações Android ainda estão em sua infância. Outro ponto que reafirma esta questão são os trabalhos [18] e [17] concluem que é mais comum em projetos Android maus cheiros específicos do que os tradicionais maus cheiros orientados a objetos.

### *Code Smells in the Mobile Applications Domain*

O trabalho [26] avalia a presença de *code smells* definidos por [14] e [20] em projetos Android. Apesar das relevantes contribuições feitas, a conclusão sobre a incidência de tais *code smells*, não é plenamente conclusiva, visto que dos 6 *code smells* analisados (*Large Class*, *Long Method*, *Long Parameter List*, *Type Checking*, *Feature Envy* e *Dead Code*) apenas dois deles, *Long Method* e *Type Checking*, se apresentam com maior destaque (duas vezes mais provável) em projetos Android. Os demais apresentam uma diferença mínima em classes Android quando se comparados a classes não específicas do Android. Por fim, acaba por não ser conclusivo quanto a maior relevância deles em Android ou não.

[26] conclui com algumas recomendações de refatoração de forma a mitigar a presença do *code smell Long Method*. Estas recomendações são o uso do atualmente já reconhecido padrão *ViewHolder* em classes do tipo *Adapters*. Ele também sugere um *ActivityViewHolder* de forma a extrair código do método *onCreate* e deixá-lo menor. Sugere também o uso do atributo *onClick* em XMLs de *LAYOUT* e *MENU*.

Esta dissertação se difere do trabalho [26] pois pretende-se identificar, validar e catalogar, com base na experiência de desenvolvedores, quais boas e más práticas, ao longo da última década, eles vem praticando ou evitando, respectivamente em projetos Android. Ou seja, não pretende-se a partir de um catálogo já estabelecido de *code smells* e sim catalogar *code smells* específicos da camada de apresentação Android.

### *A Tool-Supported Quality Smell Catalogue For Android Developers*

Outro trabalho muito relevante realizado neste tema é o [21] que, baseado na documentação do Android, documenta 30 *quality smells* específicos Android. No texto *quality smells* são definidos como “A *quality smell* is a certain structure in a model, indicating that it negatively influences specific quality requirements, which can be resolved by particular model refactorings”. Estes requisitos de qualidade são centrados no usuários (estabilidade, tempo de início, conformidade com usuário, experiência do usuário e acessibilidade), consumo inteligente de recursos (eficiência geral, no uso de energia e memória) e segurança.

Esta dissertação se difere do trabalho [21] pois pretende-se encontrar *code smells* em

termos de qualidade de código, ou seja, que influenciem na legibilidade e manutenibilidade do código do projeto.

### 1.3 Contribuições

Ao final desta pesquisa, pretende-se contribuir com um catálogo validade de maus cheiros na camada de apresentação de aplicativos Android. Pretende-se também incrementar a ferramenta de detecção automática de maus cheiros Páprika com os *code smells* validados, de forma a desenvolvedores conseguirem de forma rápida identificar pontos específicos de projetos Android, a refatorar. Garantindo um código de qualidade, fácil de ser mantido e evoluído.

### 1.4 Organização da Tese

Esta dissertação está organizada da seguinte forma:

- **Capítulo 1** Introdução

Neste capítulo é introduzido o contexto atual do desenvolvimento de aplicativos Android. Apresenta-se quais são as motivações e o problema a ser resolvido. É dado também uma breve introdução sobre como pretende-se resolvê-lo.

- **Capítulo 2** Fundamentação Teórica

Neste capítulo é passado ao leitor informações básicas relevantes para o entedimento do trabalho. Os assuntos aprofundados aqui são: Qualidade de Código, *Code Smells* e Android.

- **Capítulo 3** Pesquisa

Neste capítulo são apresentados detalhes de toda as etapas da pesquisa. Quais tipos de coleta de dados serão usados. Quais os critérios de escolha dos respondentes e porquê. Como foram realizadas as análises dos dados e quais resultados foram obtidos.

- **Capítulo 4** Catálogo de *Code Smells*

Neste capítulo, serão catalogados os *code smells* validados.

- **Capítulo 5** Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho bem como as suas limitações e sugestões de trabalhos futuros.



## Capítulo 2

# Fundamentação Teórica

Para a compreensão deste trabalho é importante ter claro a definição de 3 itens, são eles: Qualidade de Código, *Code Smells* e *Android*.

### 2.1 Métricas de Código

### 2.2 Code Smells

Mau cheiro de código é uma indicação superficial que usualmente corresponde a um problema mais profundo em um software. Por si só um *code smell*, seu termo em inglês, não é algo ruim, ocorre que frequentemente ele indica um problema mas não necessariamente é o problema em si [15]. O termo em inglês *code smell* foi cunhado pela primeira vez por Kent Beck enquanto ajudava Martin Fowler com o seu livro Refactoring [14] [15].

*Code Smells* são padrões de código que estão associados com um design ruim e más práticas de programação. Diferentemente de erros de código eles não resultam em comportamentos errôneos. *Code Smells* apontam para áreas na aplicação que podem se beneficiar de refatorações. [26]. Refatoração é definido por “uma técnica para reestruturação de um código existente, alterando sua estrutura interna sem alterar seu comportamento externo” [14].

Escolher não resolver *code smells* pela refatoração não resultará na aplicação falhar mas irá aumentar a dificuldade de mantê-la. Logo, a refatoração ajuda a melhorar a manutenabilidade de uma aplicação [26]. Uma vez que os custos com manutenção são a maior parte dos custos envolvidos no ciclo de desenvolvimento de software [25], aumentar a manutenabilidade através de refatoração irá reduzir os custos de um software no longo prazo.

## 2.3 Android

### 2.3.1 Arquitetura da Plataforma

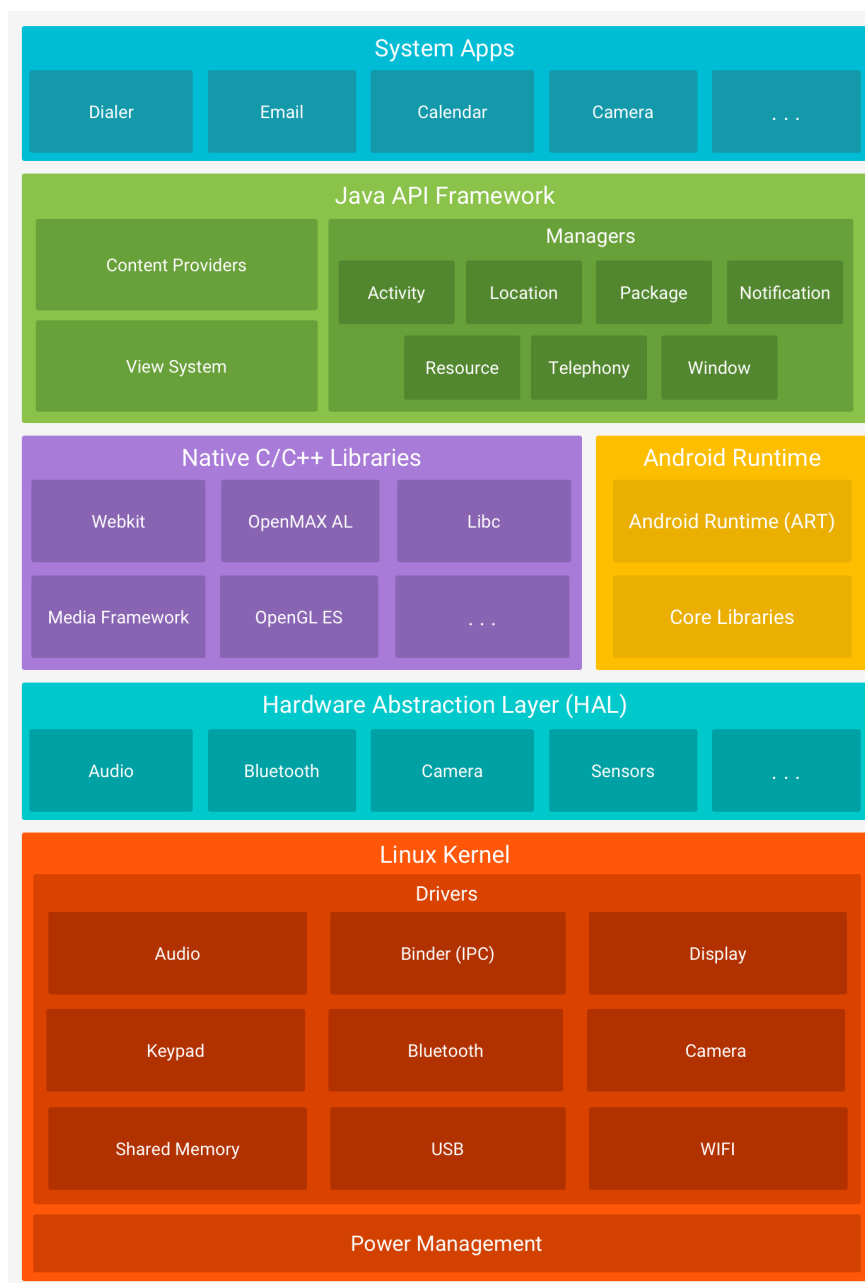
Android é um sistema operacional de código aberto, baseado no kernel do Linux criado para um amplo conjunto de dispositivos. Para prover acesso aos recursos específicos dos dispositivos como câmera ou *bluetooth*, o Android possui uma camada de abstração de *hardware* (HAL do inglês *Hardware Abstraction Layer*) exposto aos desenvolvedores através de um arcabouço de interfaces de programação de aplicativos (APIs do inglês *Applications Programming Interface*) Java. Estes e outros elementos explicados a seguir podem ser visualizados na figura 2.1 [24].

Cada aplicativo é executado em um novo processo de sistema que contém sua própria instância do ambiente de execução Android. A partir da versão 5 (API nível 21), o ambiente de execução padrão é o Android Runtime (ART), antes desta versão era a Dalvik. ART foi escrita para executar múltiplas instâncias de máquina virtual em dispositivos com pouca memória. Suas funcionalidades incluem duas formas de compilação, a frente do tempo (AOT do inglês *Ahead-of-time*) e apenas no momento (JIT do inglês *Just-in-time*), coletor de lixo, ferramentas de depuração, relatório de diagnósticos de erros e exceções.

Muitos dos componentes e serviços básicos do Android, como ART e HAL, foram criados a partir de código nativo que depende de bibliotecas nativas escritas em C e C++. A plataforma Android provê arcabouços de APIs Java para expor as funcionalidades de algumas destas bibliotecas nativas para os aplicativos. Por exemplo, OpenGL ES pode ser acessado através do arcabouço Android Java OpenGL API, de forma a adicionar suporte ao desenho e manipulação de gráficos 2D e 3D no aplicativo.

Todo o conjunto de funcionalidades da plataforma Android está disponível para os aplicativos através de APIs Java. Estas APIs compõem os elementos básicos para a construção de aplicativos Android. Dentre eles, os mais relevantes para esta dissertação são:

- Um rico e extensível **Sistema de Visualização** para a construção das interfaces com o usuário, também chamadas de *layouts*, do aplicativo. Incluindo listas, grades, caixas de textos, botões, dentre outros.
- Um **Gerenciador de Recursos**, provendo acesso aos recursos “não-java” como textos, elementos gráficos, arquivos de *layout*.
- Um **Gerenciador de Activity** que gerencia o ciclo de vida dos aplicativos e provê



**Figura 2.1:** O sistema operacional Android.

uma navegação comum.

O Android já vem com um conjunto de aplicativos básicos como por exemplo, para envio e recebimento de SMS, calendário, navegador, contatos e outros. Estes aplicativos vindos com a plataforma não possuem nenhum diferencial com relação aos aplicativos de terceiros. Todo aplicativo tem acesso ao mesmo arcabouço de APIs do Android, seja ele aplicativo da

plataforma ou de terceiro. Desta forma, um aplicativo de terceiro pode se tornar o aplicativo padrão para navegar na internet, receber e enviar SMS e assim por diante.

Aplicativos da plataforma provem capacidades básicas que aplicativos de terceiros podem reutilizar. Por exemplo, se um aplicativo de terceiro quer possibilitar o envio de SMS, o mesmo pode redirecionar esta funcionalidade de forma a abrir o aplicativo de SMS já existente, ao invés de implementar por si só.

## Capítulo 3

# Pesquisa

### 3.1 Camada de Apresentação Android

### 3.2 Definição dos Maus Cheiros

#### 3.2.1 Coleta de Dados

#### 3.2.2 Análise dos Dados

#### 3.2.3 Validação com Especialistas

### 3.3 Percepção dos Desenvolvedores

## Capítulo 4

# Catálogo de Maus Cheiros

### 4.1 Code Smell 1

A fazer.

## Capítulo 5

## Conclusão

A fazer.

### 5.1 Principais contribuições

A fazer.

### 5.2 Trabalhos futuros

A fazer.

## Apêndice A

### XYZ

#### A.1 Apêndice 1

A fazer.



## Referências Bibliográficas

- [1] Activities. <https://developer.android.com/guide/components/activities.html>. Last accessed at 29/08/2016. 2
- [2] *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1999. 1
- [3] Google android software spreading to cars, watches, tv. <http://phys.org/news/2014-06-google-android-software-cars-tv.html>, June 2014. Last accessed at 26/07/2016. 1
- [4] App annie index market q1 2016: China takes japan's #2 spot for ios revenue. <https://www.appannie.com/insights/market-data/app-annie-index-market-q1-2016/>, April 2016. Last accessed at 30/08/2016. 1
- [5] Ford terá apple carplay e android auto em todos os modelos nos eua. <http://g1.globo.com/carros/noticia/2016/07/ford-tera-apple-carplay-e-android-auto-em-todos-os-modelos-nos-eua.html>, 2016. Last accessed at 26/07/2016. 1
- [6] Gartner says worldwide smartphone sales grew 3.9 percent in first quarter of 2016. <http://www.gartner.com/newsroom/id/3323017>, May 2016. Last accessed at 23/07/2016. 1
- [7] Global mobile os market share in sales to end users from 1st quarter 2009 to 1st quarter 2016). <http://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>, 2016. Last accessed at 24/07/2016. 1
- [8] Global smartphone sales to end users from 1st quarter 2009 to 1st quarter 2016, by operating system (in million units). <http://www.statista.com/statistics/266219/global-smartphone-sales-since-1st-quarter-2009-by-operating-system/>, 2016. Last accessed at 24/07/2016. 1

- [9] Number of available applications in the google play store from december 2009 to february 2016. <http://www.statista.com/statistics/266210/number-of-available-applications-in-the-google-play-store/>, 2016. Last accessed at 24/07/2016. 1
- [10] Worldwide smartphone growth forecast to slow to 3.1% in 2016 as focus shifts to device lifecycles, according to idc. <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS41425416>, June 2016. Last accessed at 23/07/2016. 1
- [11] D. Alur, J. Crupi, and D. Malks. *Core J2EE Patterns: Best Practices and Design Strategies*. Core Series. Prentice Hall PTR, 2003. 1
- [12] Maurício Aniche, Bavota G., Treude C., Van Deursen A., and Gerosa M. A validated set of smells in model-view-controller architectures. 2016. 2
- [13] Maurício Aniche, Marco Gerosa, São Paulo, Bullet INPE, Bullet Sant, and Anna ufa. Architectural roles in code metric assessment and code smell detection. 2016. Regras Arquiteturais na Avaliação de Matrizes de Códigos e Detecção de Maus Cheiros Regras Arquiteturais na Avaliação de Matrizes de Códigos e Detecção de Maus Cheiros. 1, 2
- [14] Martin Fowler. *Refactoring. Improving the Design of Existing Code*. Addison-Wesley, 1999. 4, 6
- [15] Martin Fowler. Code smell. <http://martinfowler.com/bliki/CodeSmell.html>, February 2006. 6
- [16] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software (Adobe Reader)*. Pearson Education, 1994. 1
- [17] Geoffrey Hecht. An approach to detect android antipatterns. page 766–768, 2015. 1, 3, 4
- [18] Mario Linares-Vásquez, Sam Klock, Collin Mcmillan, Aminata Saban, Denys Poshyvanyk, and Yann-Guillaume Guéhéneuc. Domain matters: Bringing further evidence of the relationships among anti-patterns, application domains, and quality-related metrics in java mobile apps. 4
- [19] Umme Mannan, Danny Dig, Iftekhhar Ahmed, Carlos Jensen, Rana Abdullah, and M Al-murshed. Understanding code smells in android applications. 2, 3

- [20] Roberto Minelli and Michele Lanza. Software analytics for mobile applications, insights & lessons learned. *In Proceedings of the 2013 17th European Conference on Software Maintenance and Reengineering*, 2013. 4
- [21] Jan Reimann and Martin Brylski. A tool-supported quality smell catalogue for android developers. 2013. 2, 4
- [22] A.J. Riel. *Object-oriented Design Heuristics*. Addison-Wesley Publishing Company, 1996. 2
- [23] N. Rozanski and E. Woods. *Software Systems Architecture: Working with Stakeholders Using Viewpoints and Perspectives*. Addison-Wesley, 2012. 1
- [24] Android Developer Site. Platform architecture. <https://developer.android.com/guide/platform/index.html>. Last accessed at 04/09/2016. 7
- [25] Nikolaos Tsantalis. *Evaluation and Improvement of Software Architecture: Identification of Design Problems in Object-Oriented Systems and Resolution through Refactorings*. PhD thesis, University of Macedonia, August 2010. 6
- [26] Daniël Verloop. *Code Smells in the Mobile Applications Domain*. PhD thesis, TU Delft, Delft University of Technology, 2013. 2, 4, 6