Maus cheiros de código em aplicativos Android: Um estudo sobre a percepção dos desenvolvedores

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: Ciência da Computação

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Gerosa

Coorientador: Prof. Dr. Maurício Aniche

São Paulo, 13 Dezembro de 2017

Maus cheiros de código em aplicativos Android: Um estudo sobre a percepção dos desenvolvedores

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

Agradecimentos

Under construction.

Resumo

SOBRENOME, A. B. C. **Título do trabalho em inglês**. 2010. 120 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Existem diversas práticas, ferramentas e padrões que auxiliam desenvolvedores a produzir código com qualidade. Dentre elas podemos citar catálogos de maus cheiros, que indicam possíveis problemas no código. Esses catálogos possibilitam a implementação de ferramentas de detecção automática de trechos de código problemáticos ou mesmo a inspeção manual. Apesar de já existirem diversos cheiros de código catalogados, pesquisas sugerem que tecnologias diferentes apresentaram cheiros de código específicos, e uma tecnologia que tem chamado a atenção de muitos pesquisadores é o Android. Neste artigo, nós investigamos a existência de cheiros de código em projetos Android. Como ponto de partida, por meio de um questionário online com 45 desenvolvedores, catalogamos 23 más práticas Android. Por meio de um experimento online, validamos a perceção de 20 desenvolvedores sobre quatro dessas más práticas, onde duas se confirmaram estatísticamente. Esperamos que nosso catálogo e metodologia de pesquisa, bem como sugestões de como mitigar as ameaças à validade possam colaborar com outros pesquisadores.

Keywords: keyword1, keyword2, keyword3.

Abstract

SOBRENOME, A. B. C. **Título do trabalho em inglês**. 2010. 120 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Existem diversas práticas, ferramentas e padrões que auxiliam desenvolvedores a produzir código com qualidade. Dentre elas podemos citar catálogos de maus cheiros, que indicam possíveis problemas no código. Esses catálogos possibilitam a implementação de ferramentas de detecção automática de trechos de código problemáticos ou mesmo a inspeção manual. Apesar de já existirem diversos cheiros de código catalogados, pesquisas sugerem que tecnologias diferentes apresentaram cheiros de código específicos, e uma tecnologia que tem chamado a atenção de muitos pesquisadores é o Android. Neste artigo, nós investigamos a existência de cheiros de código em projetos Android. Como ponto de partida, por meio de um questionário online com 45 desenvolvedores, catalogamos 23 más práticas Android. Por meio de um experimento online, validamos a perceção de 20 desenvolvedores sobre quatro dessas más práticas, onde duas se confirmaram estatísticamente. Esperamos que nosso catálogo e metodologia de pesquisa, bem como sugestões de como mitigar as ameaças à validade possam colaborar com outros pesquisadores.

Keywords: keyword1, keyword2, keyword3.

Sumário

Acrônimos

Software Development Kit Kit para Desenvolvimento de Software

IDE *Integrated Development Environment*

APK *Android Package*

ART *Android RunTime*

Lista de Abreviaturas

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Introdução

Qualidade de código já se provou com uma área de extrema importância no desenvolvimento de software. Ao longo dos últimos anos, diversos estudos e livros foram publicados sobre esse assunto. Dentre as formas usadas para documentar o conhecimento gerado a cerca de qualidade de código estão a definição de padrões, anti-padrões e maus cheiros.

Muitos dos materiais documentados usam como base a linguagem de programação Java. Porém, ao longo dos últimos anos, novas tecnologias tem surgido cada vez mais rápido, tornando o tema qualidade de código ainda muito relevante. Perguntas como "o material já documentado também se aplica a determinada nova tecnologia?" e "determinada nova tecnologia teria formas novas para criar código com qualidade?" precisam ser respondidas.

Uma das tecnologias que surgiu na última década e vem se popularizando com velocidade é a plataforma Android para o desenvolvimento de aplicativos móveis. Mais de 83,5% dos dispositivos móveis no mundo usam o sistema operacional Android, e esse percentual vem crescendo ano após ano [2, 5]. Alguns estudos tem sido feito em torno dessa plataforma, mas ainda são muito poucos. Umme et al. [38] recentemente levantaram que no período de 2008 a 2015, nas principais conferências de manutenção de software (ICSE, FSE, OOPSLA/SPLASH, ASE, ICSM/ICSME, MRS e ESEM) apenas 10% dos artigos consideraram projetos Android em suas pesquisas. Nenhuma outra plataforma móvel foi considerada.

Dentre os estudos já realizados sobre qualidade de código Android, podemos encontrar alguns buscando por maus cheiros tradicionais, como os definidos por Martin Fowler [23], em projetos Android e outros buscando por maus cheiros específicos a plataforma Android.

Estudos que buscaram relacionar de alguma forma maus cheiros tradicionais em projetos Android são, por exemplo, o estudo de Linares et al. [37] onde se utilizam do método DECOR para detectar 18 *anti-patterns* tradicionais em aplicativos móveis. Verloop [57] analisou se classes derivadas do SDK Android, conjunto de clases base para o desenvolvimento Android, são mais ou menos propensas a apresentar os maus cheiros tradicionais do que classes puramente Java, ou seja, que não precisam herdar de nenhuma classe do SDK Android. Estudos

que buscaram por maus cheiros específicos ao contexto Android são, por exemplo, de Fulano ***todo: arrumar*** [28, **?**] que identificaram cheiros de código específicos Android relacionados ao consumo inteligente de recursos do dispositivo, como bateria e memória, usabilidade, dentre outros.

Aniche et al. [12, 11] apontam a relevância de se estudar qualidade de código em tecnologias específicas ao concluir que a arquitetura do software é um fator importante e que deve ser levado em conta ao analisar a qualidade de um sistema. Notamos também que o desenvolvimento do *front-end* de aplicações constuma apresentar diferenças com relação ao *back-end*. Por exemplo, encontamos maus cheiros específicos a tecnologias de *front-end* web como CSS [26], Javascript [22] e o arcabouço Spring MVC [13].

1.1 Motivação

Qualidade de código é super importante e está em constante evolução, visto que novas tecnologias surgem o tempo inteiro. Dentre o leque de ferramentas que temos para agregarmos qualidade ao código estão os maus cheiros de código, que nos auxiliam na identificação de possíveis código problemáticos que são fortes candidatos a passar por refatorações.

Android é uma tecnologia que pode se considerar nova, irá completar 10 anos em 2018. Também é a tecnologia móvel com maior marketshare e apresenta acentuado crescimento há pelo menos 5 anos. Este acentuado crescimento acrescentado as rápidas evoluções de produtos e softwares que vivemos hoje em dia, pode resultar em más escolhas de design e código que fazem a qualidade do código decair com o tempo. Apesar deste contexto complexo em projetos Android, as ferramentas de qualidade disponíveis ainda são poucas e a quantidade de pesquisas relacionadas a qualidade de código da plataforma refletem este cenário.

Somado a isso, pesquisas recentes tem descoberto que tecnologias e plataformas diferentes podem apresentar maus cheiros específicos. Ou seja, apesar de já existirem diversos maus cheiros tradicionais, costumeiramente baseados em linguagens orientadas a objetos, que também podem servir a aplicações Android, pode ser que aplicações Android tenham também maus cheiros relacionados a manutenibilidade específicos a ela.

1.2 Objetivo

Esta pesquisa tem por objetivo identificar e documentar maus cheiros de código específicos a plataforma móvel Android a fim de servir como mais uma ferramenta para desenvolvedores Android que buscam aumentar a qualidade de seus códigos nessa plataforma pois aqui estará documentado o conhecimento empírico de diversos desenvolvedores Android experientes.

Desta forma, as contribuições deste trabalho são:

1. Catálogo com 18 ***todo: acertar número*** maus cheiros de código Android derivados a partir dos resultados obtidos da aplicação de questionários online e experimento, totalizando a participação de mais de 300 desenvolvedores Android.
2. A percepção de desenvolvedores Android com relação aos maus cheiros catalogados.
3. Apêndice online [16] com informações detalhadas dos roteiros dos questionários e outras da pesquisa para que outros pesquisadores possam replicar nosso estudo.

1.3 Abordagem de Solução

Para extrair as ideias iniciais da pesquisa aplicamos um questionário online onde perguntávamos para desenvolvedores Android sobre boas e más práticas utilizadas no dia a dia. Obtivemos 45 respostas e pudemos extrair 50 boas e más práticas que resultaram em 25 maus cheiros de código Android.

Validamos através de um segundo questionário online a percepção de 192 desenvolvedores sobre os 25 maus cheiros identificados questionando-os se percebiam as situações dos maus cheiros no seu dia a dia e se consideram importante mitigar estas situações em seus códigos. Após este questionário, eliminamos X maus cheiros pois os mesmos não se demonstraram importantes aos desenvolvedores e restaram XX.

Para entendermos a percepção dos XX maus cheiros de código, fizemos 3 rodadas de um experimento com 75 desenvolvedores onde os mesmos eram expostos a códigos limpos, códigos afetados pelos maus cheiros identificados e códigos afetados por maus cheiros tradicionais. A partir deste experimento extraímos análises estatísticas que confirmaram a percepção de desenvolvedores com relação aos maus cheiros identificados.

Por fim, catalogamos XX maus cheiros Android relacionados a manutenibilidade extraídos através de 2 questionários online e 3 rodadas de um mesmo experimento totalizando a participação de mais de 300 desenvolvedores Android.

1.4 Originalidade e Relevância

Estudos identificaram cheiros de código específicos Android relacionados ao consumo inteligente de recursos do dispositivo, como bateria e memória, usabilidade, dentre outros [28, ?]. Verloop [57] analisou se classes derivadas do SDK Android são mais ou menos propensas a cheiros de código tradicionais do que classes puramente Java. Linares et al. [37] usaram

o método DECOR para realizar a detecção de 18 *anti-patterns* orientado a objetos em aplicativos móveis.

Escrever código com qualidade tem se tornado cada vez mais importante com o aumento da complexidade de tecnologias e anseio dos usuários por novas funcionalidade e atualizações [31, 57]. Existem diferentes práticas, padrões e ferramentas que auxiliam os desenvolvedores a escrever código com qualidade, incluindo *design patterns* [25] e cheiros de código [23]. A falta de qualidade resulta em defeitos de software que custam a empresas quantias significativas, especialmente quando conduzem a falhas de software [**?**, **?**]. Evolução e manutenção de software também já se provaram como os maiores gastos com aplicações [56].

Uma das formas de aumentar a qualidade de software é identificar trechos de códigos ruins e refatorá-los, ou seja, alterar o código sem alterar o comportamento [23]. Desta forma, temos que cheiros de código são aliados importantes na busca por qualidade de código pois, representam sintomas que podem indicar problemas mais profundos no software, não necessariamente, sendo o problema em si [24]. Seu mapeamento possibilita a definição de heurísticas que, por sua vez, possibilitam a implementação de ferramentas que os identificam de modo automático no código. PMD [3], Checkstyle e FindBugs são exemplos de ferramentas que identificam automaticamente alguns tipos de cheiros de código em projetos Java.

Enquanto que cheiros de código em projetos Java já foram extensivamente estudados [34, 23, 39], ainda há muito a se pesquisar sobre cheiros de código em projetos Android. No entanto, determinar o que é ou não um cheiro de código é subjetivo e pode variar de acordo com a tecnologia, desenvolvedor, metodologia de desenvolvimento dentre outros aspectos [4]. Em particular, Aniche et al. [12, 11] mostraram que a arquitetura do software é um fator importante e que deve ser levada em conta ao analisar a qualidade de um sistema. Outros estudos identificaram cheiros de código específicos Android relacionados ao consumo inteligente de recursos do dispositivo, como bateria e memória, usabilidade, dentre outros [28, **?**]. Verloop [57] analisou se classes derivadas do SDK Android são mais ou menos propensas a cheiros de código tradicionais do que classes puramente Java. Linares et al. [37] usaram o método DECOR para realizar a detecção de 18 *anti-patterns* orientado a objetos em aplicativos móveis.

Umme et al. [38] recentemente levantaram que, das principais conferências de manutenção de software (ICSE, FSE, OOPSLA/SPLASH, ASE, ICSM/ICSME, MRS e ESEM), dentre 2008 a 2015, apenas 10% dos artigos consideraram em suas pesquisas, projetos Android. Nenhuma outra plataforma móvel foi considerada.

Nossa pesquisa complementa as anteriores no sentido de que também buscamos por cheiros de código Android. E se difere delas pois buscamos cheiros de código relacionados à qualidade, em termos de manutenabilidade e legibilidade, específico dessa plataforma. Por exemplo Activities, Fragments e Adapters são classes usadas na construção de telas e listeners são responsáveis pelas interações com os usuários. Buscamos entender então

quais são as *boas e más* práticas no desenvolvimento da interface visual Android.

1.5 Organização do Trabalho

As seções seguintes deste artigo estão organizadas da seguinte forma: a Seção 4 aborda a metodologia de pesquisa. A Seção **??** apresenta o catálogo de más práticas a percepção de desenvovledores sobre as quatro mais recorrêntes. A Seção 8 aborda as ameaças à validade do estudo. A Seção 3 discute os trabalhos relacionados e o estado da arte sobre Android e cheiros de código. E por fim, a Seção 9 conclui.

Capítulo 2

Fundamentação Conceitual

Esta seção define alguns termos considerados de grande importância para o entendimento deste trabalho, são eles: qualidade de software, boas práticas de software e maus cheiros de código.

2.1 Android

Android é o sistema operacional móvel, de código aberto, mais usado em 2017 que apresenta crescimento acentuado há quase uma década. No início de 2017 apresenta participação de mercado de mais de 86% das vendas globais de *smartphones* para usuários finais. A segunda plataforma móvel mais usada em *smartphones* é o iOS, entretanto, sua participação no mercado é bem tímida se comparado ao Android nos dias atuais [6]. Podemos observar estes dados na Figura 2.1.

A característica da plataforma de ser de código aberto abre possibilidade como evolução colaborativa por comunidades e facilita pesquisas. Até este ano, a linguagem suportada para desenvolvimento Android era apenas Java, o que facilita ainda mais a evolução colaborativa pela comunidade e a realização de pesquisas. Essas características somado a experiência do autor tornou a plataforma Android atrativa como foco desta pesquisa.

2.1.1 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

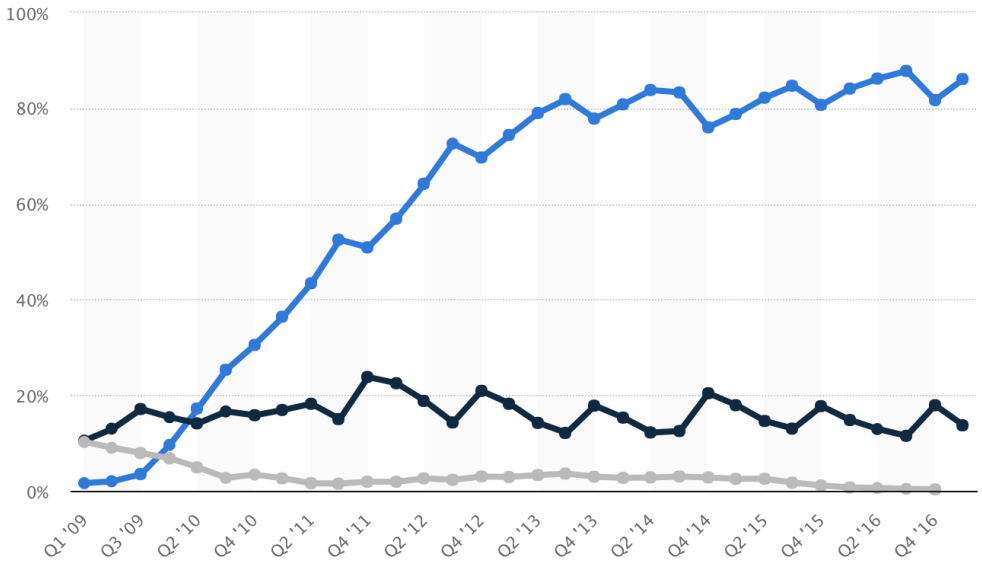


Figura 2.1: *Participação de mercado do sistema operacional móvel global nas vendas para usuários finais do 1º trimestre de 2009 para o 1º trimestre de 2017.*

visualizados na Figura 2.2 [44].

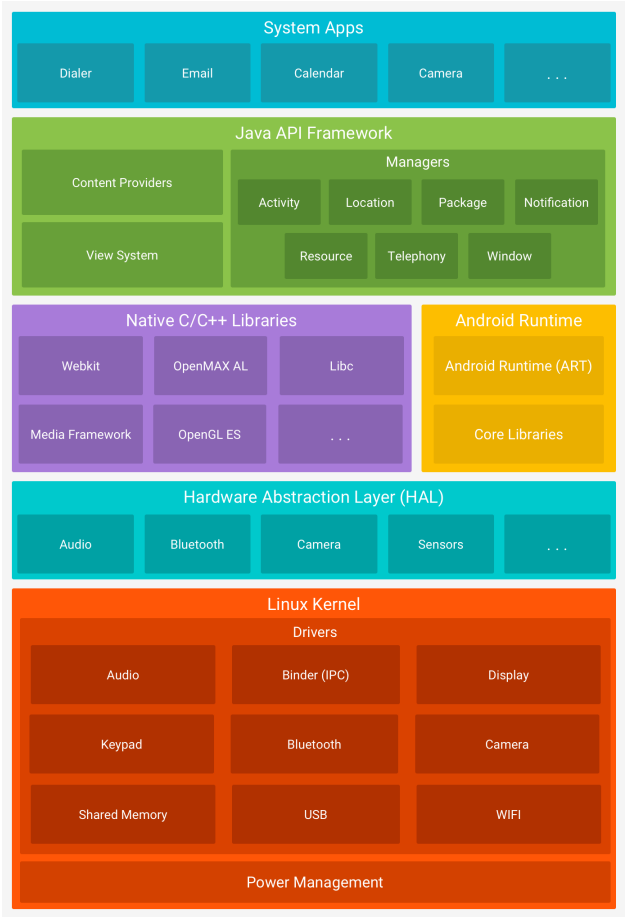


Figura 2.2: *Arquitetura do sistema operacional Android.*

Todo as funcionalidades da plataforma Android estão disponíveis 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 contrução de interfaces com o usuário, também chamadas de arquivos de *layout*, do aplicativo. Incluindo listas, grades ou tabelas, 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 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.

2.1.2 Fundamentos do Desenvolvimento Android

Aplicativos Android são escritos na linguagem de programação Java. O Kit para Desenvolvimento de Software (*Software Development Kit*) Android compila o código, junto com qualquer arquivo de recurso ou dados, em um arquivo Android Package (APK). Um APK, arquivo com extensão `.apk`, é usado por dispositivos para a instalação de um aplicativo [51].

Componentes Android são os elementos base para a construção de aplicativos Android. Cada componente é um diferente ponto através do qual o sistema pode acionar o aplicativo. Nem todos os componente são pontos de entrada para o usuário e alguns são dependentes entre si, mas cada qual existe de forma autônoma e desempenha um papel específico.

Existem quatro tipos diferentes de componentes Android. Cada tipo serve um propósito distinto e tem diferentes ciclos de vida, que definem como o componente é criado e destruído. Os quatro componentes são:

- **Activities**

Uma *activity* representa uma tela com uma interface de usuário. Por exemplo, um aplicativo de email pode ter uma *activity* para mostrar a lista de emails, outra para redigir um email, outra para ler emails e assim por diante. Embora *activities* trabalhem juntas de forma a criar uma experiência de usuário (UX do inglês *User Experience*) coesa no aplicativo de emails, cada uma é independente da outra. Desta forma, um aplicativo diferente poderia iniciar qualquer uma destas *activities* (se o aplicativo de emails permitir). Por exemplo, a *activity* de redigir email no aplicativo de emails, poderia solicitar o aplicativo câmera, de forma a permitir o compartilhamento de alguma foto. Uma *activity* é implementada como uma subclasse de `Activity`.

- **Services**

  Um *service* é um componente que é executado em plano de fundo para processar operações de longa duração ou processar operações remotas. Um *service* não provê uma interface com o usuário. Por exemplo, um *service* pode tocar uma música em plano de fundo enquanto o usuário está usando um aplicativo diferente, ou ele pode buscar dados em um servidor remoto através da internet sem bloquear as interações do usuário com a *activity*. Outros componente, como uma *activity*, podem iniciar um *service* e deixá-lo executar em plano de fundo. É possível interagir com um *service* durante sua execução. Um *service* é implementado como uma subclasse de `Service`.

- **Content Providers**

  Um *content provider* gerencia um conjunto compartilhado de dados do aplicativo. Estes dados podem estar armazenados em arquivos de sistema, banco de dados SQLite, servidor remoto ou qualquer outro local de armazenamento que o aplicativo possa acessar. Através de *content providers*, outros aplicativos podem consultar ou modificar (se o *content provider* permitir) os dados. Por exemplo, a plataforma Android disponibiliza um *content provider* que gerencia as informações dos contatos dos usuários. Desta forma, qualquer aplicativo, com as devidas permissões, pode consultar parte do *content provider* (como `ContactsContract.Data`) para ler e escrever informações sobre um contato específico. Um *content provider* é implementado como uma subclasse de `ContentProvider`.

- **Broadcast Receivers**

  Um *broadcast receiver* é um componente que responde a mensagens enviadas pelo sistema. Muitas destas mensagens são originadas da plataforma Android, por exemplo, o desligamento da tela, baixo nível de bateria e assim por diante. Aplicativos de terceiros também podem enviar mensagens, por exemplo, informando que alguma operação foi concluída. No entanto, *broadcast receivers* não possuem interface de usuário. Para informar o usuário que algo ocorreu, *broadcast receivers* podem criar notificações. Um *broadcast receiver* é implementado como uma subclasse de `BroadcastReceiver`.

Antes de a plataforma Android poder iniciar qualquer um dos componente supramencionados, a plataforma precisa saber que eles existem. Isso é feito através da leitura do arquivo `AndroidManifest.xml` do aplicativo (arquivo de manifesto). Este arquivo deve estar no diretório raiz do projeto do aplicativo e deve conter a declaração de todos os seus componentes.

O arquivo de manifesto é um arquivo XML e pode conter muitas outras informações além das declarações dos componentes do aplicativo, por exemplo:

- Identificar qualquer permissão de usuário requerida pelo aplicativo, como acesso a internet, acesso a informações de contatos do usuário e assim por diante.
- Declarar o nível mínimo do Android requerido para o aplicativo, baseado em quais APIs são usadas pelo aplicativo.
- Declarar quais funcionalidades de sistema ou *hardware* são usadas ou requeridas pelo aplicativo, por exemplo câmera, *bluetooth* e assim por diante.
- Declarar outras APIs que são necessárias para uso do aplicativo (além do arcabouço de APIs do Android), como a biblioteca do Google Maps.

Os elementos usados no arquivo de manifesto são definidos pelo vocabulário XML do Android. Por exemplo, uma *activity* pode ser declarada conforme o Código-Fonte 2.1.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <manifest ... >
3     <application android:icon="@drawable/app_icon.png" ... >
4         <activity android:name="com.example.project.ExampleActivity"
5                   android:label="@string/example_label" ... >
6         </activity>
7         ...
8     </application>
9 </manifest>
```

Código-Fonte 2.1: *Arquivo* `AndroidManifest.xml`

No elemento `<application>` o atributo `android:icon` aponta para o ícone, que é um recurso, que identifica o aplicativo. No elemento `<activity>`, o atributo `android:name` especifica o nome completamente qualificado da *Activity*, que é uma classe que extende de `Activity`, e por fim, o atributo `android:label` especifica um texto para ser usado como título da *Activity*.

Para declarar cada um dos quatro tipos de componentes, deve-se usar os elementos a seguir:

- `<activity>` elemento para *activities*.
- `<service>` elemento para *services*.
- `<receiver>` elemento para *broadcast receivers*.
- `<provider>` elemento para *content providers*.

2.1.3 Recursos do Aplicação

Um aplicativo Android é composto por outros arquivos além de código Java, ele requer **recursos** como imagens, arquivos de áudio, e qualquer recurso relativo a apresentação visual do aplicativo [51]. Também é possível definir animações, menus, estilos, cores e arquivos de *layout* das *activities*. Recursos costumam ser arquivos XML que usam o vocabulário definido pelo Android.

Apesar de ser possível a criação desses recursos através de código-fonte Java, um dos aspectos mais importantes de prover recursos separados do código-fonte é a habilidade nativa da plataforma de prover recursos alternativos para diferentes configurações de dispositivos como por exemplo idioma ou tamanho de tela. Este aspecto se torna mais importante conforme mais dispositivos são lançados com configurações diferentes. Segundo levantamento da Open Signal, em 2015 foram encontrados mais de 24 mil dispositivos diferentes com Android [1].

De forma a prover compatibilidade com diferentes configurações, deve-se organizar os recursos dentro do diretório `res` do projeto, usando sub-diretórios que agrupam os recursos por tipo e configuração. Para qualquer tipo de recurso, pode-se especificar uma opção padrão e outras alternativas.

- **Recursos padrões** são aqueles que devem ser usados independente de qualquer configuração ou quando não há um recurso alternativo que atenda a configuração atual. Por exemplo, arquivos de *layout* padrão ficam em `res/layout`.
- **Recursos alternativos** são todos aqueles que foram desenhados para atender a uma configuração específica. Para especificar que um grupo de recursos é para ser usado em determinada configuração, basta adicionar um qualificador ao nome do diretório. Por exemplo, arquivos de *layout* para quando o dispositivo está em posição de paisagem ficam em `res/layout-land`.

O Android irá aplicar automaticamente o recurso apropriado através da identificação da configuração corrente do dispositivo com os recursos disponíveis no aplicativo. Por exemplo, o recurso do tipo *strings* pode conter textos usados nas interfaces do aplicativo. É possível traduzir estes textos em diferentes idiomas e salvá-los em arquivos separados. Desta forma,

baseado no qualificador de idioma usado no nome do diretório deste tipo de recurso (por exemplo `res/values-fr` para o idioma frânces) e a configuração de idioma do dispositivo, o Android aplica o conjunto de *strings* mais apropriado.

A seguir são listados os tipos de recursos que podem ser utilizados no Android [48]. Para cada tipo de recurso existe um conjunto de qualificadores que podem ser usados para prover recursos alternativos:

- **Recursos de animações** Definem animações pré-determinadas. Ficam nos diretórios `res/anim` ou `res/animator`.
- **Recursos de lista de cores de estado** Definem recursos de cores que alteram baseado no estado da *View*. Ficam no diretório `res/color`.
- **Recursos de desenhos** Definem recursos gráficos como *bitmap* ou XML. Ficam no diretório `res/drawable`.
- **Recursos de *layouts*** Definem a parte visual da interface com o usuário. Ficam no diretório `res/layout`.
- **Recursos de menus** Definem os conteúdos dos menus da aplicação. Ficam no diretório `res/menu`.
- **Recursos de textos** Definem textos, conjunto de textos e plurais. Ficam no diretório `res/values`.
- **Recursos de estilos** Definem os estilos e e formatos para os elementos da interface com usuário. Ficam no diretório `res/values`.
- **Outros recursos** Ainda existem outros recursos como inteiros, *booleanos*, dimensões, dentre outros. Ficam no diretório `res/values`.

2.1.4 Interfaces de Usuários

Arquivos de layout são recursos localizados na pasta `res/layout` que possuem a extensão `.xml`.

Todos os elementos de UI (Interface de Usuário, do inglês UI, *User Interface*) de um aplicativo Android são construídos usando objetos do tipo `View` ou `ViewGroup`. Uma `View` é um objeto que desenha algo na tela do qual o usuário pode interagir. Um `ViewGroup` é um objeto que agrupa outras `Views` e `ViewGroups` de forma a desenhar o layout da interface [50].

A UI para cada componente do aplicativo é definida usando uma hierarquia de objetos `View` e `ViewGroup`, como mostrado na figura 2.3. Cada `ViewGroup` é um container invisível que organiza `Views` filhas, enquanto as `Views` filhas são caixas de texto, botões e

outros componentes visuais que compoem a UI. Esta árvore hierárquica pode ser tão simples ou complexa quanto se precisar, mas quanto mais simples melhor o desempenho.

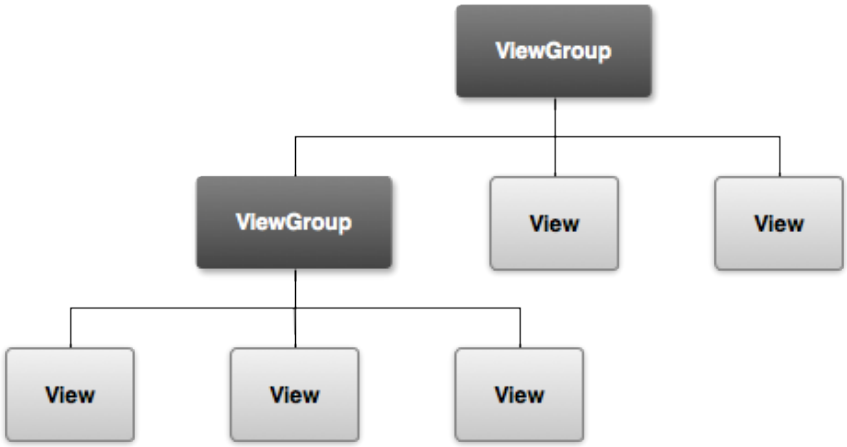


Figura 2.3: *Árvore hierárquica de `Views` e `ViewGroups` do Android.*

É possível criar um layout programaticamente, instanciando `Views` e `ViewGroups` no código e construir a árvore hierárquica manualmente, no entanto, a forma mais simples e efetiva de definir um layout é través de um XML de layout. O XML de layout oferece uma estrutura legível aos olhos humanos, similar ao HTML, podendo ser utilizados elementos aninhados.

O vocabulário XML para declarar elementos de UI segue a estrutura de nome de classes e métodos, onde os nomes dos elementos correspondem aos nomes das classes e os atributos correspondem aos nomes dos métodos. De fato, a correspondência frequentemente é tão direta que é possível adivinhar qual atributo XML correspodne a qual método de classe, ou adivinhar qual a classe correspondente para determinado elemento. No entanto, algumas classes possuem pequenas diferenças como por exemplo, o elemento `<EditText>` tem o atributo `text` que correponde ao método `EditText.setText()`.

Um layout vertical simples com uma caixa de texto e um botão se parece com o código no listing 2.2.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <LinearLayout ...
3                 android:layout_width="fill_parent"
4                 android:layout_height="fill_parent"
5                 android:orientation="vertical">
6
7     <TextView android:id="@+id/text"
8                 android:layout_width="wrap_content"
9                 android:layout_height="wrap_content"
10                android:text="I am a TextView" />
11
12    <Button android:id="@+id/button"
13              android:layout_width="wrap_content"
```

```
14              android:layout_height="wrap_content"
15              android:text="I am a Button" />
16
17 </LinearLayout>
```

Código-Fonte 2.2: *Arquivo exemplo de layout.*

Quando um recurso de layout é carregado pelo aplicativo, o Android inicializa um objeto para cada elemento do layout, desta forma é possível recuperá-lo programaticamente para definir comportamentos, modificar o layout ou mesmo recuperar o estado.

O Android provê uma série de elementos de UI comuns pré-prontos como: caixa de texto, botão, lista suspensa, dentre muitos outros. Desta forma, o desenvolvedor não precisa implementar do zero estes elementos básicos através de `Views` e `ViewGroups` para escrever uma interface de usuário.

Cada subclasse de `ViewGroup` provê uma forma única de exibir o conteúdo dentro dele. Por exemplo, o `LinearLayout` organiza seu conteúdo de forma linear horizontalmente, um ao lado do outro, ou verticalmente, um abaixo do outro. O `RelativeLayout` permite especificar a posição de uma `View` relativa ao posicionamento de alguma outra [47].

Quando o conteúdo é dinâmico ou não pré-determinado, como por exemplo uma lista de dados, pode-se usar um elemento que estende de `AdapterView` para popular o layout em momento de execução. Subclasses de `AdapterView` usam uma implementação de `Adapter` para carregar dados em seu layout. `Adapters` agem como um intermediador entre o conteúdo a ser exibido e o layout, ele recupera o conteúdo e converte cada item, de uma lista por exemplo, dentro de uma ou mais `Views`.

Os elementos comumente usados para situações de conteúdo dinâmico ou não pré-determinado são: `ListView` e `GridView`. Para fazer o carregamento dos dados nestes elementos, o Android provê alguns `Adapters` como por exemplo o `ArrayAdapter` que a partir de um `array` de dados popula os dados na `ListView` ou `GridView`.

2.1.5 Eventos de Interface

No Android, há mais de uma maneira de interceptar os eventos da interação de um usuário com sua aplicação. Ao considerar eventos dentro de sua interface de usuário, a abordagem é capturar os eventos do objeto de Vista específico com o qual o usuário interage. A classe `View` fornece os meios para fazê-lo.

Dentro das várias classes de visualização que você usará para compor seu layout, você pode notar vários métodos de retorno de chamada pública que se parecem úteis para eventos de UI. Esses métodos são chamados pela estrutura do Android quando a ação respectiva ocorre nesse objeto. Por exemplo, quando uma Tela (como um botão) é tocada, o método

onTouchEvent () é chamado nesse objeto. No entanto, para interceptar isso, você deve estender a classe e substituir o método. No entanto, estender cada objeto View para lidar com esse evento não seria prático. É por isso que a classe View também contém uma coleção de interfaces aninhadas com callbacks que você pode definir muito mais facilmente. Essas interfaces, chamadas de ouvintes de eventos, são seu ingresso para capturar a interação do usuário com sua IU.

Enquanto você usará mais comumente os ouvintes do evento para ouvir a interação do usuário, pode ocorrer um momento em que você deseja ampliar uma classe View, para criar um componente personalizado. Talvez você queira estender a classe Button para tornar algo mais extravagante. Neste caso, você poderá definir os comportamentos de evento padrão para sua classe usando os manipuladores de eventos da classe.

2.2 Qualidade de Software

Para entendermos o conceito de qualidade de software precisamos primeiro entender o conceito de qualidade. Há décadas diversos autores e organizações vem trabalhando em suas próprias definições de qualidade. Segundo o ISO 9000 [33], qualidade é *"o grau em que um conjunto de características inerentes a um produto, processo ou sistema cumpre os requisitos inicialmente estipulados para estes"*. Juran [35], um dos principais autores sobre o assunto, tem duas definições para qualidade: *"as características dos produtos que atendem as necessidades dos clientes, e, assim, proporcionam a satisfação do mesmo"* e *"qualidade é a ausência de deficiências"*.

Stefan [59] também examinou diversas definições e identificou que na maioria delas era possível identificar uma mesma ideia central sobre qualidade, de certa forma, todas elas se resumiam a *"requisitos que precisam ser satisfeitos para ter qualidade"* [59, p 6].

As primeiras contribuições referente a qualidade em termos de software foram publicadas no fim da década de 70. Boehm et al. [14] e McCall et al. [40] descrevem modelos de qualidade de software através de conceitos e subconceitos. Ambos se utilizam de uma decomposição hierárquica e dentre os conceitos encontramos por exemplo manutenibilidade e confiabilidade [59, p 29-30]. Com o tempo, diversas variações desse modelo começaram a surgir como é possível observar na Tabela 2.1. Entretanto, o grande valor que esse modelo de decomposição hierárquica trouxe foi a ideia de decompor o conceito de qualidade até um nível que se possa mensurar e então estimar a qualidade [59].

O padrão ISO/IEC 9126 foi inspirado nestes trabalhos ***todo: ref?***.

O padrão ISO/IEC 9126, substituído pelo ISO/IEC 25010 (SQuaRE) é considerado atualmente como principal referência para a definição de qualidade de software e a define como "a capacidade do produto de software satisfazer as necessidades implícitas e explícitas quando

Nome do Modelo	Descrição
ISO/IEC 9126 [8]	Substituído pela ISO/IEC 25010:2011 (SQuaRE) decompõe qualidade de software em 6 áreas () e sub-áreas.
ISO/IEC 25010 (SQuaRE) [7]	3 perspectivas de qualidade (interna, externa e em uso)
CISQ	Decompõe qualidade de software em 5 conceitos () e foi fundado em 2011 e se apoia nas definições do ISO 9126.
SWEBOK [15]	Decompõe qualidade de software em 4 áreas e considera que qualidade está envolvido com as qualidades estáticas do software.
FURPS [29]	Decompõe qualidade de software em funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, desempenho e suporte.

Tabela 2.1: *Modelos de Qualidade de Software*

usado em condições específicas". O SQuaRE subdivide qualidade de software em seis conceitos, cada qual contendo um conjunto de sub-conceitos, a Figura 2.4 apresenta os seis conceitos e seus sub-conceitos e a seguir apresentamos uma descrição de cada conceito e sub-conceito.

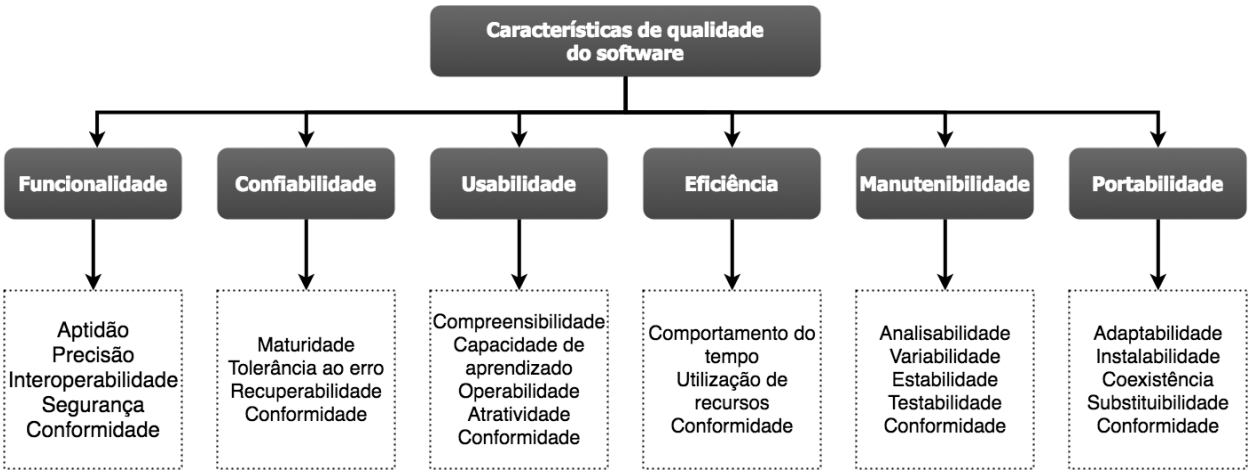


Figura 2.4: *Características de Qualidade de Software segundo norma ISO/IEC 25010*

2.2.1 Funcionalidade

A capacidade de um software prover funcionalidades que satisfaçam o usuário em suas necessidades declaradas e implícitas, dentro de um determinado contexto de uso. Seus sub-conceitos são:

- *Adequação*, que mede o quanto o conjunto de funcionalidades é adequado às necessidades do usuário;
- *Acurácia* (ou precisão) representa a capacidade do software de fornecer resultados precisos ou com a precisão dentro do que foi acordado/solicitado;
- *Interoperabilidade* que trata da maneira como o software interage com outro(s) sistema(s) especificados;

- *Segurança* mede a capacidade do sistema de proteger as informações do usuário e fornecê-las apenas (e sempre) às pessoas autorizadas. Segurança também pode estar dirigida em, processar gerar e armazenar as informações;

- *Conformidade* trata da padronização, políticas e normas de um projeto.

2.2.2 Confiabilidade

O produto se mantém no nível de desempenho nas condições estabelecidas. Seus sub-conceitos são:

- *Maturidade*, entendida como sendo a capacidade do software em evitar falhas decorrentes de defeitos no software;

- *Tolerância a Falhas* representando a capacidade do software em manter o funcionamento adequado mesmo quando ocorrem defeitos nele ou nas suas interfaces externas;

- *Recuperabilidade* que foca na capacidade de um software se recuperar após uma falha, restabelecendo seus níveis de desempenho e recuperando os seus dados;

- *Conformidade* tempo ou utilização de recursos.

2.2.3 Usabilidade

A capacidade do produto de software ser compreendido, seu funcionamento aprendido, ser operado e ser atraente ao usuário. Seus sub-conceitos são:

- *Inteligibilidade* que representa a facilidade com que o usuário pode compreender as suas funcionalidades e avaliar se o mesmo pode ser usado para satisfazer as suas necessidades específicas;

- *Apreensibilidade* identifica a facilidade de aprendizado do sistema para os seus potenciais usuários;

- *Operacionalidade* é como o produto facilita a sua operação por parte do usuário, incluindo a maneira como ele tolera erros de operação;

- *Proteção frente a erros de usuários* como produto consegue prevenir erros dos usuários;

- *Atratividade* envolve características que possam atrair um potencial usuário para o sistema, o que pode incluir desde a adequação das informações prestadas para o usuário até os requintes visuais utilizados na sua interface gráfica;

- *Acessibilidade* refere-se a prática inclusiva de fazer softwares que possam ser utilizados por todas as pessoas que tenham deficiência ou não. Quando os softwares são corretamente concebidos, desenvolvidos e editados, todos os usuários podem ter igual acesso à informação e funcionalidades;

2.2.4 Eficiência

O tempo de execução e os recursos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho do software. Seus sub-conceitos são:

- *Comportamento em Relação ao Tempo* que avalia se os tempos de resposta (ou de processamento) estão dentro das especificações;
- *Utilização de Recursos* que mede tanto os recursos consumidos quanto a capacidade do sistema em utilizar os recursos disponíveis;

2.2.5 Manutenibilidade

A capacidade (ou facilidade) do produto de software ser modificado, incluindo tanto as melhorias ou extensões de funcionalidade quanto as correções de defeitos, falhas ou erros. Seus sub-conceitos são:

- *Analisabilidade* identifica a facilidade em se diagnosticar eventuais problemas e identificar as causas das deficiências ou falhas;
- *Modificabilidade* caracteriza a facilidade com que o comportamento do software pode ser modificado;
- *Estabilidade* avalia a capacidade do software de evitar efeitos colaterais decorrentes de modificações introduzidas;
- *Testabilidade* representa a capacidade de se testar o sistema modificado, tanto quanto as novas funcionalidades quanto as não afetadas diretamente pela modificação;

2.2.6 Portabilidade

A capacidade do sistema ser transferido de um ambiente para outro. Seus sub-conceitos são:

- *Adaptabilidade*, representando a capacidade do software se adaptar a diferentes ambientes sem a necessidade de ações adicionais (configurações);

- *Instalabilidade* identifica a facilidade com que pode se instalar o sistema em um novo ambiente;
- *Coexistência* mede o quão facilmente um software convive com outros instalados no mesmo ambiente;
- *Substituibilidade* representa a capacidade que o sistema tem de substituir outro sistema especificado, em um contexto de uso e ambiente específicos. Este atributo interage tanto com adaptabilidade quanto com instalabilidade;

. . .

Esta pesquisa está inserida no contexto de *manutenabilidade*, mais especificamente *analisabilidade* e *modificabilidade* visto que, conforme veremos na seção X.XX, maus cheiros de código visam apontar códigos possivelmente problemáticos que podem se beneficiar de refatorações, incrementando a manutenibilidade do software.

Muito embora tenha-se provado que investir em qualidade pode reduzir os custos de um projeto ***todo: refs?***, aumentar a satisfação dos usuários e desenvolvedores ***todo: refs??***, qualidade de software costuma ser esquecido ou deixado em segundo plano ***todo: refs?***. Quem nunca ouviu a frase "depois eu testo", ou "depois eu refatoro" no dia a dia? Manutenibilidade está relacionada as *necessidades implícitas* do software mencionada na definição de qualidade das normas ISO/EIC 9126 e ISO/IEC 25010 e que aparecem nas outras definições de outras maneiras.

Focado nesse conceito, ao longo dos últimos anos diversas boas práticas de software vem sendo documentadas objetivando servir de ferramenta a desenvolvedores menos experientes para aumentar a qualidade do software. Por exemplo os padrões de projeto do GoF veem com o objetivo de documentar *melhores soluções para problemas comuns* originadas a partir do conhecimento empírico de desenvolvedores de software experientes. Anti-padrões são padrões antes recomendados que passaram a ser evitados pois percebeu-se que os problemas em usá-los superavam os benefícios ***todo: referencia aqui do livro anti-patterns***, um dos maiores exemplos de anti-padrão é o *Singleton* ***todo: breve desc aqui***. *Maus cheiros de código* que trataremos melhor na seção ***todo: colocar seção aqui***, apontam sintomas que podem indicar um problema mais profundo no software. É interessante notar que, enquanto que padrões de projetos são conceitos que indicam *"o que fazer"*, anti-padrões e maus cheiros são conceitos que servem como alertas sobre *"o que não fazer"* ou sobre *"o que evitar"*. Esse conjunto de documentos são comumente generalizados entre os desenvolvedores simplesmente pelo termo *boas práticas de software* [41] ***todo: rever ref***.

A importância de qualidade de software tem se reforçado ano após anos e podemos ver isso em resultados de pesquisas e no dia a dia quando enfrentamos problemas relativos a ela. Os erros de construção detectados no teste do sistema custam 10 vezes mais para consertar

do que na fase de construção. Os erros de construção detectados postrelease custaram 10-25 vezes mais para consertar do que na fase de construção (Fagan 1976; Dunn 1984; Boehm & Turner 2004, Shull et al., 2002). O Laboratório de Engenharia de Software da NASA descobriu que a leitura de código detectou 3,3 defeitos por hora de esforço: o teste detectou cerca de 1,8 erros por hora. A leitura do código encontrou 20 a 60% mais erros durante a vida do projeto do que os vários tipos de testes (Card 1987). 50% a 80% das declarações "if" simples deveriam ter tido um "else" cláusula (Elshoff, 1976). Poucas pessoas podem entender mais de 3 ou 4 níveis de ifs aninhados (Yourdon 1986; Ledgard & Tauer, 1987). A complexidade do fluxo de controle tem sido correlacionada com baixa confiabilidade e erros freqüentes (McCabe 1976, Shen et al., 1985, Ward, 1989). A remoção de defeitos de software é o mais caro e demorado forma de trabalho para software (Jones 2000). ***todo: http://www.ifsq.org/resources/level-2/booklet.pdf***

2.3 Boas Práticas de Software

Em desenvolvimento de software, *boas práticas de código* são um conjunto de regras que a comunidade de desenvolvimento de software aprendeu ao longo do tempo, e que pode ajudar a melhorar a qualidade do software [41]. Dentre este conjunto de regras temos padrões de projetos, anti-padrões e *maus cheiros de código* que detalhamos a seguir.

2.3.1 Padrões de Projeto

> ***Padrão:*** *Algo que serve como modelo. Um exemplo para os outros seguirem.*
>
> — Dicionário Oxford [2]

Não podemos falar sobre *padrões de projetos* sem antes falarmos sobre *padrões*. Segundo o dicionário Oxford um padrão é *algo que serve como modelo, um exemplo para os outros seguirem* [2]. Padrões não são invenção de algo novo, é uma forma de organizar o conhecimento de experiências [1].

Em engenharia de software, a principal definição sobre *padrões* foi cunhada no livro Uma Linguagem de Padrões do arquiteto Christopher Alexander (1977) [50] onde ele define um *padrão* como sendo uma regra de *três partes* que expressa a *relação* entre um certo **contexto**, um **problema** e uma **solução**. Martin Fowler apresenta uma definição mais simples que diz que *um padrão é uma ideia que foi útil em algum contexto prático e provavelmente será útil em outros* [9].

Inspirados por Alexander [50], Kent Beck e Ward Cunnigham fizeram alguns experimentos do uso de padrões na área de desenvolvimento de software e apresentaram estes resultados

na OOPSLA em 1987. E, apoiando-se na definição de padrões de Alexander, Design Pattern - GoF (1994) foi o primeiro livro sobre padrões de software a ser lançado. Documentando X padrões.

Logo, temos que padrões são modelos a serem seguidos visto que já...

2.3.2 Anti-Padrões

Um anti-padrão é uma resposta comum a um problema recorrente que geralmente é ineficaz e corre o risco de ser altamente contraproducente. O termo foi cunhado por Andrew Koenig em um artigo publicado em 1995, inspirado pelo livro GoF.

O termo se popularizou 3 anos após, em 1998 com o livro Antipatterns. Uma importante informação que este livro agrega é como diferenciar um anti-padrão de um mal hábito, má prática ou ideia ruim. Para isso o livro cita que um anti-padrão deve apresentar dois elementos: 1) um processo, estrutura ou padrão de ação comumente usado que, apesar de inicialmente parecer ser uma resposta adequada e efetiva a um problema, tem mais consequências ruins do que as boas, 2) existe outra solução que é documentada, repetitiva e provada ser eficaz.

2.4 Maus Cheiros de Código

> "Se cheirar mau, troque-o."
> — Citação da avó Beck no Livro Refactoring [60]

Podemos entender um mau cheiro de código como uma percepção empírica de que algo não está certo no software, percepção semelhante o dito popular "Algo não cheira bem!" quando uma pessoa está desconfiada de que há um problema em dada situação.

Um dos primeiros livro a usar o *conceito* de mau cheiro de código foi o livro de Webster (1995) [60] através do termo *"armadilha"*. No livro são apresentadas 82 *armadilhas* no Desenvolvimento Orientado a Objetos originadas da experiência do autor. Longos métodos e complexidade excessiva por exemplo são definidos na *armadilha Letting objects Become Bloated* [60, p. 180].

Apesar do conceito já permear em livros e publicações sobre desenvolvimento de software desde o começo da década de 90, o termo só se popularizou após o livro *Refatoração: Aperfeiçoando o Projeto de Código Existente* (Fowler, M 1999) [23]. Refatoração, segundo Fowler, é o ato de "*alterarmos o código sem alterar seu comportamento com o objetivo de torná-lo mais fácil de ser entendido e menos custoso de ser modificado*". No livro são apresentadas

diversas técnicas de refatoração. O termo mau cheiro de código é usado para explicar ao leitor o *"quando"* uma refatoração deve ser aplicada. Segundo o livro, ***"mau cheiro de código são indicações de que existe um problema que pode ser resolvido por meio de uma refatoração"***. Essas indicações provém do conhecimento empírico de desenvolvedores experientes, que ao longo dos anos, após trabalharem em diversos códigos bons e ruins, são capazes de listar características que podem indicar se um trecho de código é problemático.

Em uma postagem em seu site oficial em 2006 [24], Fowler afrouxou um pouco mais a definição do termo dizendo que *"mau cheiro de código são indicações superficiais que geralmente corresponde a um problema mais profundo no sistema"*.

No livro são apresentados 22 maus cheiros e mais de 70 técnicas de refatoração. *Código Duplicado* [23, p. 63] é um exemplo de mau cheiro que trata de problemas comuns que podem resultar na duplicação de código, por exemplo, ter a mesma expressão em dois métodos da mesma classe ou em duas subclasses irmãs. Para resolver este mau cheiro é indicada a refatoração *Extrair Método* [23, p. 89], ou seja, extrair a expressão duplicada para um novo método e substituí-lo nos lugares onde a expressão era usada.

Nos anos seguintes o termo mau cheiro se tornou frequente em livros [39, 55] e pesquisas acadêmicas. No livro *Clean Code* (Martin, R 2008) [39], que se tornou muito popular entre desenvolvedores de software, são definidos novos maus cheiros além de citar alguns já apresentados por Fowler [23]. Ele se apoia na definição de Fowler para explicar o conceito de mau cheiro.

2.4.1 Formato dos Maus Cheiros

Os primeiros maus cheiros definidos vieram em formato textual e diferente do que vimos com padrões, não encontramos referências formais sobre como documentar adequadamente um mau cheiro.

Fowler [23] por exemplo, se utiliza de *título* e um *texto explicativo*. No *texto explicativo*, é possível encontrarmos informações sobre contexto, exemplos de problemas comuns e possíveis refatorações, dentre as listadas no livro, que resolveriam o mau cheiro. A seguir, temos o mau cheiro *Código Duplicado* [23, p. 71]. O *título* do mau cheiro indica o contexto por ele tratado. No parágrafo (1) podemos observar uma breve resumo do que faz cheirar mal e uma possível refatoração. Nos parágrafos seguintes (2-4) são apresentadas em mais detalhes situações comuns que podem indicar a presença do mau cheiro.

Código Duplicado

O número um no *ranking* dos cheiros é o código duplicado. Se você vir o mesmo código em mais de um lugar, pode ter certeza de que seu programa será melhor se você encontrar uma

maneira de unificá-los (1).

O problema mais simples de código duplicado é quando você tem a mesma expressão em dois métodos da mesma classe. Tudo o que você tem que fazer então é utilizar o *Extrair Método* e chamar o código de ambos os lugares (2).

Outro problema de duplicação comum é quando você tem a mesma expressão em duas subclasses irmãs. Você pode eliminar essa duplicação usando *Extrair Método* em ambas as classes e então *Subir Método na Hierarquia*. Se o código for similar mas não o mesmo, você precisa usar *Extrair Método* para separar as partes semelhantes daquelas diferentes. Você pode então descobrir que pode usar *Criar um Método Padrão*. Se os métodos fazem a mesma coisa com um algoritmo diferente, você pode escolher o mais claro deles e usar *Substituir o Algoritmo* (3).

Se você tem código duplicado em duas classes não relacionadas, considere usar *Extrair Classe* em uma classe e então usar o novo componente na outra. Uma outra possibilidade é de que o método realmente pertença a apenas uma das classes e deva ser chamado pela outra ou que o método pertença a uma terceira classe que deva ser referida por ambas as classes originais. Você tem que decidir onde o método faz mais sentido e garantir que ele esteja lá e em mais nenhum lugar (4).

Martin [39] usa a mesma estrutura usada por Fowler e adiciona a ela uma *sigla*. O *texto explicativo* é apresentado em parágrafo único e é possível encontrar contexto, alguns exemplos de problemas comuns e exemplos de código, sendo que alguns maus cheiros apresentam todas essas informações ou apenas uma combinação delas. O *título* usado por Martin aponta de certa forma o problema (o uso de convenção durante o desenvolvimento) e a solução (sempre que possível, preferir o uso de estruturas acima da convenção).

A seguir temos o mau cheiro *G27: Estrutura acima de convenção* [39, p. 301]. No *texto explicativo* em parágrafo único, podemos observar em orações a mesma estrutura que vimos no mau cheiro anterior, porém em parágrafos. Na oração (1) temos algo relacionado ao que faz cheirar mal, na oração (2) uma possível refatoração, na (3) é dado um exemplo e na (4) é indicado o problema resultante de se basear em convenção.

G27: Estrutura acima de convenção

Insista para que as decisões do projeto baseiem-se em estrutura acima de convenção (1). Convenções de nomenclaturas são boas, mas são inferiores a estruturas, que forçam um certo cumprimento (2). Por exemplo, `switch/case` com enumerações bem nomeadas são inferiores a classes base com métodos abstratos (3). Ninguém é obrigado a implementar a estrutura `switch/case` da mesma forma o tempo todo; mas as classes bases obrigam a implementação de todos os métodos abstratos das classes concretas (4).

Em pesquisas que definem novos maus cheiros, observamos um formato similar aos men-

cionados porém, adicionado uma estratégia de detecção, com foco em automatizar a identificação do mau cheiro [12, 26]. Estas estratégias comumente se baseiam em métricas de software já existentes, como as métricas CK ***todo: ref***.

2.4.2 Formato Adotado

Capítulo 3

Trabalhos Relacionados

Muitas pesquisas têm sido realizadas sobre a plataforma Android, muitas delas focam em vulnerabilidades [17, 19, 20, 36, 61, 64, 65], autenticação [21, 62, 63] e testes [32, 10]. Diferentemente dessas pesquisas, nossa pesquisa tem foco na percepção dos desenvolvedores sobre boas e más práticas de desenvolvimento na plataforma Android.

3.1 Pesquisas sobre o *front-end* Android

3.2 Maus cheiros específicos a uma tecnologia

Diversos pesquisadores propuseram cheiros de código e práticas recomendadas para tecnologias ou plataformas específicas, como frameworks Java [21, A], linguagem Cascading Style Sheets (CSS) [72] e fórmulas em planilhas [54].

Chen et al. [21] afirma que frameworks Object-Relational Mapping (ORM) são amplamente utilizado na indústria. No entanto, os desenvolvedores geralmente escrevem código ORM sem considerar o impacto desse código no desempenho de banco de dados, levando a causar transações com timeout ou travamentos em sistemas em larga escala. Chen et al. [21] soluciona este problema com implementação de um framework automatizado e sistemático para detectar e priorizar anti-patterns de desempenho para aplicações desenvolvidas usando ORM. Estudos de caso mostraram que o framework pode detectar centenas ou milhares de instâncias de anti-patterns de desempenho ao mesmo tempo que prioriza efetivamente a correção dessas instâncias [21]. Foi descoberto que a correção dessas instâncias de anti-patterns de desempenho pode melhorar o tempo de resposta dos sistemas em até 98% (e, em média, 35%). Além do framework que é extensível podendo agregar outros anti-patterns, Chen et al. [21] contribui com o mapeamento de 2 anti-patterns específicos a frameworks ORM.

Aniche et al. [A] também investigou cheiros de código relacionado a um framework. Se-

gundo o autor, para escrever código fácil de ser mantido e evoluído, e detectar pedaços de código problemáticos, desenvolvedores fazem uso de métricas de código e estratégias de detecção de maus cheiros de código. No entanto, métricas de código e estratégias de detecção de maus cheiros de código não levam em conta a arquitetura do software em análise o que significa que todas classes são avaliadas como se umas fossem iguais às outras. Aniche et al. [A] afirma que cada papel arquitetural possui resposabilidades diferentes o que resulta em distribuições diferentes de valores de métrica de código. Mostra ainda que classes que cumprem um papel arquitetural específico, como por exemplo CONTROLLERS, também contêm maus cheiros de código específicos. Uma das contribuições de Aniche et al. é um catálogo com 6 cheiros de códigos específicos ao framework Spring MVC mapeados e validados.

CSS é amplamente utilizado nas aplicações web de hoje para separar a semântica de apresentação do conteúdo HTML [72]. De acordo como Gharachorlu [72] apesar da simplicidade de síntaxe do CSS, as características específicas da linguagem tornam a criação e manutenção de CSS uma tarefa desafiadora. Foi realizando um estudo empírico de larga escala em 500 sites, 5060 arquivos no total, que consistem de mais de 10 milhões de linhas de código CSS. Segundo o autor, os resultados indicaram que o CSS de hoje sofre significativamente de padrões inadequados e está longe de ser um código bem escrito. Porfim Gharachorlu [72] propõe o primeiro modelo de qualidade de código CSS derivado de uma grande amostra de aprendizagem de modo a ajudar desenvolvedores a obter uma estimativa do número total de cheiros de código em seu código CSS. Sua principal contrinbuição foi oito novos cheiros de código CSS detectados com o uso da ferramenta CSSNose, também implementada e disponibilizada pelo autor.

Javascript é uma flexível linguagem de script para o desenvolvimento de aplicações Web 2.0 [23]. Fard e Ali [23] afirmam que devido à essa flexibilidade, o JavaScript é uma linguagem particularmente desafiadora para escrever e manter código.

Os desafios são múltiplos. Primeiro, é uma linguagem interpretada, o que significa que normalmente não há compilador no ciclo de desenvolvimento que ajudaria os desenvolvedores a detectar código incorreto ou não otimizado. Segundo, tem uma natureza dinâmica, fracamente tipificada, assíncrona. Terceiro, ele suporta recursos intrincados, como prototypes [C], funções de primeira classe e closures [D]. E finalmente, ele interage com o DOM através de um mecanismo complexo baseado em eventos [E]. Os autores propõem um conjunto de 13 cheiros de código JavaScript, sendo 7 cheiros de códigos bem conhecidos adaptados para o JavaScript e 6 tipos específicos de códigos de JavaScript devidos do trabalho. Também é apresentada uma técnica automatizada, chamada JSNOSE, para detectar esses cheiros de código.

3.3 Maus cheiros tradicionais em projetos Android

Verloop [57] e Minelli e Lanza [42] estudam código-fonte de aplicativos para entender se e como eles diferem dos sistemas de software tradicionais e quais são as possíveis implicações para a manutenção de aplicativos. Os autores concluem que aplicações móveis são substancialmente diferentes das aplicações de software tradicionais, por exemplo, a falta de uma fonte de alimentação permanente, vida útil curta, times de desenvolvimento com poucos desenvolvedores, projetos menores, poder de processamento limitado, muitas dependências externas. E que devido a essas diferenças, pesquisas feita em aplicações de software tradicionais podem não se aplicar a aplicações móveis.

Minelli e Lanza [42] realizam sua análise com uma ferramenta desenvolvida por ele chamada Samoa. Samoa é descrita como uma plataforma de análise de software baseada na web para analisar aplicações móveis de uma perspectiva estrutural e histórica. Ele mostra uma série de métricas de software para as aplicações que analisa e apresenta as métricas usando diferentes tipos de gráficos. As métricas utilizadas incluem o número de pacotes, o número de classes, o número de métodos, o número de chamadas internas, o número de chamadas externas, o número de elementos principais, dentre outras. Minelli e Lanza [42] acreditam que no futuro, aplicações móveis poderão enfrentar os mesmos problemas que aplicações tradicionais.

A tese de Verloop [57] consistiu em encontrar cheiros de código tradicionais em projetos Android para determinar se os cheiros de código ocorrem com mais freqüência no código relacionado ao Android. Para isso, foram usadas ferramentas de detecção automática de cheiros de código. Das 8 ferramentas mencionadas, apenas uma foi desenvolvida especificamente para Android e suportava a linguagem XML (Lint). Vale considerar que, um projeto de aplicativo Android é composto por muitos arquivos XML [49]. Desta análise Verloop [57] derivou 4 métricas (CoreCS, CoreNLOC, NonCoreCS e NonCoreNLOC, onde NLOC significa número de linhas de código, do inglês, Number Lines of Code) que foram usadas para calcular o número de cheiros de código. Na Figura X.X é apresentada uma tabela com o resultado.

Verloop [57] mostra que o cheiro de código *Long Method* é quase duas vezes mais provável de ocorrer nas classes núcleo, classes que herdam da estrutura do Android. Também mostra que o cheiro de código *Large Class* é quase tão provável de ocorrer em classes núcleo como em classes não-núcleo. Uma possível razão para isso pode ser que o número de classes de Activities em comparação com o número total de classes é pequeno. O cheiro de código de *Long Parameter List* é quase inexistente em classes de núcleo. O cheiro de código *Feature Envy*, tal como o cheiro *Large Class*, é quase tão provável de ocorrer nas classes núcleo como nas classes não-núcleo. O cheiro de código *Type Checking* foi encontrado menos de uma vez a cada 1000 LOC, mas foi encontrado duas vezes mais freqüentemente nas classes principais. Por último, o cheiro de código *Dead Code* é mais provável de ser encontrado

em classes não-núcleo. O autor ainda contribui com cincopossíveis refatorações e três delas foram implementadas em um plugin do Eclipse.

Verloop [57] diz que apesar do crescimento e mudanças do mercado móvel não há muita pesquisa a ser encontrada nesta nova área de desenvolvimento de software. Esses novos desafios enfrentados por desenvolvedores móveis e a quantidade limitada de pesquisa sobre o assunto têm tornado cheiros de código para aumentar a manutenibilidade dessas aplicações em um tópico interessante afirma Verloop [57].

Linares-Vásquez et al. [37] usou a ferramenta DECOR para realizar a detecção de 18 diferentes *anti-patterns* orientado a objetos em aplicativos móveis desenvolvidos com Java Mobile Edition (J2ME). Este estudo em larga escala mostra que a presença de antipatterns afeta negativamente as métricas de qualidade do software, em particular as métricas relacionadas à falha.

Gottschalk e Jelschen [**?**] explicam como tentam melhorar o uso de energia de aplicações móveis, procurando por desperdício de energia, padrões esses que eles denominam de cheiro de código sobre energia (textitquality code smell). Os autores produzem um catálogo com um total de 6 cheiros de códigos de energia e salientam que os mesmos são *cross-platform*, ou seja, independente de plataforma móvel. Entretanto, um código Android é dado no exemplo. Cada cheiro de código de energia catalogado tem uma descrição, instruções de como detectar e reestruturar. Reimann et al. [**?**] também trata sobre cheiros de qualidade e relacionados 20 que impactam no consumo inteligente de recursos de hardware do dispositivo como eficiencia no uso de energia, processamento e memória.

Reimann et al. [**?**] correlaciona os conceitos de mau cheiro, qualidade e refatoração a fim de introduzir o termo cheiro de qualidade (do inglês *quality smell*). Um cheiro de qualidade é uma estrutura que influencia negativamente requisitos de qualidade específicos, que podem ser resolvidos por refatorações [**?**].

Os autores compilaram um catálogo de 30 cheiros de qualidade para Android. O formato dos cheiros de qualidade incluem: nome, contexto, requisitos de qualidades afetados e descrição, este formato foi baseado nos catálogos de Brown et al. [**?**] e Fowler [**?**]. Todo o catálogo pode ser encontrado em [http://www.modelrefactoring.org/smell_catalog](http://www.modelrefactoring.o
e os mesmos também foram implementados no framework Refactory [**?**].

O requisitos de qualidade tratados por [**?**] são: centrados no usuário (estabilidade, tempo de inicio, conformidade com usuário, experiência do usuário e acessibilidade), consumo inteligente de recursos de hardware do dispositivo (eficiência no uso de energia, processamento e memória) e segurança.

Reimann et al. [**?**] cita que o problema no desenvolvimento móvel é que os desenvolvedores estão cientes de cheiros de qualidade apenas indiretamente porque suas definições são informais (melhores práticas, problemas de rastreamento de bugs, discussões de fórum etc.)

e os recursos onde encontrá-los são distribuídos pela web e que é difícil coletar e analisar todas essas fontes sob um ponto de vista comum e fornecer suporte de ferramentas para desenvolvedores.

Esta dissertação pretende pela primeira vez catalogar cheiros de código especificamente relacionados a camada de apresentação de aplicativos Android. Pretende-se reaproveitar diversos dos métodos utilizados para a detecção e documentação de cheiros de código dos diversos trabalhos acima citados.

3.4 Maus cheiros Android não relacionados a manutenibilidade

Gottschalk et al [28] conduziram um estudo sobre formas de detectar e refatorar cheiros de código relacionados ao uso eficiente de energia. Os autores compilaram um catálogo com 8 cheiros de código e trabalharam sob um trecho de código Android para exemplificar um deles, o binding resource too early, quando algum recurso é alocado muito antes de precisar ser utilizado. Essaq pesquisa é relacionada à nossa por ambas considerarem a tecnologia Android e se diferenciam pois focamos na busca por cheiros de código relacionados a qualidade de código, no sentido de legibilidade e manutenablidade.

Aplicativos Android são escritos na linguagem de programação Java [51]. Então a primeira questão é: por que buscar por *smells* Android sendo que já existem tantos *smells* Java? Pesquisas têm demonstrado que tecnologias diferentes podem apresentar *code smells* específicos, como por exemplo Aniche et al. identificaram 6 *code smells* específicos ao framework Spring MVC, um framework Java para desenvolvimento web. Outras pesquisas concluem que projetos Android possuem características diferentes de projetos java [31, 38, **?**], por exemplo, o *front-end* é representado por arquivos XML e o ponto de entrada da aplicação é dado por *event-handler* [53] como o método onCreate. Encontramos também diversas pesquisas sobre *code smells* sobre tecnologias usadas no desenvolvimento de *front-end* web como CSS [26] e JavaScript [22]. Essas pesquisas nos inspiraram a buscar entender se existem *code smells* no *front-end* Android.

Capítulo 4

Pesquisa

Este trabalho trata-se de uma pesquisa descritiva e exploratória. Descritiva porque, este tipo de pesquisa visa observar, analisar, registrar e correlacionar os fatos ou fenômenos sem manipulá-los [?] e exploratória porque são abstraídas práticas recorrentes objetivando descrever sua natureza na forma maus de cheiros de código [?].

4.1 Questões de Pesquisa

Partimos da premissa de que existem maus cheiros de código específicos ao *front-end* Android e tentamos entender se:

QP1 - Quais maus cheiros são vistos com mais frequência?

QP2 - Quais maus cheiros são considerados mais importantes?

QP3 - Códigos afetados pelos maus cheiros são percebidos como problemáticos?

4.2 Método de Pesquisa

Esta pesquisa foi divida em três etapas conforme apresentado na Figura X.X. Para obtermos os dados iniciais, na primeira etapa buscamos entender o que desenvolvedores Android consideram boas e más práticas ao desenvolver aplicativos Android. Estes dados foram obtidos através de um questionário online respondido por 45 desenvolvedores. A partir desses dados pudemos derivar 25 possíveis maus cheiros de código Android. Apresentamos na Seção X.X.X os detalhes desta etapa.

Na segunda etapa, buscamos responder a *QP1 - Quais maus cheiros são vistos com mais frequência?* e *QP2 - Quais maus cheiros são considerados mais importantes?*. Fizemos isso a partir de outro questionário online respondido por 195 desenvolvedores Android. Nessa etapa

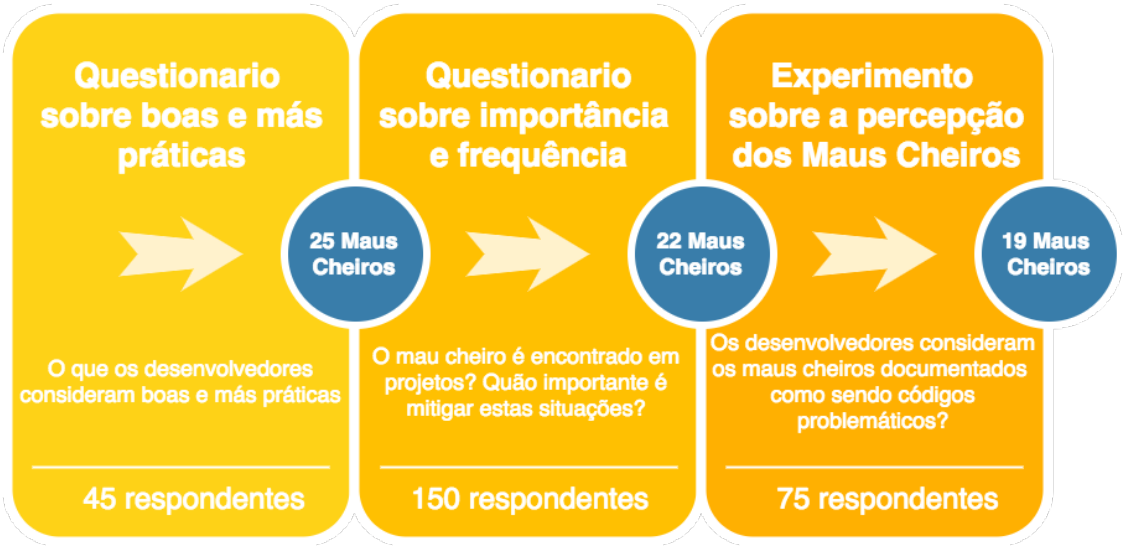


Figura 4.1: *Etapas da pesquisa.*

4 dos maus cheiros inicialmente derivados foram removidos, visto que não eram considerados importantes para os desenvolvedores, restando 21. Apresentamos os detalhes desta etapa na Seção X.X.X.

Na terceira e última etapa, objetivamos responder a *QP3 - Códigos afetados pelos maus cheiros são percebidos como problemáticos?*. Para isso fizemos um experimento com 75 desenvolvedores Android do qual pudemos colher dados estatísticos sobre a percepção deles aos maus cheiros. Nesta etapa mais 2 maus cheiros foram descartados e concluímos com 19 maus cheiros do *front-end* Android percebidos e considerados relevantes a desenvolvedores Android. Os detalhes desta etapa são apresentados na Seção X.X.X.

4.2.1 Etapa 1 - Boas e más práticas no *front-end* Android

Para definirmos quais elementos representam o *front-end* Android, fizemos umas extensa revisão da documentação oficial e chegamos nos seguintes itens: Activities, Fragments, Listeners, Adapters e os recursos do aplicativo, que são arquivos XML ou imagens utilizados na interface visual, como por exemplo Drawables, Layouts, Styles e Colors. Como existem muitos tipos de recursos do aplicativo [49], selecionamos quatro: Layout, Styles, String e Drawable. Optamos por esses recursos pois estão presentes no template padrão do Android Studio [46], IDE oficial para desenvolvimento de projetos da plataforma Android [45].

O questionário (*S1*) é composto por 25 questões divididas em três seções. A primeira seção é composta por 6 perguntas demográficas, a segunda seção é composta por 16 perguntas sobre boas e más práticas relacionadas ao *front-end* Android e a terceira seção é composta por 3 perguntas, 2 para obter últimos pensamentos sobre boas e más práticas e 1 solicitando email caso o participante tivesse interesse em etapas futuras da pesquisa. O questionário é

escrito em inglês, porém informava o participante que respostas em inglês ou português eram aceitas. Antes da divulgação, realizamos um piloto com 3 desenvolvedores Android onde os *feedbacks* nos fizeram configurar as perguntas da segunda e terceira seção como opcionais. As respostas dos participantes piloto foram desconsideradas para efeitos de viés. O questionário completo pode ser encontrado em nosso apêndice online.

A primeira seção é composta por questões cujo objetivo foi traçar o perfil demográfico do participante (idade, estado de residência, experiência em desenvolvimento de software e em desenvolvimento Android). A segunda seção é composta por 16 questões opcionais e dissertativas sobre boas e más práticas relacionadas ao *front-end* Android. Para cada elemento do *front-end* Android foram feitas duas perguntas abertas, onde a participante deveria discutir sobre boas e más práticas percebidas por ele naquele elemento. Por exemplo, para o elemento ACTIVITY foram feitas as seguintes perguntas:

Q1 Você tem alguma boa prática para lidar com Activities? (Resposta aberta)

Q2 Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Activities? (Resposta aberta)

A terceira seção é composta por 3 perguntas opcionais e abertas, 2 para captar qualquer última ideia sobre boas e más práticas não captadas nas questões anteriores e 1 solicitando o email do participante caso o mesmo tivesse interesse em participar de etapas futuras da pesquisa.

Antes da divulgação, realizamos um piloto com 3 desenvolvedores Android e o feedback nos mostrou que nem sempre o desenvolvedor teria algo a comentar sobre todos os componentes Android que estávamos questionando, com este feedback removemos a obrigatoriedade das perguntas da segunda seção do questionário, onde todas tornaram-se opcionais. As respostas dos participantes piloto foram desconsideradas para efeitos de viés.

O questionário foi divulgado em redes sociais como Facebook, Twitter e Linkedin, em grupos de discussão sobre Android como *Android Dev Brasil*, *Android Brasil Projetos* e o grupo do *Slack Android Dev Br*, maior grupo de desenvolvedores Android do Brasil com 2622 participantes até o momento da escrita deste artigo. O questionário esteve aberto por aproximadamente 3 meses e meio, de 9 de Outubro de 2016 até 18 de Janeiro de 2017. Ao final, o questionário foi respondido por 45 desenvolvedores.

Para análise dos dados seguimos a abordagem de *Ground Theory* (GT), um método de pesquisa exploratória originada nas ciências sociais [18, 27], mas cada vez mais popular em pesquisas de engenharia de software [9]. A GT é uma abordagem indutiva, pelo qual dados provindos, por exemplo de, entrevistas ou questionários, são analisadas para derivar uma teoria. O objetivo é descobrir novas perspectivas mais do que confirmar alguma já

Id	Questões	Respostas		Participantes
		Total	%	
Q1	Você tem alguma boa prática para lidar com Activities?	36	80%	P1, P2, P4–P12, P14–P17, P19, P22, P23, P25–P32, P34–P37, P39–P43, P45
Q2	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Activities?	35	78%	P2, P4–P11, P14–P17, P19, P22, P23, P25–P32, P34–P37, P39–P45
Q3	Você tem alguma boa prática para lidar com Fragments?	33	73%	P4–P11, P14–P17, P19, P22, P23, P25–P28, P30–P32, P34–P37, P39–P45
Q4	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Fragments?	31	69%	P2, P4–P11, P14, P15, P17, P19, P22, P23, P25–P28, P31,P32, P34–P37, P39–P43, P45
Q5	Você tem alguma boa prática para lidar com Adapters?	30	67%	P2, P4–P11, P14, P15, P17–P19, P22, P23, P26, P28, P29, P31,P32, P34–P37, P39–P43, P45
Q6	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Adapters?	27	60%	P2, P4–P8, P10, P11, P14, P18, P19, P22, P23, P26, P28, P31, P34–P37, P39–P45
Q7	Você tem alguma boa prática para lidar com Listeners?	24	53%	P2, P4–P6, P8, P9, P11, P14, P22, P23, P26, P28, P29, P31, P32, P34, P36, P37, P39–P43, P45
Q8	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Listeners?	23	51%	P2, P4, P5, P8, P9, P11, P14, P19, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34, P36, P37, P39–P44
Q9	Você tem alguma boa prática para lidar com Layout Resources?	28	62%	P4–P9, P11, P14, P19, P22, P23, P26–P29, P31, P32, P34–P37, P39–P45
Q10	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Layout Resources?	23	51%	P4, P5, P7–P9, P11, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34–P37, P39–P45
Q11	Você tem alguma boa prática para lidar com Styles Resources?	23	51%	P4–P9, P11, P18, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34–P37, P39–P43
Q12	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Styles Resources?	22	49%	P4–P8, P11, P18, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34–P37, P39–P43
Q13	Você tem alguma boa prática para lidar com String Resources?	28	62%	P4–P6, P8–P11, P14, P18, P22, P23, P26–P29, P31, P32, P34–P37, P39–P45
Q14	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com String Resources?	23	51%	P4–P6, P8, P9, P11, P14, P18, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34–P37, P40–P43, P45
Q15	Você tem alguma boa prática para lidar com Drawable Resources?	24	53%	P4–P6, P8–P11, P14, P18, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34–P37, P39–P43
Q16	Você considera alguma coisa uma má prática ao lidar com Drawable Resources?	21	47%	P4–P6, P8, P11, P14, P18, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34, P36, P37, P40–P44
Q17	Existem outras *BOAS* práticas sobre a Camada de Apresentação Android que nós não perguntamos ou que você não disse ainda?	22	49%	P2, P4, P8, P10, P11, P14, P18, P22, P23, P26, P28, P31, P32, P34, P36, P37, P39–P43, P45
Q18	Existem outras *MáS* práticas sobre a Camada de Apresentação Android que nós não perguntamos ou que você não disse ainda?	20	44%	P2, P4, P8, P10, P11, P18, P22, P23, P28, P31, P32, P34, P36, P37, P40–P45

** Os participantes P3, P13, P20, P21, P24, P33 e P38 não responderam nenhuma das questões da segunda e terceira seção.*

Tabela 4.1: *Total de respostas obtidas por cada questão sobre boas e más práticas no front-end Android.*

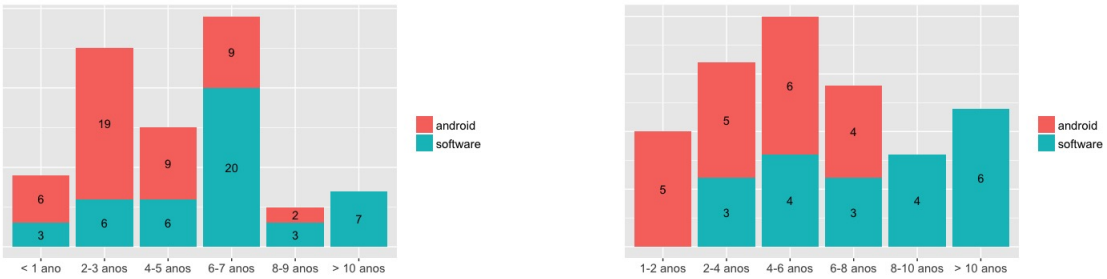
existente. Realizamos um processo de codificação aberta sobre os dados, resultando num conjunto com 23 más práticas Android. Essas más práticas foram agrupadas de acordo com sua recorrência nas respostas, ou seja, a quantidade de respostas em que cada má prática é percebida. Explicamos o processo de análise com mais detalhes na Seção 4.2.1.

Todas as 18 questões sobre boas e más práticas (16 na segunda seção e 2 da terceira) são apresentadas na Tabela 4.1.

Participantes

Recebemos um total de 45 respostas. 80% dos participantes responderam pelo menos 3 perguntas sobre boas e más práticas no *front-end* Android, sendo que 7 responderam de 3 a 6, 6 responderam de 8 a 10 e 23 responderam 13 ou mais, sendo que desses, 14 responderam todas. Apenas 20% responderam uma (2 participantes) ou nenhuma (7 participantes) questão. A pergunta solicitando o email foi respondida por 53% dos participantes, o que pode indicar um interesse legítimo da comunidade de desenvolvedores Android pelo tema, reforçando a relevância do estudo. A pergunta mais respondida foi a Q1 e a menos respondida foi a Q18, é possível ver detalhes desta análise na Tabela 4.1.

Com a análise das questões demográficas, notamos que atingimos com sucesso *desenvol-*



(a) *S1* **(b)** *S2*

Figura 4.2: *Experiência com desenvolvimento de software e android dos desenvolvedores.*

vedores Android com variados níveis de experiência e de diversas regiões pois: 1) 100% dos participantes indicaram possuir alguma experiência com desenvolvimento Android, 2) 14% indicaram possuir 1 ano ou menos de experiência com Android e 86% indicaram 2 anos ou mais (15,5% 2 anos, 13,3% 4 anos, 6,5% 5 anos, 15,5% 6 anos, 4,4% 7 anos e 4,4% 8 anos), 4) 36 respostas foram do Brasil, 7 de países europeus e 1 dos Estados Unidos (Califórnia). Vale lembrar que a plataforma Android completa 10 anos em 2017, ou seja, 5 anos de experiência nessa plataforma representa 50% do tempo de vida dela desde seu anúncio em 2007. Os dados sobre a experiência dos participantes são apresentados na Figura 4.2a.

Análise dos Dados

O processo de análise partiu da listagem das 45 respostas do questionário e se deu em 4 passos: *verticalização*, *limpeza dos dados*, *codificação* e *divisão*.

O processo que denominamos de *verticalização* consistiu em considerar cada resposta de boa ou má prática como um registro individual a ser analisado. Ou seja, cada participante respondeu 18 perguntas sobre boas e más práticas no *front-end* Android (2 perguntas para cada elemento e mais duas perguntas genéricas). Com o processo de *verticalização*, cada uma dessas respostas se tornou um registro, ou seja, cada participante resultava em 18 respostas a serem analisadas, totalizando 810 respostas (18 perguntas multiplicado por 45 participantes) sobre boas e más práticas.

O passo seguinte foi realizar a *limpeza dos dados*. Esse passo consistiu em remover respostas obviamente não úteis como respostas em branco, que foi composto porm frases como *"Não"*, *"Não que eu saiba"*, *"Eu não me lembro"* e similares, as consideradas vagas como *"Eu não tenho certeza se são boas praticas mas uso o que vejo por ai"*, as consideradas genéricas como *"Como todo código java..."* e as que não eram relacionadas a boas práticas de código. Das 810 boas e más práticas, 352 foram consideradas e 458 desconsideradas. Das 352, 44,6% foram apontadas como más práticas e 55,4% como boas práticas.

Em seguida, realizamos a *codificação* sobre as boas e más práticas [18, 43]. Codificação é o processo pelo qual são extraídos categorias de um conjunto de afirmações através da

abstração de ideias centrais e relacões entre as afirmações [18]. Durante esse processo, cada resposta recebeu uma ou mais categorias. Toda resposta desconsiderada nesse passo, foi indicado um motivo que pode ser conferido nos arquivos em nosso apêndice online.

Por último realizamos o passo de *divisão*. Esse passo consistiu em dividir as respostas que receberam mais de uma categoria em duas ou mais respostas, de acordo com o número de categorias identificadas, de modo a resultar em uma categoria por resposta. Por exemplo, a resposta *"Não fazer Activities serem callbacks de execuções assíncronas. Herdar sempre das classes fornecidas pelas bibliotecas de suporte, nunca diretamente da plataforma"* indica na primeira oração uma categoria e na segunda oração, outra categoria. Ao dividí-la, mantivemos apenas o trecho da resposta relativo à categoria, como se fossem duas respostas distintas e válidas. Em algumas divisões realizadas, a resposta completa era necessária para entender ambas as categorizações, nesses casos, mantivemos a resposta original, mesmo que duplicada, e categorizamos cada uma de modo diferente.

Ao final da análise constavam 389 respostas individualmente categorizadas sobre boas e más práticas. A partir dessas respostas derivamos 23 más práticas no *front-end* Android agrupadas por recorrência: alta (acima de 20 respostas), média (de 8 a 20 respostas) e baixa (de 3 a 7 respostas).

4.2.2 Etapa 2 - Frequência e importância dos maus cheiros

Para responder a **QP2**, buscamos entender a percepção dos desenvolvedores sobre as más práticas derivadas. Como primeiro passo, focamos nas más práticas que apresentaram alta recorrência. As opiniões foram coletadas através de um estudo online (*S2*) respondido por 20 desenvolvedores Android. Nossas análises demonstram que de fato, códigos afetados pelas más práticas são percebidos pelos desenvolvedores como códigos problemáticos.

Questionário

O experimento foi composto por duas seções principais. A primeira objetivou coletar informações básicas sobre os antecedentes dos participantes e, em particular, sobre sua experiência. Na segunda seção, os participantes foram solicitados a examinar seis códigos-fonte Android e, para cada uma deles, responder 5 perguntas onde perguntamos se considerava o código como problemático, e se sim, pediamos para avaliar a severidade do problema a partir de uma escala Likert de 1 a 5. Abaixo listamos essas 5 perguntas.

Q1. Na sua opinião, este código apresenta algum problema de design e/ou implementação? (Sim/Não)

Q2. Se SIM, por favor explique quais são, na sua opinião, os problemas que afetam este código. (Resposta aberta)

Q3. Se SIM, por favor avalie a severidade do problema de design e/ou implementação selecionando dentre as opções a seguir um ponto. (Escala *Likert* de 5 pontos indo de 1 – muito baixo – a 5 – muito alto)

Q4. Na sua opinião, este código precisa ser refatorado? (Sim/Não)

Q5. Se SIM, como você faria esta refatoração? (Resposta aberta)

Os seis códigos apresentadas foram selecionadas randomicamente para cada participante de um conjunto de 58 códigos, contendo 24 códigos afetadas por uma das quatro más práticas Android de alta recorrência (seis para cada má prática), 10 códigos afetadas por cheiros de códigos tradicionais e 24 códigos limpos. Para possibilitar que os códigos fossem apresentados dessa forma, desenvolvemos um software específico. Para reduzir viés, selecionamos apenas códigos relacionados ao *front-end* Android definido no contexto deste artigo, ou seja: Activities, Fragments, Adapters, Listeners, Styles, Strings, Drawables e Layouts. Cada participante avaliou dois códigos selecionados randomicamente de cada um desses três grupos, totalizando 6 códigos avaliados por participante. Os 58 códigos foram aleatoriamente coletados de projetos Android de código aberto no GitHub.

Para também reduzir viés de aprendizado, cada participante recebeu os seis códigos selecionados aleatoriamente em uma ordem aleatória. Além disso, os participantes não estavam cientes de quais classes pertenciam a qual grupo (más práticas Android, cheiros de código tradicionais e limpo). Apenas foi dito que estávamos estudando qualidade de código em aplicações Android. Nenhum limite de tempo foi imposto para que eles concluíssem a tarefa.

No teste piloto realizado com 2 desenvolvedores não foram identificados ponto a otimizar, essas respostas foram desconsideradas para reduzir viés. O questionário do experimento esteve disponível por 8 dias, de 27 de Abril a 4 de Maio de 2017. Sua divulgação foi feita em duas etapas, na primeira, foi enviada ao grupo do Slack Android Dev Br, uma chamada a desenvolvedores com mais de 3 anos e experiência em Android, desta forma, desenvolvedores que tinham interesse de responder o questionário e, atendiam ao requisito de experiência, entravam em contato e enviávamos um email convite. Na segunda etapa, abrimos o questionário para participação de qualquer desenvolvedor Android. A divulgação nesta etapa, foi a mesma utilizada na divulgação em *S1*.

Participantes

Todos os participantes exceto 1, são atualmente desenvolvedores Android profissionais, ou seja, atuam profissionalmente com a plataforma Android. 70% responderam com seu email para receber resultados da pesquisa, tal como em *S1*, pode ser um indicativo de interesse legítimo da comunidade sobre esta temática. Questionamos da experiência com desenvolvimento de software, bem como com desenvolvimento Android, notamos que 55%

relataram ter mais de 5 aplicativos publicados e 47% tinham mais de 4 anos de experiência com Android. A experiência dos desenvolvedores pode ser visualizada na Figura 4.2b.

Análise dos Dados

Nossa análise constistiu em investigar a percepção dos desenvolvedores sobre códigos limpos, códigos afetados pelas más práticas e códigos afetados por maus cheiros tradicionais, exemplo, Classe Deus/Longa ou Método Longo. Dividimos a análise da percepção em dois grupos: más práticas que afetam apenas códigos Java, no caso apenas a LCUI, e más práticas que afetam apenas recursos da aplicação, no caso LPA, NRD e RM.

Para o grupo de más práticas que afetam código Java, analisamos a percepção dos desenvolvedores a partir de três comparações: classes afetadas pela má prática vs. classes limpas, classes afetadas pela má prática vs. classes afetadas por maus cheiros tradicionais e por fim, classes afetadas por maus cheiros tradicionais vs. classes limpas. Para o grupo de más práticas que afetam apenas recursos da aplicação, analisamos a percepção dos desenvolvedores a partir da comparação entre códigos afetados pela má prática vs. códigos limpos.

Para comparar as distribuições da severidade indicada pelos participantes, utilizamos o teste de Mann-Whitney não pareado [58] para analisar a significância estatística das diferenças entre a severidade atribuída pelos participantes aos problemas que observam em códigos Android cheirosos e códigos limpos. Os resultados são considerados estatisticamente significativos em $\alpha \leq = 0{,}05$. Também estimamos a magnitude das diferenças medidas usando o Delta de Cliff (ou d), uma medida de tamanho do efeito não paramétrico [30] para dados ordinais. Seguimos diretrizes bem estabelecidas para interpretar os valores do tamanho do efeito: insignificante para $| d | < 0{,}14$, baixo para $0{,}14 \leq | d | < 0{,}33$, médio para $0{,}33 \leq | d | < 0{,}474$, e alto para $| d | \geq 0{,}474$ [49]. Finalmente, relatamos achados qualitativos derivados das respostas abertas dos participantes.

4.2.3 Etapa 3 - Percepção dos maus cheiros

Experimento

Participantes

Análise dos Dados

4.3 Processo de Escrita dos Maus Cheiros

4.3.1 Classificação dos Maus Cheiros

Capítulo 5

Maus Cheiros do *Front-End* Android

Durante o processo de codificação emergiram 25 maus cheiros de interface Android dos quais 15 afetam classes Java (Activities, Fragments, Adapters ou Listeners) e 10 afetam recursos da aplicação (Recursos de Layout, Recursos de Texto, Recursos de Estilo ou Recursos Gráficos).

A Tabela **??** apresenta o total de ocorrências de cada mau cheiro. A última linha da tabela, #**Maus Cheiros**, apresenta quantos maus cheiros emergiram de cada questão, como cada questão está diretamente ligada a um elemento de interface Android, podemos interpretá-la da seguinte forma: *quais são os pontos de atenção a serem analisados em determinado elemento Android?* A última coluna da tabela, #**Elementos**, apresenta em quantas questões cada mau cheiro surgiu, podemos interpretá-la da seguinte forma: *com base no mau cheiro, quais elementos devem ser investigados?*.

Esta seção está organizada em três subseções onde, nas duas primeiras, definimos as práticas de alta e média recorrência, *totalizando 19 más práticas*. Na última subseção apresentamos os resultados obtidos no estudo sobre a percepção de desenvolvedores com relação às más práticas de alta recorrência.

5.1 Maus Cheiros Em Código Java

5.1.1 Classe de UI Inteligente (SML-J1)[20⋆]

Activities[10⋆], Fragments[6⋆], Adapters[5⋆] e Listeners[1⋆] devem conter apenas códigos responsáveis por apresentar, interagir e atualizar a UI. São indícios do mau cheiro a existência de códigos relacionados a lógica de negócio, operações de IO[1], conversão de dados ou campos estáticos nesses elementos.

[1]ver mau cheiro Classes de UI Fazendo IO 5.1.8.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Fazer lógica de negócio [em Activities]"*[2] (P16). *"Colocar regra de negócio no Adapter"* (P19). *"Manter lógica de negócio em Fragments"* (P11). E frases sobre **boas práticas**: *"Elas [Activities] representam uma única tela e apenas interagem com a UI, qualquer lógica deve ser delegada para outra classe"* (P16). *"Apenas código relacionado à Interface de Usuário nas Activities"* (P23). *"Adapters devem apenas se preocupar sobre como mostrar os dados, sem trabalhá-los"* (P40).

5.1.2 Classes de UI Acopladas (SML-J2)[6⋆]

Fragments[4⋆], Adapters[1⋆] e Listeners[1⋆] não devem ter referência direta para quem os utiliza. São indícios do mau cheiro a existência de referência direta para Activities ou Fragments nesses elementos.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Acoplar o fragment a activity ao invés de utilizar interfaces é uma prática ruim"* (P19). *"Acoplar o Fragment com a Activity"* (P10, P31 e P45). *"Fragments nunca devem tentar falar uns com os outros diretamente"* (P37). *"Integragir com outro Fragment diretamente"* (P45). *"[Listener] conter uma referência direta à Activities"* (P4, P40). *"[Adapters] alto acoplamento com a Activity"* (P10). *"Acessar Activities ou Fragments diretamente"* (P45). E sobre **boa prática**: *"Seja um componente de UI reutilizável. Então evite dependência de outros componentes da aplicação"* (P6).

5.1.3 Comportamento Suspeito (SML-J3)[6⋆]

Activities[3⋆], Fragments[2⋆] e Adapters[1⋆] não devem ser responsáveis pela implementação do comportamento dos eventos. São indícios do mau cheiro o uso de classes anônimas, classes internas ou polimorfismo (através de `implements`) para implementar Listeners de modo a responder a eventos do usuário.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Usar muitos anônimos pode ser complicado. Às vezes nomear coisas torna mais fácil para depuração"* (P9). *"Mantenha-os [Listeners] em classes separadas (esqueça sobre classes anônimas)"* (P4). *"Muitas implementações de Listener com classes anônimas"* (P8). *"Declarar como classe interna da Activity ou Fragment ou outro componente que contém um ciclo de vida. Isso pode fazer com que os aplicativos causem vazamentos de memória."* (P42). *"Eu não gosto quando os desenvolvedores fazem a activity implementar o Listener porque eles [os métodos] serão expostos e qualquer um pode chamá-lo de fora da classe. Eu prefiro instanciar ou então usar ButterKnife para injetar cliques."* (P44). E sobre **boas práticas**: *"Prefiro*

[2]Todo texto em inglês foi traduzido livremente ao longo da dissertação

declarar os listeners com implements e sobrescrever os métodos (onClick, por exemplo) do que fazer um set listener no próprio objeto" (P32). *"Tome cuidade se a Activity/Fragment é um Listener uma vez que eles são destruídos quando as configurações mudam. Isso causa vazamentos de memória."* (P6). *"Use carregamento automático de view como ButterKnife e injeção de dependência como Dagger2"* (P10).

5.1.4 Entenda o Ciclo de Vida (SML-J4)[5⋆]

O Ciclo de Vida de Activities[3⋆] e Fragments[3⋆] é bem delicado e elaborado, logo o uso dele exige um conhecimento mais profundo, caso contrário pode resultar em *memory leaks* e outros problemas. São indícios do mau cheiro ter estes elementos como *callbacks* de processos assíncronos, efetivar a transação de Fragments (através do `FragmentTransaction.commit`) após o `onPause` da Activity ou o não tratamento da restauração do estado de Activities e Fragments após por exemplo, rotação da tela.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Não conhecer o enorme e complexo ciclo de vida de Fragment e não lidar com a restauração do estado"* (P42). *"Não commitar fragmentos após o onPause e aprender o ciclo de vida se você quiser usá-los"* (P31). *"Fazer Activities serem callbacks de processos assíncronos gerando memory leaks. Erros ao interpretar o ciclo de vida"* (P28).

5.1.5 Adapter Consumista (SML-J5)[5⋆]

São indícios do mau cheiro quando Adapters[5⋆] não reutilizam instâncias das `views` que representam os campos a serem populados para cada item da coleção através do padrão *View Holder* ou quando os mesmos possuem classes internas para reaproveitamento das `views` porém não são estáticas.

Alguns exemplos de frases sobre **boas práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Reutilizar a view utilizando ViewHolder."* (P36). *"Usar o padrão ViewHolder"* (P39). P45 sugere o uso do RecyclerView, um elemento Android para a construção de listas que já implementa o padrão ViewHolder [54].

5.1.6 Uso Excessivo de Fragment (SML-J6)[3⋆]

Fragments[3⋆] devem ser evitados. São indícios do mau cheiro quando o aplicativo não é utilizado em Tablets ou não possuem ViewPagers e ainda assim faz o uso de Fragments ou quando existem Fragments no projeto que não são utilizados em mais de uma tela do aplicativo.

Um exemplo de frase sobre **má prática** que embasou esse mau cheiro é: *"Usar muitos*

Fragments é uma má prática" (P2). E frases sobre **boas práticas**: *"Evite-os. Use apenas com View Pagers"* (P7). *"Eu tento usar o Fragment para lidar apenas com as visualizações, como a Activity, e eu o uso apenas quando preciso deles em um layout de Tablet ou para reutilizar em outra Activity. Caso contrário, eu não uso"* (P41).

5.1.7 Não Uso de Fragment (SML-J7)[3⋆]

Fragments[2⋆] devem ser usados sempre que possível em conjunto com Activities[2⋆]. É indício do mau cheiro a não existência de Fragments na aplicação ou o uso de EditTexts, Spinners ou outras *views* por Activities.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Não usar Fragments"* (P22). *"Usar todas as view (EditTexts, Spinners, etc...) dentro de Activities e não dentro de Fragments"* (P45). E sobre **boas práticas**: *"Utilizar fragments sempre que possível."* (P19), *"Use um Fragment para cada tela. Uma Activity para cada aplicativo."* (P45).

5.1.8 Classes de UI Fazendo IO (SML-J8)[3⋆]

Activities[2⋆], Fragments[1⋆] e Adapters[1⋆] não devem ser responsáveis por operações de IO. São indícios do mau cheiro implementações de acesso a banco de dados ou internet a partir desses elementos.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"[Activities e Fragments] fazerem requests e consultas a banco de dados"* (P26). *"[Adapters] fazerem operações longas e requests de internet"* (P26). E sobre **boa prática**: *"Elas [Activities] nunca devem fazer acesso a dados"* (P37).

5.1.9 Activity Inexistente (SML-J9)[2⋆]

Activities[2⋆] podem deixar de existir a qualquer momento, tenha cuidado ao referenciá-las. São indícios do mau cheiro a existência de referências estáticas a Activities ou classes internas a ela ou referências não estáticas por objetos que tenham o ciclo de vida independente dela.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Fazer Activities serem callbacks de processos assíncronos gerando memory leaks. Erros ao interpretar o ciclo de vida"* (P28). *"Ter referência estática para Activities, resultando em vazamento de memória"* (P31). E sobre **boas práticas**: *"Não manter referências estáticas para Activities (ou classes anônimas criadas dentro delas)"* (P31). *"Deus mata um cachorro toda vez que alguém passa o contexto da Activity para um componente que tem um ciclo de*

vida independente dela. Vaza memória e deixa todos tristes." (P4).

5.1.10 Arquitetura Não Identificada (SML-J10)[2⋆]

São indícios do mau cheiro quando diferentes Activities[2⋆] e Fragments[1⋆] no projeto apresentam fluxos de código complexos, possivelmente são Classe de UI Inteligente 5.1.1, onde não é possível identificar uma organização padronizada entre eles que aponte para algum padrão arquitetural, como por exemplo, MVC (*Model View Controller*), MVP (*Model View Presenter*), MVVM (*Model View ViewModel*) ou *Clean Architecture*.

Um exemplo de frase sobre **má prática** que embasou esse mau cheiro é: *"Não usar um design pattern"* (P45). E frases sobre **boas práticas**: *"Usar algum modelo de arquitetura para garantir apresentação desacoplada do framework (MVP, MVVM, Clean Architecture, etc)"* (P28). *"Sobre MVP. Eu acho que é o melhor padrão de projeto para usar com Android"* (P45).

5.1.11 Adapter Complexo (SML-J11)[2⋆]

Adapters[2⋆] devem ser responsáveis por popular uma `view` a partir de um único objeto, sem realizar lógicas ou tomadas de decisão. São indícios desse mau cheiro quando Adapters contém muitos condicionais (`if` ou `switch`) ou cálculos no método `getView`, responsável pela construção e preenchimento da `view`.

Um exemplo de frase sobre **má prática** que embasou esse mau cheiro é: *"Reutilizar um mesmo adapter para várias situações diferentes, com `ifs` ou `switches`. Código de lógica importante ou cálculos em Adapters."* (P23). E sobre **boa prática**: *"Um Adapter deve adaptar um único tipo de item ou delegar a Adapters especializados"* (P2).

5.1.12 Fragment Aninhado (SML-J12)[1⋆]

O Fragment[1⋆] deve representar a menor unidade de tela. São indícios do mau cheiro quando um Recurso de Layout associado a algum Fragment contém a tag `<Fragment>` ou quando o código do `Fragment` faz uso da classe `FragmentTransaction` para colocar outro `Fragment` em seu Recurso de Layout.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"De preferência, eles não devem ser aninhados"* (P37). *"Fragments aninhados!"* (P4).

5.1.13 Controle Manual da Pilha de Activities (SML-J13)[1⋆]

São indícios do mau cheiro a implementação do método `onBackPressed` de Activities[1⋆] ou códigos que tenham o intuito de controlar a pilha de Activities do Android.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Sobreescrever o comportamento do botão voltar"* (P43). *"Lidar com a pilha do app manualmante"* (P41).

5.1.14 Estrutura de Pacotes (SML-J14)[1⋆]

É indício do mau cheiro quando Activities[1⋆] estão em pacotes que não `activity` ou `view`.

Alguns exemplos de frases sobre **boas práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Apenas separe estes arquivos no diretório view no padrão MVC"* (P12). *"Eu sempre coloco minhas Activities em um pacote chamado activities"* (P11).

5.2 Maus Cheiros Em Recursos

5.2.1 Recurso Mágico (SML-R1)[8⋆]

Todo recurso de cor, tamanho, texto ou estilo deve ser criado em seu respectivo arquivo e então ser usado. São indícios do mau cheiro quando Recursos de Layout[2⋆], Recursos de Texto[5⋆] ou Recursos de Estilo[1⋆] usam alguma dessas informações diretamente no código ao invés de fazer referência para um recurso.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Strings diretamente no código"* (P23). *"Não extrair as strings e sobre não extrair os valores dos arquivos de layout"* (P31 e P35). E sobre **boas práticas**: *"Sempre pegar valores de string ou dp de seus respectivos resources para facilitar"* (P7). *"Sempre adicionar as strings em resources para traduzir em diversos idiomas"* (P36).

5.2.2 Nome de Recurso Despadronizado (SML-R2)[8⋆]

São indícios do mau cheiro quando Recursos de Layout[2⋆], Recursos de Texto[4⋆], Recursos de Estilo[2⋆] e Recursos Gráficos[1⋆] não possuem um padrão de nomenclatura.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"O nome das strings sem um contexto"* (P8). *"[Sobre Style Resources] Nada além de ter uma boa*

convenção de nomes" (P37). *"[Sobre Layout Resource] Mantenha uma convenção de nomes da sua escolha"* (P37). E sobre **boas práticas**: *"Iniciar o nome de uma string com o nome da tela onde vai ser usada"* (P27). *"[Sobre Layout Resource] Ter uma boa convenção de nomeação"* (P43). *"[Sobre Style Resource] colocar um bom nome"* (P11).

5.2.3 Layout Profundamente Aninhado (SML-R3)[7⋆]

São indícios desse mau cheiro o uso de profundos aninhamentos na construção de Recursos de Layout[7⋆], ou seja, `ViewGroups` contendo outros `ViewGroups` sucessivas vezes. O site oficial do Android conta com informações e ferramentas automatizadas para lidar com esse sintoma [52].

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Hierarquia de views longas"* (P26). *"Estruturas profundamente aninhadas"* (P4). *"Hierarquias desnecessárias"* (P39). *"Criar muitos ViewGroups dentro de ViewGroups"* (P45). E sobre **boas práticas**: *"Tento usar o mínimo de layout aninhado"* (P4). *"Utilizar o mínimo de camadas possível"* (P19). *"Não fazer uma hierarquia profunda de ViewGroups"* (P8).

5.2.4 Imagem Dispensável (SML-R4)[6⋆]

O Android possui diversos tipos de Recursos Gráficos[6⋆] que podem substituir imagens tradicionais como `.png`, `.jpg` ou `.gif` a um custo menor em termos de tamanho do arquivo e sem a necessidade de haver versões de diferentes tamanhos/resoluções. São indícios do mau cheiro a existência de imagens com, por exemplo, cores sólidas, degradês ou estado de botões, que poderiam ser substituídas por Recursos Gráficos de outros tipos como Shapes, State Lists ou Nine-Patch File ou a não existência de imagens vetoriais, que podem ser redimensionadas sem a perda de qualidade.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Uso de formatos não otimizados, uso de drawables onde recursos padrão do Android seriam preferíveis"* (P23). *"Usar jpg ou png para formas simples é ruim, apenas as desenhe [através de Drawable Resources]"* (P37). E sobre **boas práticas**: *"Quando possível, criar resources através de xml"* (P36). *"Utilizar o máximo de Vector Drawables que for possível"* (P28). *"Evite muitas imagens, use imagens vetoriais sempre que possível"* (P40).

5.2.5 Layout Longo ou Repetido (SML-R5)[5⋆]

São indícios do mau cheiro quando Recursos de Layout[5⋆] é muito grande ou possue trechos de layout muito semelhantes ou iguais a outras telas.

Um exemplo de frase sobre **má prática** que embasou esse mau cheiro é: *"Copiar e colar*

layouts parecidos sem usar includes" (P41). *"Colocar muitos recursos no mesmo arquivo de layout."* (P23). E sobre **boas práticas**: *"Sempre quando posso, estou utilizando includes para algum pedaço de layout semelhante"* (P32). *"Criar layouts que possam ser reutilizados em diversas partes"* (P36). *"Separe um grande layout usando include ou merge"* (P42)

5.2.6 Imagem Faltante (SML-R6)[4⋆]

As imagens devem ser disponibilizadas em mais de um tamanho/resolução para que o Android possa realizar otimizações. São indícios do mau cheiro haver apenas uma versão de algum Recursos Gráfico[4⋆] do tipo png, jpg ou gif ou ainda, ter imagens em diretórios incorretos em termos de `dpi`.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Ter apenas uma imagem para multiplas densidades"* (P31). *"Baixar uma imagem muito grande quando não é necessário. Há melhores formas de usar memória"* (P4). *"Não criar imagens para todas as resoluções"* (P44).E sobre **boas prática**: *"Nada especial, apenas mantê-las em seus respectivos diretórios e ter variados tamanhos delas"* (P34). *"Criar as pastas para diversas resoluções e colocar as imagens corretas"* (P36).

5.2.7 Longo Recurso de Estilo (SML-R7)[3⋆]

É indício do mau cheiro haver apenas um Recurso de Estilo[4⋆] ou conter Recursos de Estilo muito longos.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Deixar tudo no mesmo arquivo styles.xml"* (P28). *"Arquivos de estilos grandes"* (P8). E sobre **boas práticas**: *"Se possível, separar mais além do arquivo styles.xml padrão, já que é possível declarar múltiplos arquivos XML de estilo para a mesma configuração"* (P28). *"Divida-os. Temas e estilos é uma escolha racional"* (P40).

5.2.8 Recurso de String Bagunçado (SML-R8)[3⋆]

É indício do mau cheiro o uso de apenas um arquivo para todos os Recursos de Texto[3⋆] do aplicativo e a não existência de um padrão de nomenclatura e separação para os Recursos de Texto de uma mesma tela.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Usar o mesmo arquivo strings.xml para tudo"* (P28). *"Não orgaizar as strings quando o strings.xml começa a ficar grande"* (P42). E sobre **boas práticas**: *"Separar strings por tela em arquivos XML separados. Extremamente útil para identificar quais strings pertencentes a quais telas em projetos grandes"* (P28). *"Sempre busco separar em blocos, cada bloco representa uma*

Activity e nunca aproveito uma String pra outra tela" (P32).

5.2.9 Atributos de Estilo Repetidos (SML-R9)[3⋆]

É indício do mau cheiro haver Recursos de Layout[1⋆] ou Recursos de Estilo[2⋆] com blocos de atributos de estilo repetidos.

Um exemplo de frase sobre **má prática** que embasou esse mau cheiro é: *"Utilizar muitas propriedades em um único componente. Se tiver que usar muitas, prefiro colocar no arquivo de styles."* (P32). E sobre **boa prática**: *"Sempre que eu noto que tenho mais de um recurso usando o mesmo estilo, eu tento movê-lo para o meu style resource."* (P34).

5.2.10 Reúso Inadequado de String (SML-R10)[2⋆]

Cada tela deve ter seu conjunto de Recursos de Texto[2⋆]. É indício do mau cheiro reutilizar o mesmo Recurso de Texto em diferentes telas do aplicativo apenas porque o texto coincide.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Utilizar uma String pra mais de uma activity, pois se em algum momento, surja a necessidade de trocar em uma, vai afetar outra."* (P32). *"Reutilizar a string em várias telas"* (P6) *"Reutilizar a string apenas porque o texto coincide, tenha cuidado com a semântica"* (P40). E sobre **boas práticas**: *"Sempre busco separar em blocos, cada bloco representa uma activity e nunca aproveito uma String pra outra tela."* (P32). *"Não tenha medo de repetir strings"* (P9).

5.2.11 Listener Escondido (SML-R11)[2⋆]

Recursos de Layout[2⋆] devem ser responsáveis apenas por apresentar informações. É indício do mau cheiro o uso de atributos diretamente em Recursos de Layout, como por exemplo o atributo `onClick`, para configurar o Listener que responderá ao evento.

Alguns exemplos de frases sobre **más práticas** que embasaram esse mau cheiro são: *"Nunca crie um listener dentro do XML. Isso esconde o listener de outros desenvolvedores e pode causar problemas até que ele seja encontrado"* (P34, P39 e P41). E sobre **boa prática**: *"XML de layout deve lidar apenas com a view e não com ações"* (P41).

Capítulo 6

Percepção dos Desenvolvedores

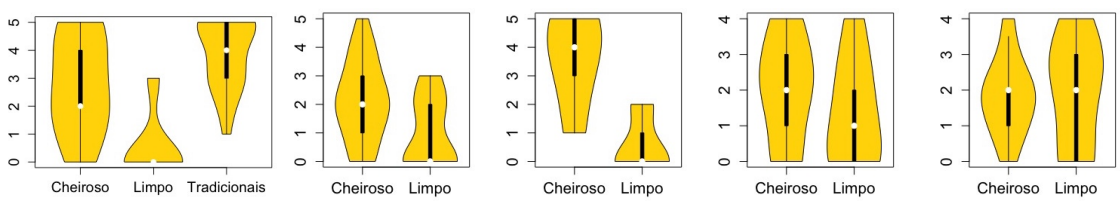
6.1 Percepção dos Desenvolvedores

A Figura 6.1 apresenta gráficos de violino sobre a percepção dos desenvolvedores com relação as quatro más práticas de alta recorrência (LCUI, LPA, RM e NRD) e um gráfico de violino com as 3 más práticas que afetam apenas recursos do aplicativo. No eixo y, 0 (zero) indica códigos não percebidos pelos desenvolvedores como problemáticos (ou seja, responder *não* à pergunta: este código apresenta algum problema de design e/ou implementação?), enquanto que valores de 1 a 5 indicam o nível de severidade para o problema percebido pelo desenvolvedor.

6.1.1 Más práticas que afetam classes Java

Na Figura 6.1a apresentamos três gráficos violinos, respectivamente: percepção dos desenvolvedores sobre códigos afetados pela má prática LCUI, a percepção sobre códigos limpos e por último, a percepção sobre códigos afetados por maus cheiros tradicionais como por exemplo Classe Longa.

A mediana de classes limpas tem severidade igual a 0 (Q3=0). Isso indica que, como esperado, desenvolvedores não percebem essas classes como problemáticas. Em comparação, as classes afetadas por LCUI tem mediana igual a 2 (Q3=4) logo, são percebidas como



(a) LCUI **(b)** Recursos **(c)** LPA **(d)** RM **(e)** NRD

Figura 6.1: *Gráficos violino das más práticas* LCUI, LPA, RM *e* NRD.

classes problemáticas. A diferença entre classes afetadas por LCUI e classes limpas é estatisticamente significante (p-value < 0.004) com alto tamanho de efeito (d = 0,72). Com relação aos maus cheiros tradicionais, a mediana de severidade é igual a 4 (Q3=5). Isso significa que classes afetadas por esses maus cheiros são percebidas pelos desenvolvedores como muito problemáticas, até mais que classes afetadas pela má prática LCUI. Ainda que essa diferença de percepção esteja clara no gráfico violino, esta diferença não é estatisticamente significante (p-value = 0.077). Acreditamos que isso ocorra devido ao número limitado de dados (20 participantes).

6.1.2 Más práticas que afetam recursos

As Figuras 6.1b até 6.1e reúnem 4 diferentes pares de gráficos violinos. O primeiro compara recursos afetados por quaisquer das 3 más práticas, LPA, RM e NRD, com recursos limpos. O segundo, terceiro e quarto, tratam de cada má prática individualmente, ou seja, recursos afetadas por aquela má prática em comparação com recursos limpos.

A Figura 6.1b mostra a percepção dos desenvolvedores com relação a recursos afetados pelas más práticas LPA, RND e RM, com mediana de severidade igual a 2 (Q3=3), em comparação com recursos limpos (mediana=0). Isso indica que, como esperado, desenvolvedores percebem recursos afetados pelas más práticas como problemáticos. Essa diferença também é estatisticamente significante (p-value < 0.008) com médio tamanho de efeito (d = 0.43).

Ao avaliarmos os gráficos violinos das más práticas individualmente, podemos notar que duas, LPA (Figura 6.1c) e RM (Figura 6.1d), se mostram percebidas como problemáticas, sendo a primeira mais percebida do que a segunda. Códigos afetados pela má prática LPA tem mediana de severidade igual a 4 (Q3=5) logo, desenvolvedores percebem códigos afetados por ela como problemáticos. Em comparação, códigos limpos apresentam mediana igual a 0 (Q3=1). A diferença entre códigos afetados por LPA e códigos limpos também é estatisticamente significante (p-value < 0.02) com alto tamanho de efeito (d = 0,89). Em contrapartida, ainda que o gráfico de violino da má prática RM apresente também uma diferença visual entre códigos limpos e afetados pela má prática, essa diferença não é estatisticamente significante (p-value = 0,34).

A má prática NRD (Figura 6.1e) foi a menos percebida por desenvolvedores, com medianas iguais para códigos afetados por ela e códigos limpos (mediana = 2). Entretando, os desenvolvedores que indicaram códigos afetados por ela como problemáticos, indicaram como o problema descrições muito próximas a definição dada para essa má prática. Por exemplo, S2P15 disse "*Os nomes das strings são formados por um prefixo e um número, o que prejudica a legibilidade, é impossível saber o que este número indica*" (pontuou severiadade como 3), S2P16 disse "*Atributos não seguem convenção de nomes. Nomes não são descritivos*" (pontuou severiadade como 2), S2P11 disse "*Não segue uma boa prática de no-*

menclatura de recursos." (pontuou severiadade como 2) e S2P19 disse "*Os nomes das strings não estão seguindo um padrão (algumas em camelCase, outras lowercase, outras snakecase) [...]*" (pontuou severiadade como 2).

De forma geral, os desenvolvedores conseguiram identificar corretamente a má prática em questão, colocando em suas respostas descrições muito próximas as definições dadas a elas. Por exemplo S2P11 ao confrontar um código afetado por LCUI disse "*[...] Não há nenhuma arquitetura implementada, o que causa a classe fazendo muito mais do que é de sua alçada. O método onListItemClick está muito complexo, contendo 7 condições [...]*", S2P5 ao confrontar um código afetado por RM disse "*Valores de cores, tamanhos, animaçoes e distancias, nao estao extraidos fazendo que muitos deles estejam repetidos dificultando uma posterior manutençao ou reusabilidade*", S2P7 ao confrontar um código afetado por LPA disse "*Os sucessivos aninhamentos de view groups provavelmente irá causar uma performance ruim*".

Capítulo 7

Discussão

7.1 Propostas de soluções

Notamos que muitas vezes as respostas para as questões sobre sobre boas práticas apresentada no 1o questionário, sobre boas e más práticas em elementos Android, vieram na forma de sugestões de como solucionar o que o participante indicou como má prática para aquele elemento. Como não foi o foco desta pesquisa validar se a sugestões dadas como soluçõeo ao mau cheiro de fato se aplica, não exploramos a fundo estas informações. Entretando, disponibilizamos uma tabela que indica a boa prática sugerida para cada mau cheiro definido no apêndice B.

Capítulo 8

Ameaças à Validade

Uma limitação deste artigo é que os dados foram coletados apenas a partir de questionários online e o processo de codificação foi realizado apenas por um dos autores. Alternativas a esses cenários seriam realizar a coleta de dados de outras formas como entrevistas ou consulta a especialistas, e que o processo de codificação fosse feito por mais de um autor de forma a reduzir possíveis enviezamentos.

Outra possível ameaça é com relação a seleção de códigos limpos. Selecionar códigos limpos é difícil. Sentimos uma dificuldade maior ao selecionar códigos de recursos do Android pois quando achamos que isolamos um problema, um participante mencionava sobre outro o qual não havíamos removido. Um alternativa seria investigar a existência de ferramentas que façam esta selecão, validar os códigos selecionados com um especialista ou mesmo extender o teste piloto.

Nossa pesquisa tenta replicar o método utilizado por Aniche [13] ao investigar cheiros de código no framework Spring MVC. Entretanto, nos deparamos com situações diferentes, das quais, após a execução nos questionamos se aquele método seria o mais adequado para todos os contextos neste artigo. Por exemplo, nosso resultado com a má prática RM nos levou a conjecturar se desenvolvedores consideram problemas em códigos Java mais severos que problemas em recursos do aplicativo. O que nos levou a pensar sobre isso foi que, apesar do resultado, obtivemos muitas respostas que se aproximavam da deifnição da má prática RM. Desta forma, levantamos que de todos os recursos avaliados, 74% receberam severidade igual ou inferior a 3, contra apenas 30% com os mesmo níveis de severidade em código Java. Desta forma, uma alternativa é repensar a forma de avaliar a percepção dos desenvolvedores sobre más práticas que afetem recursos do aplicativo.

Capítulo 9

Conclusão

Neste artigo investigamos a existência de boas e más práticas em elementos usados para implementação de *front-end* de projetos Android: Activities, Fragments, Listeners, Adapters, Layout, Styles, String e Drawable. Fizemos isso através de um estudo exploratório qualitativo onde coletamos dados por meio de um questionário online respondido por 45 desenvolvedores Android. A partir deste questionário mapeamos 23 más práticas e sugestões de solução, quando mencionado por algum participante. Após, validamos a percepção de desenvolvedores Android sobre as quatro mais recorrêntes dessas más práticas: Lógica em Classes de UI, Nome de Recurso Despadronizado, Recurso Mágico e Layout Profundamente Aninhado. Fizemos isso através de um experimento online respondido por 20 desenvolvedores Android, onde os participantes eram convidados a avaliar 6 códigos com relação a qualidade.

QP1. O que desenvolvedores consideram boas e más práticas no desenvolvimento Android?

Questionamos 45 desenvolvedores sobre o que eles consideravam boas e más práticas em elementos específicos do Android. Com base nesses dados, consolidamos um catálogo com 23 más práticas onde, para cada uma delas apresentamos uma descrição textual e exemplos de frases usadas nas respostas que nos levaram a sua definição.

QP2. Códigos afetados por estas más práticas são percebidos pelos desenvolvedores como problemáticos?

Validamos a percepção de desenvolvedores sobre as quatro más prática mais recorrêntes. Concluímos que desenvolvedores de fato as percebem como más práticas. Duas das más práticas, Lógica em Classes de UI e Layout Profundamente Aninhado foram possíveis confirmar com dados estatísticos. Outras duas, Nome de Recurso Despadronizado e Recurso Mágico, embora os dados estatísticos não tenham confirmado, notamos por meio

das respostas abertas que existe esta percepção.

Apêndice A

Questionário sobre Boas e Más Práticas

Android Good & Bad Practices

Help Android Developers around the world in just 15 minutes letting us know what you think about good & bad practices in Android native apps. Please, answer in portuguese or english.

Hi, my name is Suelen, I am a Master student researching code quality on native Android App's Presentation Layer. Your answers will be kept strictly confidential and will only be used in aggregate. I hope the results can help you in the future. If you have any questions, just contact us at suelengcarvalho@gmail.com.

Questions about Demographic & Background. Tell us a little bit about you and your experience with software development. All questions throught this session were mandatory.

1. What is your age? (One choice beteen 18 or younger, 19 to 24, 25 to 34, 35 to 44, 45 to 54, 55 or older and I prefer not to answer)
2. Where do you currently live?
3. Years of experience with software development? (One choice between 1 year or less, one option for each year between 2 and 9 and 10 years or more)
4. What programming languages/platform you consider yourself proficient? (Multiples choices between Swift, Javascript, C#, Android, PHP, C++, Ruby, C, Python, Java, Scala, Objective C, Other)
5. Years of experience with developing native Android applications? (One choice between 1 year or less, one option for each year between 2 and 9 and 10 years or more)
6. What is your last degree? (One choice between Bacharel Student, Bacharel, Master, PhD and Other)

Questions about Good & Bad Practices in Android Presentation Layer. We want you to tell us about your experience. For each element in Android Presentation Layer, we want you to describe good & bad practices (all of them!) you have faced and why you think they are good or bad. With good & bad practices we mean anything you do or avoid that makes your code better than before. If you perceive the same practice in more than one element, please copy and paste or refer to it. All questions throught this session were not mandatory.

1. **Activities** An activity represents a single screen.
   - Do you have any good practices to deal with Activities?
   - Do you have anything you consider a bad practice when dealing with Activities?
2. **Fragments** A Fragment represents a behavior or a portion of user interface in an Activity. You can combine multiple fragments in a single activity to build a multi-pane UI and reuse a fragment in multiple activities.
   - Do you have any good practices to deal with Fragments?
   - Do you have anything you consider a bad practice when dealing with Fragments?
3. **Adapters** An adapter adapts a content that usually comes from model to a view like put a bunch of students that come from database into a list view.
   - Do you have any good practices to deal with Adapters?
   - Do you have anything you consider a bad practice when dealing with Adapters?
4. **Listeners** An event listener is an interface in the View class that contains a single callback method. These methods will be called by the Android framework when the View to which the listener has been registered is triggered by user interaction with the item in the UI.
   - Do you have any good practices to deal with Listeners?
   - Do you have anything you consider a bad practice when dealing with Listeners?
5. **Layouts Resources** A layout defines the visual structure for a user interface.
   - Do you have any good practices to deal with Layout Resources?
   - Do you have anything you consider a bad practice when dealing with Layout Resources?
6. **Styles Resources** A style resource defines the format and look for a UI.
   - Do you have any good practices to deal with Styles Resources?

- Do you have anything you consider a bad practice when dealing with Styles Resources?

7. **String Resources** A string resource provides text strings for your application with optional text styling and formatting. It is very common used for internationalizations.
   - Do you have any good practices to deal with String Resources?
   - Do you have anything you consider a bad practice when dealing with String Resources?
8. **Drawable Resources** A drawable resource is a general concept for a graphic that can be drawn to the screen.
   - Do you have any good practices to deal with Drawable Resources?
   - Do you have anything you consider a bad practice when dealing with Drawable Resources?

Last thoughts Only 3 more final questions.

1. Are there any other *GOOD* practices in Android Presentation Layer we did not asked you or you did not said yet?
2. Are there any other *BAD* practices in Android Presentation Layer we did not asked you or you did not said yet?
3. Leave your e-mail if you wish to receive more information about the research or participate in others steps.

Apêndice B

Exemplos de Respostas que Embasaram os Mau Cheiros

Mau Cheiro	Respostas sobre boas e más práticas
SML-J1	**Más práticas:** "Fazer lógica de negócio [em Activities]"[1] (P16). "Colocar regra de negócio no Adapter" (P19). "Manter lógica de negócio em Fragments" (P11). **Boas práticas:** "Elas [Activities] representam uma única tela e apenas interagem com a UI, qualquer lógica deve ser delegada para outra classe" (P16). "Apenas código relacionado à Interface de Usuário nas Activities" (P23). "Adapters devem apenas se preocupar sobre como mostrar os dados, sem trabalhá-los" (P40).
SML-J2	**Más práticas:** "Acoplar o fragment a activity ao invés de utilizar interfaces é uma prática ruim" (P19). "Acoplar o Fragment com a Activity" (P10, P31 e P45). "Fragments nunca devem tentar falar uns com os outros diretamente" (P37). "Integragir com outro Fragment diretamente" (P45). "[Listener] conter uma referência direta à Activities" (P4, P40). "[Adapters] alto acoplamento com a Activity" (P10). "Acessar Activities ou Fragments diretamente" (P45). **Boa prática:** "Seja um componente de UI reutilizável. Então evite dependência de outros componentes da aplicação" (P6).
SML-J3	**Más práticas:** "Usar muitos anônimos pode ser complicado. Às vezes nomear coisas torna mais fácil para depuração" (P9). "Mantenha-os [Listeners] em classes separadas (esqueça sobre classes anônimas)" (P4). "Muitas implementações de Listener com classes anônimas" (P8). "Declarar como classe interna da Activity ou Fragment ou outro componente que contém um ciclo de vida. Isso pode fazer com que os aplicativos causem vazamentos de memória." (P42). "Eu não gosto quando os desenvolvedores fazem a activity implementar o Listener porque eles [os métodos] serão expostos e qualquer um pode chamá-lo de fora da classe. Eu prefiro instanciar ou então usar ButterKnife para injetar cliques." (P44). **Boas práticas:** "Prefiro declarar os listeners com `implements` e sobrescrever os métodos (onClick, por exemplo) do que fazer um set listener no próprio objeto" (P32). "Tome cuidade se a Activity/Fragment é um Listener uma vez que eles são destruídos quando as configurações mudam. Isso causa vazamentos de memória." (P6). "Use carregamento automático de view como ButterKnife e injeção de dependência como Dagger2" (P10).

[1]Todo texto em inglês foi traduzido livremente ao longo da dissertação

Mau Cheiro	Respostas sobre boas e más práticas
SML-J4	**Más práticas:** "Não conhecer o enorme e complexo ciclo de vida de Fragment e não lidar com a restauração do estado" (P42). "Não commitar fragmentos após o onPause e aprender o ciclo de vida se você quiser usá-los" (P31). "Fazer Activities serem callbacks de processos assíncronos gerando memory leaks. Erros ao interpretar o ciclo de vida" (P28).
SML-J5	**Boas práticas:** "Reutilizar a view utilizando ViewHolder." (P36). "Usar o padrão ViewHolder" (P39). P45 sugere o uso do RecyclerView, um elemento Android para a construção de listas que já implementa o padrão ViewHolder [54].
SML-J6	**Má prática:** "Usar muitos Fragments é uma má prática" (P2). **Boas práticas:** "Evite-os. Use apenas com View Pagers" (P7). "Eu tento usar o Fragment para lidar apenas com as visualizações, como a Activity, e eu o uso apenas quando preciso deles em um layout de Tablet ou para reutilizar em outra Activity. Caso contrário, eu não uso" (P41).
SML-J7	**Más práticas:** "Não usar Fragments" (P22). "Usar todas as view (EditTexts, Spinners, etc...) dentro de Activities e não dentro de Fragments" (P45). **Boas práticas:** "Utilizar fragments sempre que possível." (P19), "Use um Fragment para cada tela. Uma Activity para cada aplicativo." (P45).
SML-J8	**Más práticas:** "[Activities e Fragments] fazerem requests e consultas a banco de dados" (P26). "[Adapters] fazerem operações longas e requests de internet" (P26). **Boa prática:** "Elas [Activities] nunca devem fazer acesso a dados" (P37).
SML-J9	**Más práticas:** "Fazer Activities serem callbacks de processos assíncronos gerando memory leaks. Erros ao interpretar o ciclo de vida" (P28). "Ter referência estática para Activities, resultando em vazamento de memória" (P31). **Boas práticas:** "Não manter referências estáticas para Activities (ou classes anônimas criadas dentro delas)" (P31). "Deus mata um cachorro toda vez que alguém passa o contexto da Activity para um componente que tem um ciclo de vida independente dela. Vaza memória e deixa todos tristes." (P4).
SML-J10	**Más práticas:** "Não usar um design pattern" (P45). **Boas práticas:** "Usar algum modelo de arquitetura para garantir apresentação desacoplada do framework (MVP, MVVM, Clean Architecture, etc)" (P28). "Sobre MVP. Eu acho que é o melhor padrão de projeto para usar com Android" (P45).
SML-J11	**Má prática:** "Reutilizar um mesmo adapter para várias situações diferentes, com `ifs` ou `switches`. Código de lógica importante ou cálculos em Adapters." (P23). **Boa prática:** "Um Adapter deve adaptar um único tipo de item ou delegar a Adapters especializados" (P2).
SML-J12	**Más práticas:** "De preferência, eles não devem ser aninhados" (P37). "Fragments aninhados!" (P4).
SML-J13	**Más práticas:** "Sobreescrever o comportamento do botão voltar" (P43). "Lidar com a pilha do app manualmante" (P41).
SML-J14	**Boas práticas:** "Apenas separe estes arquivos no diretório "Visualizar"no padrão MVC" (P12). "I always put my activities in a package called activities" (P11).
SML-R1	**Más práticas:** "Strings diretamente no código" (P23). "Não extrair as strings e sobre não extrair os valores dos arquivos de layout" (P31 e P35). **Boas práticas:** "Sempre pegar valores de string ou dp de seus respectivos resources para facilitar" (P7). "Sempre adicionar as strings em resources para traduzir em diversos idiomas" (P36).

Mau Cheiro	Respostas sobre boas e más práticas
SML-R2	**Más práticas:** "O nome das strings sem um contexto" (P8). "[Sobre Style Resources] Nada além de ter uma boa convenção de nomes" (P37). "[Sobre Layout Resource] Mantenha uma convenção de nomes da sua escolha" (P37). **Boas práticas:** "Iniciar o nome de uma string com o nome da tela onde vai ser usada" (P27). "[Sobre Layout Resource] Ter uma boa convenção de nomeação" (P43). "[Sobre Style Resource] colocar um bom nome" (P11).
SML-R3	**Más práticas:** "Hierarquia de views longas" (P26). "Estruturas profundamente aninhadas" (P4). "Hierarquias desnecessárias" (P39). "Criar muitos ViewGroups dentro de ViewGroups" (P45). **Boas práticas:** "Tento usar o mínimo de layout aninhado" (P4). "Utilizar o mínimo de camadas possível" (P19). "Não fazer uma hierarquia profunda de ViewGroups" (P8).
SML-R4	**Más práticas:** "Uso de formatos não otimizados, uso de drawables onde recursos padrão do Android seriam preferíveis" (P23). "Usar jpg ou png para formas simples é ruim, apenas as desenhe [através de Drawable Resources]" (P37). **Boas práticas:** "Quando possível, criar resources através de xml" (P36). "Utilizar o máximo de Vector Drawables que for possível" (P28). "Evite muitas imagens, use imagens vetoriais sempre que possível" (P40).
SML-R5	**Má prática:** "Copiar e colar layouts parecidos sem usar includes" (P41). "Colocar muitos recursos no mesmo arquivo de layout." (P23). **Boas práticas:** "Sempre quando posso, estou utilizando includes para algum pedaço de layout semelhante" (P32). "Criar layouts que possam ser reutilizados em diversas partes" (P36). "Separe um grande layout usando include ou merge" (P42)
SML-R6	**Más práticas:** "Ter apenas uma imagem para multiplas densidades" (P31). "Baixar uma imagem muito grande quando não é necessário. Há melhores formas de usar memória" (P4). "Não criar imagens para todas as resoluções" (P44). **Boas prática:** "Nada especial, apenas mantê-las em seus respectivos diretórios e ter variados tamanhos delas" (P34). "Criar as pastas para diversas resoluções e colocar as imagens corretas" (P36).
SML-R7	**Más práticas:** "Deixar tudo no mesmo arquivo styles.xml" (P28). "Arquivos de estilos grandes" (P8). **Boas práticas:** "Se possível, separar mais além do arquivo styles.xml padrão, já que é possível declarar múltiplos arquivos XML de estilo para a mesma configuração" (P28). "Divida-os. Temas e estilos é uma escolha racional" (P40).
SML-R8	**Más práticas:** "Usar o mesmo arquivo strings.xml para tudo" (P28). "Não orgaizar as strings quando o strings.xml começa a ficar grande" (P42). **Boas práticas:** "Separar strings por tela em arquivos XML separados. Extremamente útil para identificar quais strings pertencentes a quais telas em projetos grandes" (P28). "Sempre busco separar em blocos, cada bloco representa uma Activity e nunca aproveito uma String pra outra tela" (P32).
SML-R9	**Má prática:** "Utilizar muitas propriedades em um único componente. Se tiver que usar muitas, prefiro colocar no arquivo de styles." (P32). **Boa prática:** "Sempre que eu noto que tenho mais de um recurso usando o mesmo estilo, eu tento movê-lo para o meu style resource." (P34).
SML-R10	**Más práticas:** "Utilizar uma String pra mais de uma activity, pois se em algum momento, surja a necessidade de trocar em uma, vai afetar outra." (P32). "Reutilizar a string em várias telas" (P6) "Reutilizar a string apenas porque o texto coincide, tenha cuidado com a semântica" (P40). **Boas prática:** "Sempre busco separar em blocos, cada bloco representa uma activity e nunca aproveito uma String pra outra tela." (P32). "Não tenha medo de repetir strings [...]" (P9).

Mau Cheiro	**Respostas sobre boas e más práticas**
SML-R11	**Más práticas:** "Nunca crie um listener dentro do XML. Isso esconde o listener de outros desenvolvedores e pode causar problemas até que ele seja encontrado" (P34, P39 e P41). **Boa prática:** "XML de layout deve lidar apenas com a view e não com ações" (P41).

Referências Bibliográficas

[1] Android fragmentation visualized. http://opensignal.com/reports/2015/08/android-fragmentation, August 2015. Acessado em 12/09/2016. 11

[2] Gartner says worldwide smartphone sales grew 3.9 percent in first quarter of 2016. http://www.gartner.com/newsroom/id/3323017, May 2016. Acessado em 23/07/2016. 1

[3] Pmd (2016). https://pmd.github.io, 2016. Acessado em 29/08/2016. 4

[4] Wikipedia code smell. https://en.wikipedia.org/wiki/Code_smell, 2016. Acessado em 14/11/2016. 4

[5] 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. Acessado em 23/07/2016. 1

[6] Global mobile os market share in sales to end users from 1st quarter 2009 to 1st quarter 2017. https://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems, 2017. Acessado em 24/07/2017. 6

[7] ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering - systems and software quality requirements and evaluation (square) - system and software quality models. https://www.iso.org/standard/35733.html, 2011. Acessado em 23/10/2017. 16

[8] ISO/IEC TR 9126-1:2001. Software engineering - product quality - part 1: Quality model. https://www.iso.org/standard/22749.html, 1991. Acessado em 23/10/2017. 16

[9] Steve Adolph, Wendy Hall, and Philippe Kruchten. Using grounded theory to study the experience of software development. empirical software engineering. 2011. 32

[10] Domenico Amalfitano, Anna Fasolino, Porfirio Tramontana, Salvatore Carmine, and Atif Memon. Using gui ripping for automated testing of android applications. 2012. 25

[11] Maurício Aniche, Christoph Treude, Andy Zaidman, Arie van Deursen, and Marco Aurélio Gerosa. Satt: Tailoring code metric thresholds for different software architectures. In *Source Code Analysis and Manipulation (SCAM), 2016 IEEE 16th International Working Conference on*, pages 41–50. IEEE, 2016. 2, 4

[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, 4, 23

[13] Maurício Aniche and Marco Gerosa. Architectural roles in code metric assessment and code smell detection. 2016. 2, 51

[14] Boehm Berry W., Brown J.R., Kaspar H., Lipow M., Macleod G.J., and Merrit M.J. *Characteristics of software quality*. TRW series of software technology. North-Holland Pub. Co., 1978. 15

[15] Pierre Bourque and Richard Fairley E. *SWEBOK V3.0 Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. IEEE, 2014. 16

[16] Suelen G. Carvalho. ApÃªndice online. http://suelengc.com/android-code-smells-article/, 2017. Acessado em 06/05/2017. 3

[17] Erika Chin, Adrienne Felt, Kate Greenwood, and David Wagner. Analyzing inter-application communication in android. 2011. 25

[18] Juliet Corbin and Anselm Strauss. *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. SAGE Publications Ltd, 3 edition, 2007. 32, 34, 35

[19] Enck, William, and Patrick Drew McDaniel Machigar Ongtang. Understanding android security. 2009. 25

[20] Enck, William, and Patrick McDaniel Machigar Ongtang. Mitigating android software misuse before it happens. 2008. 25

[21] Zheran Fang and Yingjiu Li Weili Han. Permission based android security: Issues and countermeasures. 2014. 25

[22] A. Milani Fard and A. Mesbah. Jsnose: Detecting javascript code smells. 2013. 2, 29

[23] Martin Fowler. *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*. Addison-Wesley, 1999. 1, 4, 21, 22

[24] Martin Fowler. Code smell. http://martinfowler.com/bliki/CodeSmell.html, February 2006. 4, 22

[25] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-oriented Software*. Addison-Wesley, 1995. 4

[26] Golnaz Gharachorlu. *Code Smells in Cascading Style Sheets: An Empirical Study and a Predictive Model*. PhD thesis, The University of British Columbia, 2014. 2, 23, 29

[27] Barney G. Glaser and Anselm L. Strauss. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Aldine, 1 edition, 1999. 32

[28] Marion Gottschalk, Mirco Josefiok, Jan Jelschen, and Andreas Winter. Removing energy code smells with reengineering services. 2012. 2, 3, 4, 29

[29] Robert B. Grady and Deborah L. Caswell. *Software Metrics: Establishing a Company-Wide Program*. Prentice Hall, 1987. 16

[30] Robert J Grissom and John J Kim. Effect sizes for research: Univariate and multivariate applications. page 272. Routledge, Mar 2005. 37

[31] G. Hecht. An approach to detect android antipatterns. 2:766–768, May 2015. 4, 29

[32] Cuixiong Hu and Iulian Neamtiu. Automating gui testing for android applications. 2011. 25

[33] ISO. Iso 9000:2000. https://www.iso.org/standard/29280.html. Acessado em 23/10/2017. 15

[34] Arthur J. Riel. *Object-Oriented Design Heuristics*. Addison-Wesley Publishing Company, 1996. 4

[35] Juran Joseph M. and Godfrey A. Blanton. *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill, 5Âª edition, 1998. 15

[36] K Kavitha, P Salini, and V Ilamathy. Exploring the malicious android applications and reducing risk using static analysis. 2016. 25

[37] Mario Linares-Vásquez, Sam Klock, Collin Mcmillan, Aminata Sabanè, Denys Poshyvanyk, and Yann-Gaël Guéhéneuc. Domain matters: Bringing further evidence of the relationships among anti-patterns, application domains, and quality-related metrics in java mobile apps. 2017. 1, 3, 4, 28

[38] Umme Mannan, Danny Dig, Iftekhar Ahmed, Carlos Jensen, Rana Abdullah, and M Almurshed. Understanding code smells in android applications. 2017. 1, 4, 29

[39] Robert C. Martin. *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA, 1 edition, 2008. 4, 22, 23

[40] Jim A. McCall, Paul K. Richards, and Gene F. Walters. Factors in software quality: Concept and definitions of software quality. I:188, 1977. 15

[41] Steve McConnell. *Code Complete*. Microsoft Press, Redmond, WA, USA, 2004. 19, 20

[42] 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. 27

[43] Johnny Saldaña. *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. SAGE Publications Ltd, 2 edition, 2012. 34

[44] Android Developer Site. Plataform architecture. https://developer.android.com/guide/platform/index.html. Acessado em 04/09/2016. 7

[45] Android Developer Site. Android studio. https://developer.android.com/studio/index.html, 2016. Acessado em 30/08/2016. 31

[46] Android Developer Site. Building your firt app. https://developer.android.com/training/basics/firstapp/creating-project.html, 2016. Acessado em 31/03/2017. 31

[47] Android Developer Site. Layouts. https://developer.android.com/guide/topics/ui/declaring-layout.html, 2016. Acessado em 23/10/2016. 14

[48] Android Developer Site. Resource type. https://developer.android.com/guide/topics/resources/available-resources.html, 2016. Acessado em 12/09/2016. 12

[49] Android Developer Site. Resources overview. https://developer.android.com/guide/topics/resources/overview.html, 2016. Acessado em 08/09/2016. 27, 31

[50] Android Developer Site. Ui overview. https://developer.android.com/guide/topics/ui/overview.html, 2016. Acessado em 23/10/2016. 12

[51] Android Developer Site. Android fundamentals. https://developer.android.com/guide/components/fundamentals.html, 2017. Acessado em 04/09/2016. 8, 11, 29

[52] Android Developer Site. Optimizing view hierarchies). https://developer.android.com/topic/performance/rendering/optimizing-view-hierarchies.html), 2017. Acessado em 09/04/2017. 44

[53] Android Developers Site. Activities. https://developer.android.com/guide/components/activities.html, 2016. Acessado em 29/08/2016. 29

[54] Android Developers Site. Android recyclerview. https://developer.android.com/training/material/lists-cards.html, 2017. Acessado em 12/04/2017. 40, 58

[55] G. Suryanarayana, G. Samarthyam, and T. Sharma. *Refactoring for Software Design Smells: Managing Technical Debt*. Elsevier Science, 2014. 22

[56] 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. 4

[57] Daniël Verloop. *Code Smells in the Mobile Applications Domain*. PhD thesis, TU Delft, Delft University of Technology, 2013. 1, 3, 4, 27, 28

[58] Conover J W. *Practical Nonparametric Statistics*. Wiley, 3 edition, Dec 1999. 37

[59] Stefan Wagner. *Software Product Quality Control*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. 15

[60] Bruce Webster F. *Pitfalls of Object-Oriented Development*. M & T Books, 1995. 21

[61] Wenjia Wu, Jianan Wu, Yanhao Wang, and Ming Yang Zhen Ling. Eficient fingerprinting-based android device identication with zero-permission identiers. 2016. 25

[62] A. Yamashita and L. Moonen. Do code smells reflect important maintainability aspects? In *2012 28th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM)*, pages 306–315, Sept 2012. 25

[63] S. Yu. Big privacy: Challenges and opportunities of privacy study in the age of big data. 2016. 25

[64] Yuan Zhang, Min Yang, Zhemin Yang, Guofei GU, and Binyu Zang Peng Ning. Exploring permission induced risk in android-applications for malicious detection. 2004. 25

[65] Yuan Zhang, Min Yang, Zhemin Yang, and Binyu Zang. Permission use analysis for vetting undesirable behaviors in android apps. 2014. 25