

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE TAUBATÉ**

**RENAN RODRIGUES SANTANA**

**TATHIANE ALEM DE LIMA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO *MOBILE* PARA O  
ESTUDO DE SOLFEJO**

Taubaté-SP

2016

**RENAN RODRIGUES SANTANA**  
**TATHIANE ALEM DE LIMA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO *MOBILE* PARA O  
ESTUDO DE SOLFEJO**

Trabalho de Graduação apresentado à  
Faculdade de Tecnologia de Taubaté,  
como parte dos requisitos necessários  
para a obtenção do título de Tecnólogo  
em Análise e Desenvolvimento de  
Sistemas.

**Orientador: Me. Luiz Eduardo Souza Evangelista**

Taubaté-SP  
2016

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**Divisão de Informação e Documentação**

LIMA, Tathiane Alem de,  
SANTANA, Renan Rodrigues.  
Desenvolvimento de um aplicativo *mobile* para o estudo de solfejo.  
Taubaté, 2016.  
53f.

Trabalho de Graduação – Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de  
Sistemas,  
FATEC de Taubaté, 2016.  
Orientador: Me. Luiz Eduardo Souza Evangelista.

1. Desenvolvimento da ciência e tecnologia (computação). I. Faculdade de Tecnologia.  
FATEC de Taubaté. Divisão de Informação e Documentação. II. Desenvolvimento de  
um aplicativo *mobile* para o estudo de solfejo.

CDD 303.483

LIMA, Tathiane Alem de e SANTANA, Renan Rodrigues. **Desenvolvimento de um aplicativo *mobile* para o estudo de solfejo**. 2016. 53f. Trabalho de Graduação - FATEC de Taubaté.

**CESSÃO DE DIREITOS –**

NOME DO AUTOR: Renan Rodrigues Santana

NOME DO AUTOR: Tathiane Alem de Lima

TÍTULO DO TRABALHO: Desenvolvimento de um aplicativo *mobile* para o estudo de solfejo.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Graduação / 2016.

É concedida à FATEC de Taubaté permissão para reproduzir cópias deste Trabalho e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Trabalho pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

---

Renan Rodrigues Santana  
46166744-7

---

Tathiane Alem de Lima  
39771027-6

**Renan Rodrigues Santana**

**Tathiane Alem de Lima**

## **DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO *MOBILE* PARA O ESTUDO DE SOLFEJO**

Trabalho de Graduação apresentado à  
Faculdade de Tecnologia de Taubaté,  
como parte dos requisitos necessários  
para a obtenção do título de Tecnólogo  
em Análise e Desenvolvimento de  
Sistemas.

### **Composição da Banca**

---

**Me. José Geraldo Moraes**

---

**Dra. Divani Barbosa Gavinier**

---

**Me Luiz Eduardo Souza Evangelista**  
**Orientador**

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**DATA DA APROVAÇÃO**

## RESUMO

Para a formação de um músico, é fundamental a prática de exercícios que desenvolvam habilidades rítmicas e melódicas. Neste contexto, a arte do solfejo torna-se essencial. Compreende-se por solfejo, o ato de entoar o nome das notas musicais de uma melodia. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um aplicativo *mobile* com exercícios que aplicassem os conceitos do solfejo, visando a praticidade no estudo dessa arte. Para isso, foi abordada a teoria musical e as tecnologias necessárias à construção da aplicação. Também, foi feita uma análise de mercado, com o estudo de dois aplicativos destinados à educação musical. Foi definido que a solução seria destinada ao sistema operacional Android, por ser este o que possui o maior número de usuários. O desenvolvimento foi guiado por atividades de processo de *software* e seguiu os princípios de Interação Humano-computador para o projeto da interface. Já a elaboração dos exercícios, foi orientada por uma didática de ensino que tem como finalidade, a especialidade no estudo de solfejo. Após o desenvolvimento do aplicativo, denominado “Soulfeje!”, os resultados obtidos foram discutidos e comparados com as aplicações anteriormente analisadas, possibilitando constatar os diferenciais da solução desenvolvida.

**Palavras-Chave:** Solfejo; Aplicativo *mobile*; Educação musical; Android.

## ABSTRACT

For a musician's training, it is essential to practice exercises that develop rhythmic and melodic skills. In this context, the art of solfa becomes essential. It is understood by solfa, the act of intoning the name of the musical notes of a melody. The objective of this work is the development of a mobile application with exercises that apply to concepts of solfa, aiming the practicality in the study of this art. For this, it was approached a musical theory and technologies necessary for the building of the application. In addition, a market analysis was made with the study of two applications for music education. It was defined that a solution has been destined to the Android operating system, since it has the largest number of users. The development was guided by software process activities and followed the principles of Human-Computer Interaction for interface design. Also in the elaboration of the exercises were guided by a didactic of teaching that has as purpose, a specialty in the study of solfa. After the development of the application, called "Soulfeje!", the results obtained were discussed and compared with the previously analyzed applications, allowing to verify the differentials of the developed solution.

**Keywords:** Solfa; Mobile application; Musical education; Android.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
BPM	Batidas por minuto
Hz	<i>Hertz</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IHC	Interação Humano-computador
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Símbolos musicais. ....	15
Figura 2 - Metrônomo mecânico.....	15
Figura 3 - Notas em diferentes claves. ....	17
Figura 4 - Escala de dó maior. ....	17
Figura 5 - Tela de seleção de exercícios do Percepção Musical.....	25
Figura 6 - Tela inicial do Ouvido Perfeito 2 .....	26
Figura 7 - Divisão do mercado brasileiro do Sistema Android.....	27
Figura 8 - Diagrama de casos de uso para o Soulfeje!. ....	31
Figura 9 - Diagrama de atividades para o Soulfeje!. ....	32
Figura 10 - Exemplo de exercício do Passo 1 com complexidade baixa.....	39
Figura 11 - Exemplo de exercício do Passo 1 com complexidade alta. ....	40
Figura 12 - Melodia grave escrita na clave de sol. ....	41
Figura 13 - Melodia grave escrita na clave de fá.....	41
Figura 14 - Exemplo de resposta para o exercício do Passo 2 feminino.....	42
Figura 15 - Exemplo de resposta para o exercício do Passo 2 masculino. ....	42
Figura 16 - Exemplo de exercício Passo 3 feminino. ....	43
Figura 17 - Exemplo de exercício Passo 3 masculino.....	43
Figura 18 - Tela inicial. ....	45
Figura 19 - Tela de seleção de exercícios.....	46
Figura 20 - Tela de Leitura Rítmica. ....	46
Figura 21 - Tela de Leitura Métrica. ....	47
Figura 22 - Tela de Leitura Melódica.....	47
Figura 23 - Tela de Leitura Melódica após a ação de gravação.....	48



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Sinais de intensidades sonoras na música .....	14
Tabela 2 - Frequência das notas na escala de dó maior.....	18
Tabela 3 - Descrição dos requisitos funcionais para o Soulfeje! .....	29
Tabela 4 - Descrição dos requisitos não-funcionais para o Soulfeje! .....	30
Tabela 5 - Comparativo entre as abordagens de aplicação de exercícios .....	49

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
1.1	Objetivo geral .....	11
1.2	Objetivos específicos .....	11
1.3	Abordagem metodológica .....	11
2	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	13
2.1	Contextualização musical.....	13
2.1.1	Som.....	13
2.1.2	Ritmo e melodia .....	14
2.1.3	Notas musicais .....	16
2.1.4	Frequências das notas musicais .....	18
2.1.5	Solfejo na educação musical.....	19
2.2	Contextualização tecnológica.....	20
2.2.1	Smartphone e sua utilidade na educação .....	20
2.2.2	Sistema Android.....	21
2.2.3	Interação Humano-computador.....	21
2.3	Estudo de soluções similares .....	23
2.3.1	Percepção Musical .....	23
2.3.2	Ouvido Perfeito 2.....	25
3	SOLUÇÃO PROPOSTA .....	27
3.1	Análise de Requisitos.....	28
3.1.1	Requisitos funcionais.....	29
3.1.2	Requisitos não-funcionais .....	30
3.2	Modelagem.....	31
3.3	Desenvolvimento do Projeto.....	33
3.3.1	Tecnologias Utilizadas.....	33
3.3.2	Construção .....	33
3.3.2.1	Layout.....	33
3.3.2.2	Codificação .....	35
3.3.3	Elaboração dos Exercícios .....	38
3.3.3.1	Passo 1 – Leitura rítmica .....	38
3.3.3.2	Passo 2 – Leitura métrica .....	40

	3.3.3.3 Passo 3 – Leitura melódica.....	42
4	RESULTADOS OBTIDOS .....	45
5	CONCLUSÃO.....	50
6	REFERÊNCIAS.....	51

# 1 INTRODUÇÃO

No universo da música, tão importante quanto a inspiração e a criatividade, é o tempo dedicado ao estudo dos elementos que a envolvem, como por exemplo, a harmonia, a divisão rítmica e a melódica. Em relação à divisão rítmica e melódica, uma aplicação particularmente útil desses conceitos é a arte do solfejo.

Segundo Willems (1967)

O solfejo diz respeito, sobretudo, à leitura e à escrita da música. Neste duplo aspecto é de natureza intelectual. Destinado, porém a servir a *arte da música*, implica bases rítmicas e auditivas vivas, sem as quais o solfejo poderá afastar da música os alunos.

Para a prática do solfejo, é desejável que o músico tenha à disposição um instrumento que dê a base melódica fiel ao som absoluto das notas para a formação de seu “ouvido musical”. Tendo isso em vista, um estudante que não possui um instrumento poderia se beneficiar com uma aplicação que forneça a base melódica para seu estudo. Isso, aliado aos recursos disponíveis em um dispositivo móvel, proporcionaria um ambiente mais interativo e efetivo ao aprendizado.

Apesar da existência de diversos aplicativos destinados à educação musical no mercado, como o Ouvido Perfeito e o Percepção Musical, há uma lacuna quando se procura uma solução específica ao estudo de solfejo, pois a maioria deles oferece exercícios para a prática de elementos isolados da música.

Esse cenário motivou o desenvolvimento de uma solução que atenda essa demanda, facilitando a prática de exercícios relacionados a essa área do estudo de música em específico.

Neste trabalho, serão abordados inicialmente, os conhecimentos musicais e tecnológicos que embasarão o desenvolvimento da solução. Após essa contextualização, apresentar-se-á uma descrição do desenvolvimento do *software* em questão, seguida pela análise dos resultados e conclusão.

## 1.1 Objetivo geral

Este trabalho objetiva desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis para o estudo de solfejo, permitindo ao usuário um meio prático de exercitar as técnicas pertinentes a esta prática através de exercícios rítmicos, métricos e melódicos executados pelo aplicativo.

## 1.2 Objetivos específicos

Tendo em vista a necessidade de um aplicativo específico ao estudo de solfejo e a relevância deste estudo para a formação de um músico, este trabalho propõe-se desenvolver uma solução que ofereça exercícios rítmicos, métricos e melódicos para a prática dessa arte.

Para que o aplicativo ofereça um ambiente propício ao aprendizado, foram definidas as seguintes funcionalidades:

- Reproduzir linhas rítmicas;
- Reproduzir linhas melódicas;
- Tocar metrônomo (conceito será apresentado na pag. 15);
- Apresentar orientações sobre a execução dos exercícios;
- Gravar execução do usuário;
- Compartilhar áudio gravado.

O aplicativo também deve ser prático e fácil de usar, de forma a apresentar uma interface atrativa ao usuário, para que este possa beneficiar-se dos estudos com satisfação.

## 1.3 Abordagem metodológica

Seguindo os princípios de processo de *software* definidos por Pressman (2011), o desenvolvimento da aplicação deverá compreender as seguintes atividades:

- **Comunicação:** Levantamento das necessidades que ajudarão a definir os requisitos e funcionalidades a serem implementados no *software*. Esta etapa

se dará através da contextualização musical das técnicas do estudo de solfejo e da análise de aplicações semelhantes;

- **Planejamento:** Formalização das necessidades levantadas na etapa anterior, através da definição das funcionalidades presentes no sistema, do ambiente e dos recursos necessários para sua implementação. Além disso, são também fixados os prazos e as tarefas necessárias para se atingir as metas definidas. Para o atendimento destes pontos, será realizado o levantamento dos requisitos e a elaboração de um cronograma contendo as atividades necessárias para a implementação;
- **Modelagem:** Criar representação do que será desenvolvido no sistema para maior entendimento dos requisitos. A modelagem da aplicação será feita com a elaboração de diagramas e o esboço das telas;
- **Construção:** Início das atividades de codificação das funções definidas na etapa do “Planejamento”, e representadas na modelagem, além da elaboração de testes visando garantir o correto funcionamento do *software* desenvolvido.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Sendo a solução proposta o desenvolvimento de um aplicativo para o estudo de solfejo, faz-se conveniente a abordagem de dois temas fundamentais para melhor compreensão deste trabalho, sendo eles a teoria musical necessária ao entendimento do solfejo, e a tecnologia que envolve o desenvolvimento do aplicativo. Além disso, também serão apresentadas soluções similares disponíveis no mercado para o problema em questão para efeitos de comparação de abordagem.

### 2.1 Contextualização musical

Segundo Med (2012), “MÚSICA é a arte de combinar os sons simultânea e sucessivamente, com ordem, equilíbrio e proporção dentro do tempo”. Já o estudo das propriedades do som é considerado por Lacerda (1966) como a teoria elementar da música. Por esta razão, este será o primeiro assunto a ser tratado. Após isso, serão apresentados os conceitos de ritmo e melodia, além das notas musicais e as frequências das mesmas. Por fim, será abordado o uso da técnica do solfejo na educação musical.

#### 2.1.1 Som

O som tem quatro propriedades, segundo Lacerda (1966): duração, intensidade, timbre e altura.

A duração compreende o tempo que determinado som permanece em execução. Por meio dele é possível definir o ritmo musical através da variação de durações dos sons e de ausências sonoras.

Já a Intensidade diz respeito ao volume do som emitido. Por meio dela é implementada a dinâmica na música através de sinais, partindo do **fff** que representa a intensidade máxima até a mais fraca pelo sinal **ppp**, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1 - Sinais de intensidades sonoras na música**

Sinal	Significado
<i>fff</i>	<i>Fortississimo</i>
<i>ff</i>	<i>Fortissimo</i>
<i>f</i>	<i>Forte</i>
<i>p</i>	<i>Piano</i>
<i>pp</i>	<i>Pianissimo</i>
<i>ppp</i>	<i>Pianississimo</i>

O timbre, por sua vez, relaciona-se à qualidade do som que possibilita ao ouvinte identificar sua origem. Assim é possível distinguir o som de um instrumento dos demais, mesmo quando os mesmos reproduzem um som na mesma altura.











Por fim, a altura é determinada pela frequência das vibrações, isto é, da sua velocidade. Med (2012), afirma que quanto maior for a velocidade da vibração, mais agudo será o som. Na música, a altura do som define as diferentes notas musicais, formadas a partir de intervalos regulares de frequência medidas em Hz (*Hertz*).

### **2.1.2 Ritmo e melodia**

Para fins didáticos, a música é dividida em melodia, ritmo, contraponto e harmonia, segundo Med (2012). Considerando a abrangência deste estudo, serão enfatizados apenas as áreas da melodia e do ritmo.

“ O RITMO é a organização do tempo. O ritmo não é, portanto, um som, mas somente um tempo organizado”, afirma Med (2012). Sendo assim, o ritmo é implementado na música através da propriedade “duração do som”. Na notação musical atual, a duração do tempo é traduzida através de símbolos denominados figuras musicais, conforme mostra a Figura 1, do portal Canção Nova (2016):



Figura Positiva					
Proporção	4	2	1	1/2	1/4
Figura Negativa					
Nome	Semibreve	Mínima	Seminima	Colcheia	Semi colcheia
Denominador de indicação	1	2	4	8	16

**Figura 1 - Símbolos musicais.**

**Fonte: Portal Canção Nova (2016)**

É importante salientar que o valor de cada figura não é absoluto. O mesmo é determinado pelo andamento, ou seja, a velocidade de execução da música e da unidade de tempo que pode ser dada em semínimas por minuto, por exemplo, onde cada nota obedece à proporção de tempo apresentada na Figura 1.

Um instrumento particularmente útil para auxiliar o músico na contagem do tempo é o metrônomo. Segundo Alves (1956), “metrônomo é um aparelho mecânico ou eletrônico que possui marcação das velocidades. A marcação é feita em batidas (pulsos) por minuto (bpm)”. Assim, se o metrônomo marcar 60 bpm, serão executadas 60 batidas por minuto. A Figura 2 apresenta um exemplo de metrônomo mecânico.



**Figura 2 - Metrônomo mecânico.**

**Fonte: Portal Portal Música (2011).**

Já a MELODIA caracteriza-se por ser a área da música que une as propriedades de altura e de duração do som. A definição de melodia segundo Lacerda (1966) descreve-a como sendo “[...] uma sucessão de sons de alturas e valores diferentes, que obedece a um sentido lógico musical”. Med (2012) complementa dizendo que “[...] a melodia é a visão horizontal da música”.

### 2.1.3 Notas musicais

As notas musicais constituem o componente principal da melodia, pois elas representam as diferentes alturas do som e sua duração. Conforme Lacerda (1966) expõe, em música, a palavra nota é usada com dois significados:

- **Sinal**: Representa o som no papel;
- **Altura do som**: As notas “dó”, “ré”, etc.

Com relação à notação musical, para que os símbolos musicais possam representar, além da duração, a altura do som, é necessário que estejam dispostos em um pentagrama ou pauta. Segundo Med (2012), pentagrama é definido como “[...] a disposição de cinco linhas paralelas horizontais e quatro espaços intermediários, onde se escrevem as notas musicais”. Mas o pentagrama apenas, não é suficiente para definir a altura das notas. “O nome e significado das figuras é determinado por claves.”, segundo Hindemith (2004). Med (2012) afirma que:

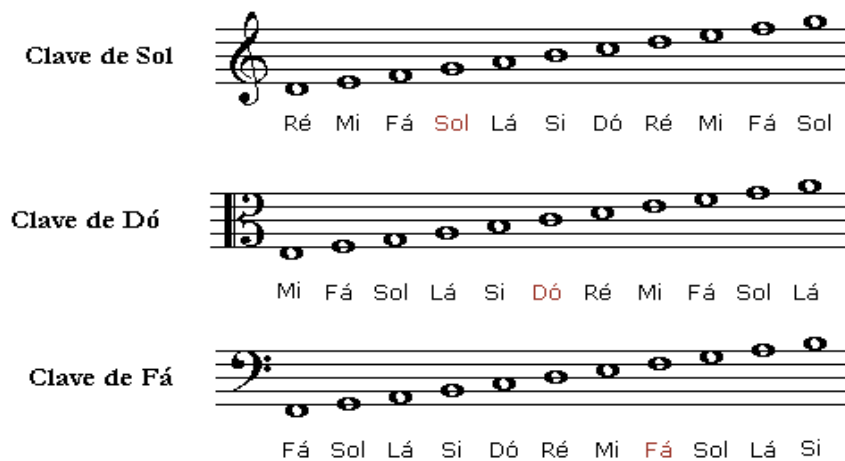
A CLAVE é um sinal colocado no início da pauta que dá seu nome à nota escrita em sua linha. Nos espaços e nas linhas subsequentes, ascendentes ou descendentes, as notas são nomeadas sucessivamente de acordo com a ordem: dó – ré – mi – fá – sol – lá – si – dó.

Obs.: 1) A palavra CLAVE vem do latim e significa “chave”.

2) Atualmente usam-se três tipos de clave: de Sol, de Fá e de Dó.

3) As claves derivam de letras maiúsculas que eram indicações das linhas nas pautas primitivas. O desenho da clave se repete rigorosamente no início de cada nova pauta.

As principais claves com as respectivas nomeações das notas são apresentadas na Figura 3, do Portal Coral Accordis (2015):

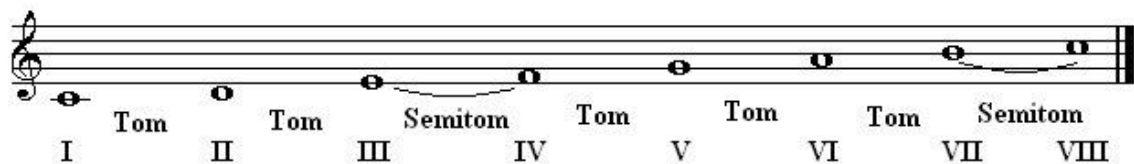


**Figura 3 - Notas em diferentes claves.**

**Fonte: Portal Coral Acorddis (2015)**

A diferença de altura entre duas notas, os intervalos, podem variar, e são expressos em tons e semitons. Lacerda (1966) afirma que “SEMITOM é o menor intervalo usado na música ocidental” [ao passo que] “TOM é o intervalo equivalente à soma de dois semitons”.

As notas apresentadas na Figura 3 fazem referência à escala de Dó Maior. “Dá-se o nome de *escala* a uma série de notas sucessivas, separadas por tons e semitons”, conforme Lacerda (1966). “Uma escala maior é a sucessão de tons inteiros e de semitonos, cuja ordem é, invariavelmente, a mesma que da escala de dó”, segundo afirmação de Hindemith (2004). A escala maior de dó com seus respectivos intervalos é representada na Figura 4, do Portal Música e Teoria (2015).



**Figura 4 - Escala de dó maior.**

**Fonte: Portal Musica e Teoria (2015)**

### 2.1.4 Frequências das notas musicais

Na Figura 4, os símbolos I e VIII representam a nota Dó. Essa repetição, porém, é apenas aparente, pois estão em alturas diferentes. A primeira é mais grave e a segunda mais aguda, pois a escala repete-se indefinidamente para sons mais graves e mais agudos. Essa diferença de altura dá-se pela diferença da frequência de vibração do som. Lacerda (1966) afirma que “Quanto maior a frequência, mais agudo é o som”.

Assim, para cada nota musical, há uma frequência predefinida. Na Tabela 2 de Prescinato (2011), são apresentadas as frequências de cada nota levando em consideração a escala de Dó Maior.

**Tabela 2 - Frequência das notas na escala de dó maior.**

**Fonte: Prescinato (2011)**

Notas	Frequências
Dó	261,63 Hz
Ré	293,66 Hz
Mi	329,63 Hz
Fá	349,23 Hz
Sol	391,99 Hz
Lá	440,00 Hz
Si	493,88 Hz

Através dessas frequências, é possível se obter a mesma escala em diferentes alturas (mais graves ou mais agudas), pois uma nota mantém uma relação de 1 para 2 com suas homônimas. Por exemplo: a nota Lá (440 Hz) multiplicada por 2 = 880 Hz é também uma nota Lá, porém mais aguda. Da mesma forma, para se obter um Lá mais grave, divide-se seu valor de frequência (440 Hz) por 2 = 220 Hz.

### 2.1.5 Solfejo na educação musical

A definição de solfejo segundo Lacerda (1964) “[...] é a entoação rítmica de uma melodia, pronunciando os nomes das notas”.

No processo de aprendizado musical, Lacerda (1964) completa que em sua didática de ensino a entoação e o ritmo são separados e passados progressivamente ao aluno.

Como uma das regras básicas da pedagogia é “apresentar uma dificuldade de cada vez”, conclui-se que é contraproducente procurar resolver, ao mesmo tempo, problemas de entoação e ritmo” (Lacerda, 1964).

O estudo do solfejo foi utilizado, ao longo do tempo pelos professores com o intuito de trabalhar com os alunos os valores musicais, auditivos e rítmicos. Para Willems (1967), “O momento mais delicado na educação musical é aquele em que o aluno, depois de ter vivido os elementos essenciais, deve passar da experiência prática à consciência refletida”. Assim, ele complementa dizendo que a solução está na realização de cursos preparatórios à base de exercícios sensoriais, canto, e ordenações elementares (sons e nomes) e da prática do sentido do ritmo e da métrica, justificando assim, a importância do solfejo na educação musical.

Para o portal Debora Abreu (2008), “o solfejo é importante porque trabalha com o ritmo, melodia, afinação [...] importantes para o desenvolvimento musical de uma pessoa”. Ainda segundo o portal, este pode ser realizado seguindo alguns passos como:

- Fazer uma leitura rítmica, ou seja, ler apenas o ritmo, sem o nome ou entonação das notas;
- Fazer uma leitura métrica, que significa dizer o nome das notas, juntamente com o ritmo;
- Cantar uma escala na tonalidade do solfejo, subindo e descendo várias vezes;
- Fazer o solfejo, entoando a melodia no ritmo correspondendo e dizendo o nome das notas.

## 2.2 Contextualização tecnológica

Abordada a parte musical, enfatizar-se-á a parte diretamente relacionada à tecnologia envolvida no desenvolvimento da solução, apresentando-se primeiramente, a relevância do uso de *smartphones* na educação e em seguida, os conceitos relacionados ao sistema Android e aos princípios que orientarão o desenvolvimento da interface.

### 2.2.1 *Smartphone* e sua utilidade na educação

Com mais de 20 anos de existência, os *smartphones* vêm se tornando populares nesta última década, trazendo mobilidade e maior acesso às informações a grande parcela da sociedade contemporânea.

Segundo Duarte (2014),

O termo “*smartphone*” vem do inglês, que significa “telefone inteligente”. *Smartphones* são aparelhos celulares que possuem tecnologias mais avançadas do que os aparelhos comuns, como por exemplo, os antigos Nokia 3310. Parecidos com os computadores, eles executam programas através de um sistema operacional.

Grande parte da popularização dos *smartphones* deve-se ao uso de aplicativo que trazem soluções para as mais variadas necessidades. Aplicativos, como define Santos (2013), “podem ser considerados também como *softwares*, são programas computacionais com o objetivo de auxiliar o usuário em determinada tarefa”.

Uma das muitas áreas beneficiadas com o uso dos *smartphones* é a educação musical. Isso porque, conforme Duarte (2014) explica, “Uma das vantagens do uso de dispositivos móveis na educação é a possibilidade de aprender em qualquer lugar e a qualquer momento”. Shuler (2009 *apud* Duarte, 2014) continua, afirmando que “aparelhos móveis são também uma forma de inclusão digital para as classes menos favorecidas, por seu baixo custo, além de ter o potencial de adequar-se às particularidades de cada aluno e prepará-lo para os desafios tecnológicos do século XXI”.

### 2.2.2 Sistema Android

Entre os *smartphones* oferecidos no mercado, estão os que utilizam o sistema Android em seu funcionamento. A definição de Android e sua origem conforme Monteiro (2013)

[...] Android é uma plataforma composta de um sistema operacional, *middlewares* e um conjunto de aplicativos principais como os Contatos, Navegador de Internet e o Telefone propriamente dito. [...] Baseado no Linux, o sistema operacional Android teve seu desenvolvimento iniciado em 2003 pela empresa Android Inc. Em 2005, a empresa foi adquirida pelo Google, que hoje lidera o desenvolvimento do Android.

Atualmente, o Android lidera o mercado de dispositivos móveis com supremacia (59% do mercado de *smartphones* em 2012). Segundo Monteiro (2013), isso se deve ao baixo custo, tanto dos dispositivos quanto dos aplicativos, à facilidade de uso e por seus aplicativos serem desenvolvidos em Java, uma linguagem altamente difundida. Para o desenvolvimento de aplicações, o Sistema Operacional Android oferece diversas APIs (*Application Programming Interface* - Interface de Programação de Aplicação) úteis na programação. Entende-se por API, ferramenta com diversas funcionalidades provendo os serviços do sistema, segundo Paula (2013).

### 2.2.3 Interação Humano-computador

O desenvolvimento de aplicações, além da parte operacional, leva em consideração o projeto da interface de interação com o usuário. A interface pode ser compreendida como a superfície de contato que reflete propriedades físicas das partes que interagem, as funções a serem executadas e o balanço entre o poder e o controle segundo Laurel (1993 apud Rocha e Baranauskas, 2000). Rogers (2013) considera que bons *designs* são aqueles que são fáceis de aprender a usar, eficazes e que proporcionam ao usuário uma experiência agradável.

Com isso, na área da computação são aplicados os princípios de IHC (Interação Humano-computador), que trata do *design*, da avaliação e da implementação de sistemas de computação interativos para uso humano e estuda fenômenos importantes que os rodeiam, segundo - ACM SIGCHI (1992, *apud* Rogers, 2013).

Para dispositivos móveis, os princípios de IHC são bem específicos, pois segundo Kunjachan (2011 *apud* Machado Neto, 2013), possuem características e limitações físicas distintas. Após realizar uma pesquisa sobre os princípios de usabilidade levantados pelas empresas Apple, Google, Microsoft, Blackberry e Nokia, Machado Neto (2013) relaciona o que ele considera ser as principais *guidelines* (diretrizes) para a criação de interfaces para dispositivos móveis:

- **Destaque a principal atividade da aplicação e garanta os subsídios necessários para que o usuário complete qualquer tarefa:** Manter o foco na tarefa principal da aplicação em todas as telas, buscando apresentar ao usuário somente as informações relevantes para a realização da atividade a ser realizada;
- **Disponibilize um caminho lógico para o usuário:** É importante que a navegação do aplicativo seja compreensível ao usuário, para que ele tenha acesso aos recursos com maior facilidade;
- **Torne a interação fácil e óbvia:** A interface deve ser intuitiva, ou seja, o usuário deve entender facilmente o que deve ser feito;
- **Estimule a conectividade e o comportamento colaborativo:** É interessante que o aplicativo possua formas de interação com outras aplicações ou possibilite compartilhar resultados e informações com outras pessoas;
- **Torne a interface mais realista possível:** A satisfação do usuário em relação à aplicação aumenta se este encontra uma interface familiar e semelhante ao que já conhece;
- **Dê suporte à mudança de orientação:** A interface deve ser projetada para adequar-se tanto na orientação vertical, quanto na horizontal. Caso a aplicação necessite ser apresentada apenas em uma



orientação, a interface deve ser exibida sempre nessa orientação, independente da ação do usuário;

- **Mantenha o usuário ciente de qualquer ação:** O usuário deve ser avisado de qualquer ação que este não espera, como encerrar a aplicação, pois o contrário pode fazer o usuário pensar que a aplicação parou de funcionar;
- **Aposte em um *design* minimalista:** É importante que a interface possua recursos visuais suficientes ao entendimento do usuário, sem deixar de ser simples, com o uso equilibrado de componentes, cores e animações;
- **Use imagens e gráficos em alta definição e editados profissionalmente:** As imagens e ícones devem ser bem elaborados, pois exercem papel importante na impressão que o usuário terá da aplicação.

## 2.3 Estudo de soluções similares

Como parte do processo de estudo de mercado, de viabilidade da solução proposta e do levantamento de requisitos, foram elencadas e avaliadas as principais opções de *software* com proposta semelhante a apresentada nesta monografia. Os resultados seguem na sequência:

### 2.3.1 Percepção Musical

Aplicativo oferecido por Apps Musycom para o Sistema Operacional Android, sendo compatível com as versões 2.3 e superiores.

Neste aplicativo são apresentadas ao usuário, cinco opções de idiomas (inglês, espanhol, francês, italiano e português) para a realização dos exercícios. Os exercícios são separados entre rítmicos e melódicos, sendo cada um dividido também em quatro categorias (A, B, C e D), representando níveis de dificuldade diferentes.

Os exercícios são realizados em formato de teste, onde são dadas duas pautas diferentes e, após ouvir a execução de uma linha rítmica ou melódica tocada pelo aplicativo, o usuário deve selecionar a pauta correspondente à resposta certa.

Segundo a descrição do desenvolvedor na loja *online* da Google, os exercícios de cada categoria seguem o seguinte padrão:

- **Primeira fase (A):**
  - Execução do exercício;
  - Auxílio de animações;
  - Repetição ilimitada da execução;
  - Em caso de resposta errada, o exercício é repetido.
- **Segunda fase (B):**
  - O exercício é executado somente uma vez;
  - Auxílio de animações;
  - Marcação de pontos;
  - Não há repetição do exercício.
- **Terceira fase (C):**
  - O exercício é executado somente uma vez;
  - Auxílio de animação, somente para marcação dos compassos;
  - Marcação de pontos;
  - Não há repetição do exercício.
- **Quarta fase (D):**
  - O exercício é executado somente uma vez;
  - Não há auxílio de animações;
  - Marcação de pontos;
  - Não há repetição do exercício.

A captura de tela mostrada na Figura 5 exibe a tela de seleção de exercícios do aplicativo.



Figura 5 - Tela de seleção de exercícios do Percepção Musical

Fonte: Aplicativo Percepção Musical (2016).

### 2.3.2 Ouvido Perfeito 2

O Ouvido Perfeito 2, desenvolvido originalmente em inglês por Alexandre Osmanov e traduzido para o português por Christian Pereira, é um aplicativo para músicos que tem o objetivo de desenvolver habilidades auditivas e rítmicas ao estudante de música.

Foi disponibilizado para o Sistema Operacional Android para as versões 4.1 e superiores, disponibilizado na loja *online* da Google.

Seus exercícios são divididos em cinco categorias:

- **Treinamento de ouvido**: Possui exercícios que permitem a identificação, a leitura e o canto de intervalos, escalas e acordes;
- **Exercícios Rítmicos**: Com exercícios para tocar um padrão rítmico mostrado na pauta ou repetir um ritmo ouvido pelo usuário;
- **Treinadores**: Possui exercícios rápidos para as habilidades de leitura à primeira vista, canto de notas e leitura de escalas;
- **Teoria**: Explicação de conceitos importantes da teoria musical.
- **Desafios**: Reunião de exercícios para serem efetuados com a maior pontuação possível.

A captura de tela mostrada na Figura 6 apresenta a tela inicial do aplicativo.



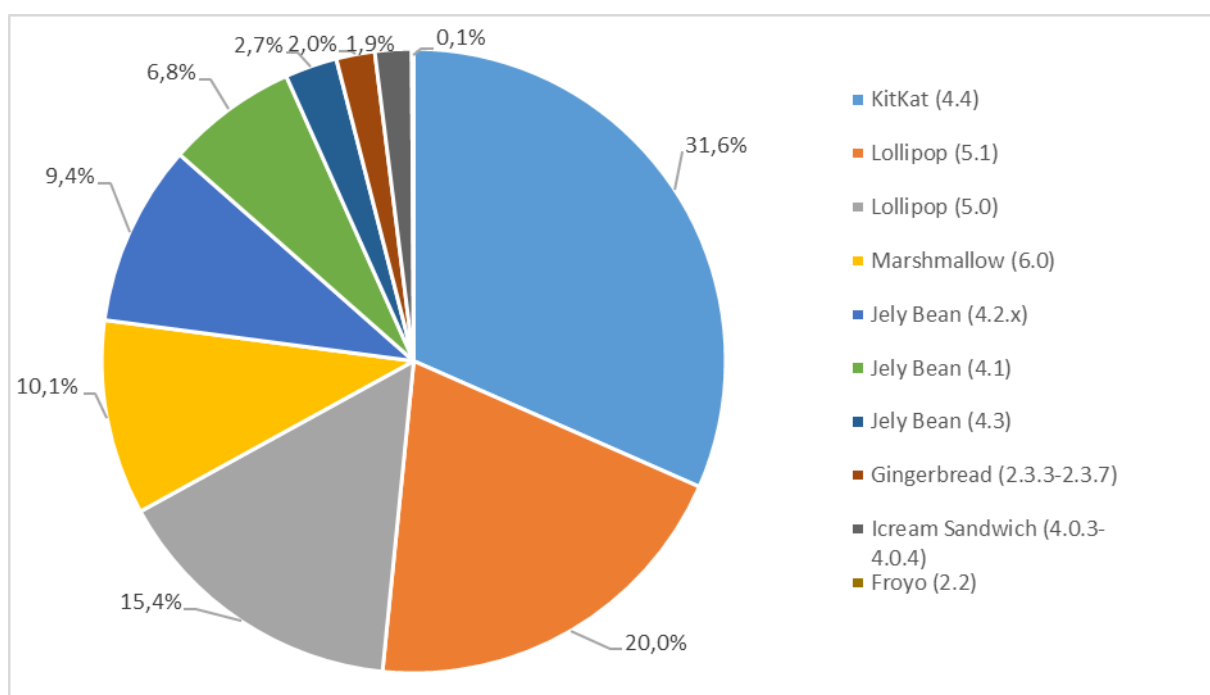
**Figura 6 - Tela inicial do Ouvido Perfeito 2.**

**Fonte: Aplicativo Ouvido Perfeito 2 (2016).**

### 3 SOLUÇÃO PROPOSTA

Com base nos conceitos abordados na Contextualização e visando o atendimento dos princípios do estudo de solfejo, idealizou-se a solução como sendo um aplicativo para *smartphone* com exercícios para a prática de solfejo.

A aplicação visa oferecer a independência de um instrumento e um ambiente de estudo que possa ser acessado em qualquer lugar, razão pela qual a mesma será destinada a *smartphones*. Ela também será desenvolvida para o Sistema Operacional Android, por ser o sistema mais popular no mercado brasileiro, com 92,4% das vendas de *smartphones* em janeiro de 2016, segundo o portal Kantar *Worldpanel* (2016). Além disso, estará disponível para a versão 4.0.3 e posteriores, pois estes representam 97,9% dos dispositivos ativos, conforme dados do portal Tecmundo de junho de 2016, representados na Figura 7.



**Figura 7 - Divisão do mercado brasileiro do Sistema Android.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio, adaptado do Portal Tecmundo (2016).**

Visando oferecer ao usuário uma experiência de aprendizado agradável e intuitiva, a interface do aplicativo será desenvolvida seguindo os principais conceitos da IHC. Isso levará em conta a disposição dos botões e imagens, a organização dos

exercícios, o uso de ícones com aparência familiar e a escolha de cores que contrastem os diferentes componentes na tela. A escolha do nome da aplicação, definida como **Soulfeje!**, também levou em conta os conceitos de familiaridade e intuitividade descritos pela IHC, buscando criar uma relação com a atividade fim para a qual foi proposto (o estudo de solfejo).

Com relação à disposição dos exercícios, será feita uma divisão por tessitura vocal, ou seja, por melodias formadas por um grupo de notas confortáveis ao canto para determinado usuário. Essa separação será feita entre melodias com notas mais graves, classificadas como do gênero masculino e com notas mais agudas, como do gênero feminino.

Já no tocante à aplicação dos exercícios, considerou-se a necessidade levantada por Williens (1967) de apresentar ao estudante de solfejo, uma dificuldade por vez e também as orientações do portal Débora Abreu (2008) de realizar etapas de leitura preparativas ao solfejo. Por isso, cada exercício será dividido em leitura rítmica, leitura métrica e leitura melódica.

Como apoio ao ambiente de estudo, o aplicativo fornecerá um metrônomo, ajustado conforme a velocidade do exercício para facilitar a contagem do tempo de duração das notas. Também, em cada etapa de leitura do exercício, o usuário poderá ter acesso a um conteúdo explicativo, com orientações sobre a sua execução. Após o treino das três fases de leitura do exercício, o aplicativo oferecerá ao estudante a opção de gravar o seu solfejo e compartilhá-lo com outros estudantes e profissionais de música, permitindo ao usuário obter comentários e avaliações de seu desempenho.

### **3.1 Análise de Requisitos**

Sommeville (2003) define requisitos como as descrições das funções e das restrições para o sistema.

Sobre a Análise de requisitos, Pressman (2011) afirma que ela “resulta na especificação de características operacionais do *software*, indica a interface do *software* com outros elementos do sistema e estabelece restrições que o *software* deve atender”.

Paula Filho (2013) por sua vez, destaca que os requisitos costumam ser divididos entre os que representam os comportamentos que um programa ou sistema deve apresentar diante de certas ações de seus usuários (requisitos funcionais) e os que quantificam determinados aspectos de seu comportamento (requisitos não-funcionais).

Com base nisso, foram levantados os requisitos funcionais e não-funcionais para o desenvolvimento da solução proposta.

### 3.1.1 Requisitos funcionais

“Os requisitos funcionais para um sistema descrevem a funcionalidade ou os serviços que se espera que o sistema forneça”, afirma Sommerville (2003). Sendo assim, foram levantadas as funcionalidades para o Soulfeje!, como mostra a Tabela 3.

**Tabela 3 - Descrição dos requisitos funcionais para o Soulfeje!**

<b><u>Resumo</u></b>	<b><u>Descrição</u></b>
Dividir os exercícios por gênero.	Permitir a seleção de exercícios de acordo com o gênero selecionado. O gênero feminino deve compreender exercícios com melodia mais agudas e o masculino com as mesmas melodias, porém, uma oitava mais grave.
Listar exercícios.	Listar todos os exercícios relacionados ao gênero selecionado.
Apresentar os exercícios em etapas incrementais.	Em cada exercício, deve ser separado os diferentes aspectos da leitura musical (leitura rítmica, métrica e melódica) preparando o usuário para o solfejo.
Apresentar orientação de execução dos exercícios.	Deve ser apresentado ao usuário, orientações sobre a execução de cada passo do exercício. Essas informações devem estar disponíveis para consulta durante a execução da etapa
Oferecer ao usuário, a	Deve ser oferecida a opção de tocar metrônomo

execução de um metrônomo.	nas etapas anteriores à leitura melódica (rítmica e métrica) como forma de auxílio na execução do aspecto rítmico dos exercícios.
Tocar a execução correta do exercício.	Para cada etapa, a aplicação deve fornecer o áudio com a execução esperada do exercício. Na leitura rítmica e métrica, o áudio deve demonstrar apenas o ritmo. Somente na leitura melódica, o áudio deverá ser composto pela linha melódica
Gravar resposta do usuário.	A última etapa de cada exercício (a leitura melódica) deve oferecer a opção de gravar a execução do solfejo pelo usuário.
Compartilhar resposta gravada.	O aplicativo deve oferecer a opção de compartilhamento do áudio da resposta gravado pelo usuário.

### 3.1.2 Requisitos não-funcionais

Segundo Sommerville (2003), “os requisitos não-funcionais, como o nome sugere, são aqueles que não dizem respeito diretamente às funções específicas fornecidas pelo sistema”. Paula Filho (2013) salienta que “os requisitos não-funcionais incluem os requisitos de desempenho e outros atributos de qualidade do produto. Incluem-se aqui também os requisitos lógicos sobre os dados persistentes e os requisitos de natureza técnica [...]”. Considerando estas definições, relacionou-se os requisitos não-funcionais inerentes a solução proposta, descritos na Tabela 4.

**Tabela 4 - Descrição dos requisitos não-funcionais para o Soulfeje!**

<u>Resumo</u>	<u>Descrição</u>
Sistema Operacional Android igual ou superior a <i>Ice Cream Sandwich</i> .	A aplicação requer um <i>smartphone</i> com Sistema Operacional Android com versão 4.0.3 ou superior
Recursos de <i>Hardware</i> de entrada e saída de áudio, e	O <i>smartphone</i> deve ter recursos de <i>hardware</i> que possibilitem a entrada e saída de áudio, além de

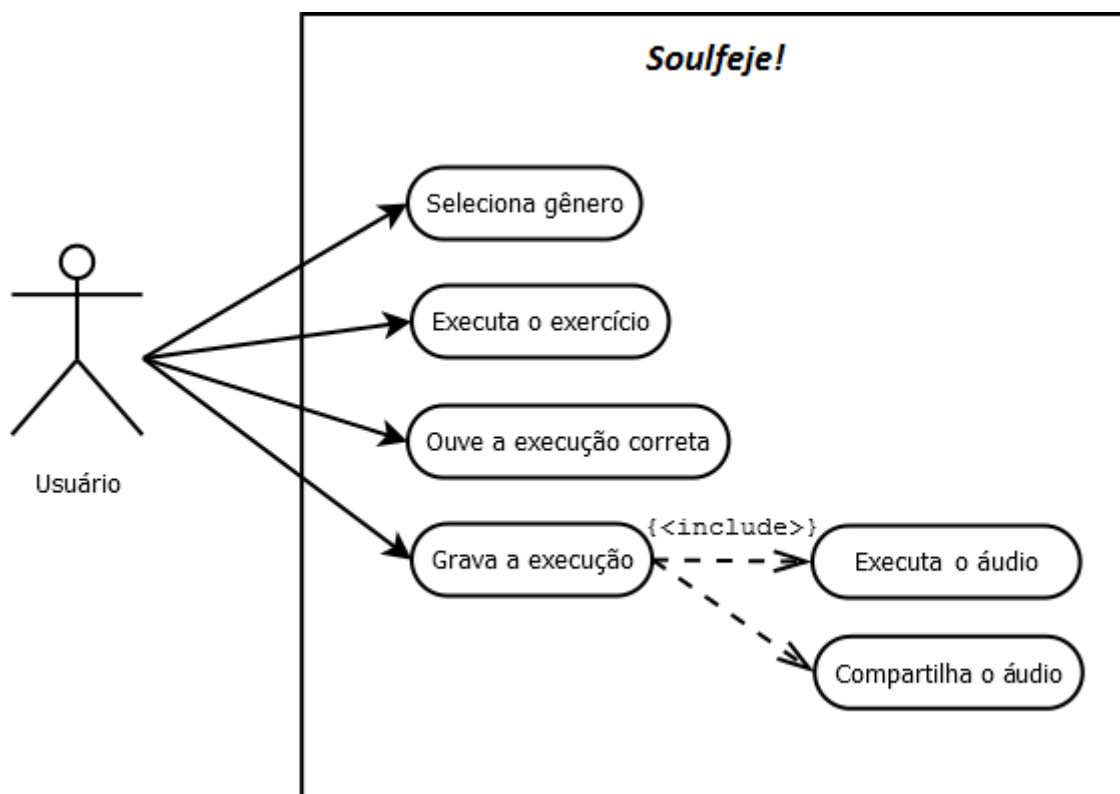


tela <i>touchscreen</i> .	tela sensível ao toque ( <i>touchscreen</i> )
Espaço em disco de pelo menos 10 MB	A aplicação requer espaço em disco disponível, de pelo menos 10MB para seu armazenamento.

### 3.2 Modelagem

Com o levantamento de requisitos realizado, foi possível iniciar a etapa “Modelagem” descrita no título 1.3.

Para esta etapa, foi construído o Diagrama de Casos de Uso, apresentado na Figura 8, onde o ator representa o usuário do aplicativo realizando tarefas por meio da aplicação.



**Figura 8 - Diagrama de casos de uso para o Soulfeje!.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

Para melhor entendimento das atividades possíveis no aplicativo a ser construído, foi construído também, o Diagrama de Atividades, apresentado na Figura 9, com base nos esboços das telas desenhados para a aplicação.

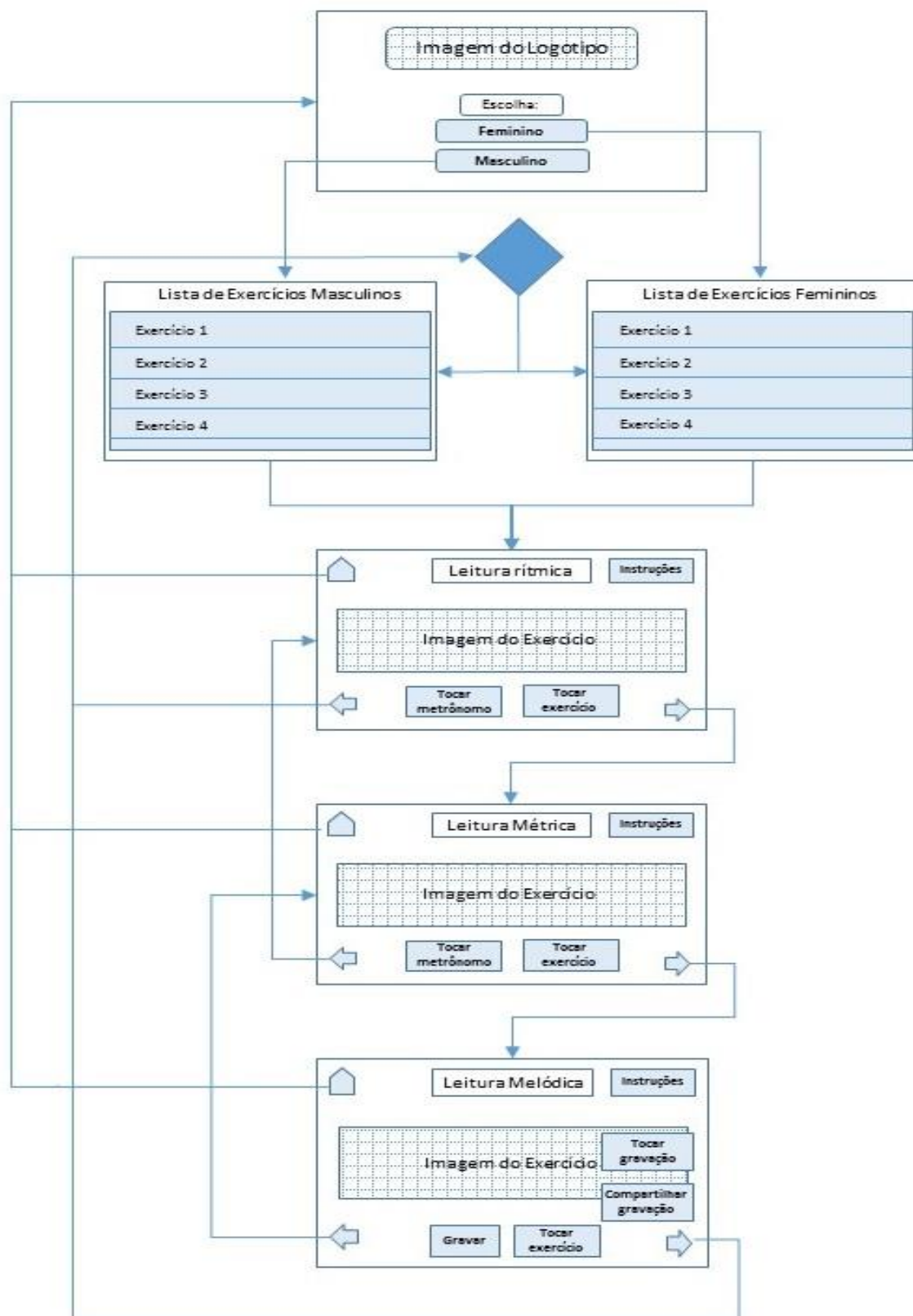


Figura 9 - Diagrama de atividades para o Soulfeje!.

Fonte: Desenvolvimento próprio

### 3.3 Desenvolvimento do Projeto

Após a análise de requisitos e modelagem do sistema, foi desenvolvido o projeto da solução conforme detalhado a seguir.

#### 3.3.1 Tecnologias Utilizadas

Como o aplicativo é destinado à *smartphones* Android, utilizou-se sua linguagem de programação nativa, a saber, o Java na versão 1.8.0\_111, através da IDE (*Integrated Development Environment* - Ambiente de Desenvolvimento Integrado) de desenvolvimento Android Studio. Para acesso aos recursos de *hardware* do *smartphone*, foram usadas as APIs das versões do sistema operacional aos quais o aplicativo visa atender, a saber, da 15 (*Ice Cream Sandwich* – versão 4.0.3) a 23 (*Marshmallow* – versão 6.0).

Na elaboração dos exercícios, foi usado o *software* Encore na versão 5.0.2 para a criação das partituras e respectivos arquivos de áudio além do aplicativo *open source* - código aberto, *GIMP* para a edição das imagens.

#### 3.3.2 Construção

Neste tópico será abordada a etapa de construção da solução proposta. Para facilitar o entendimento, ela será dividida em *layout* e codificação.

##### 3.3.2.1 Layout

A IDE Android Studio faz uso de arquivos XML's (*eXtensible Markup Language* – Linguagem de marcação) para a construção de páginas de *layout* que são usadas para a inserção de componentes e a definição da posição dos mesmos.

Quanto ao posicionamento, são oferecidos alguns *ViewGroups* que determinam a forma de organização de um grupo de componentes. *ViewGroup* é um tipo especial de componente (*Parent View* - componente pai) que aloca outros componentes, chamados de “filhos” (*Child View*), segundo o portal Android Developers (2016). Para este projeto, foi utilizado o *RelativeLayout* para a maioria

das telas, que organiza um *Child View* em posição relativa à de outros, ou aos limites do *RelativeLayout*.

A escolha pelo *RelativeLayout* deu-se pela possibilidade de desenvolver todo o *layout* em um único *ViewGroup*, o que em determinados casos seria impossível realizar fazendo-se uso das outras opções de *ViewGroup*. Esse diferencial traz como principal benefício, o aumento de desempenho para a aplicação, pois toda a estrutura de *layout* é carregada de uma única vez.

Além do *RelativeLayout*, foi utilizado também o *ListView* para a exibição dos exercícios. Este tipo de *ViewGroup* exibe um grupo de componentes em formato de lista, onde a alteração e manipulação da mesma são realizadas por dois arquivos independentes.

O primeiro é um arquivo XML do tipo *Layout Resource File*, que inclui e manipula cada componente dos itens da lista. Através dele é possível a inclusão de botões, imagens, textos ou qualquer outro tipo de componente que se deseja exibir. Os componentes inseridos neste arquivo serão replicados a todos os itens da lista.

O segundo é uma classe Java responsável por identificar o item selecionado pelo usuário e transmitir o seu valor para a classe que implementa a programação da tela. Esta classe permite, inclusive, a identificação qual componente de um item da lista foi selecionado. Esta funcionalidade possibilita a implementação de mais de uma ação em cada item isolado da lista.

No desenvolvimento das telas, foram aplicados alguns princípios de IHC que tratam de usabilidade e *layout*, visando oferecer ao usuário uma interface simples e intuitiva. A tela inicial, por exemplo, apresenta dois botões para seleção do gênero, além do logotipo do aplicativo. É uma tela limpa e que dá destaque às informações importantes. Esses princípios orientaram todo o desenvolvimento da aplicação no intuito de familiarizar o usuário com a interface e desta forma, permitindo-lhe aproveitar ao máximo as funcionalidades do aplicativo. Outro exemplo destes princípios, pode ser observado na tela seguinte, que apresenta apenas um *ListView*, para que o usuário selecione o exercício desejado.

Selecionado o gênero e o exercício, é iniciada a aplicação dos exercícios. Esta etapa é composta por três telas, que serão exibidas na seção 4: a primeira para leitura rítmica (Passo 1), a segunda para leitura métrica (Passo 2) e a terceira para leitura melódica (Passo 3).

A disposição dos botões, imagens e textos ao longo dessas três telas possuem um padrão de posição, tamanho e cores. Os ícones usados nos botões também, são familiares e intuitivos. A imagem do exercício, por ser a principal informação das telas, ocupa a posição central do *layout* e é o maior dos componentes exibidos, conferindo-lhe destaque em relação aos outros.

As telas dos Passos 1 e 2 são idênticas; apresentam botões de navegação (avancar, voltar e *home* – tela inicial), os botões de reprodução do metrônomo e da resposta e por fim, o botão de ajuda. Os botões de navegação e ajuda estão posicionados nas extremidades do *layout*, ao passo que os botões de reprodução da resposta e do metrônomo estão centralizados e abaixo da imagem do exercício, recebendo maior destaque.

A tela do Passo 3 diferencia-se das anteriores apenas pela substituição do botão de reprodução do metrônomo pelo de gravação da resposta do usuário. Os botões relativos às ações posteriores à gravação são exibidos após a finalização da gravação, apresentando as informações extras somente no momento em que são necessárias. Além disso, o botão avançar foi substituído pelo botão que retorna à lista de exercícios, para que o usuário dê continuidade aos estudos de forma prática.

### 3.3.2.2 Codificação

Com relação ao funcionamento da aplicação, foram desenvolvidas as ações necessárias com base nos requisitos funcionais, para possibilitar a navegação no aplicativo, exibição e operação dos exercícios, sendo elas:

- **Transição de tela**: Foi implementada através da classe *Intent*. Ela permite, dentre outras ações, a criação de um *link* entre duas telas e a passagem de parâmetros. Esta última, foi utilizada para indicar o gênero selecionado, permitindo o preenchimento da lista de exercícios de acordo com a seleção do usuário. Foi aplicada também, na passagem de parâmetros para as telas de exercícios, indicando o gênero e número do exercício em questão, o que possibilitou a seleção dos arquivos correspondentes. Além disso, foi utilizada ainda nos demais botões de navegação;

- **Seleção dos arquivos de mídia:** Para implementação da seleção de arquivos de mídia, foi necessário instanciar um objeto da classe *Field*. Ele foi usado para carregar os itens de mídia (áudios ou imagens) de suas respectivas pastas (*raw* e *drawable*), permitindo a manipulação destes. Após isso, foi criado um laço de repetição para percorrer todo o objeto *Field*, comparando o nome de cada item de mídia com uma cadeia de caracteres formada pela indicação do gênero (“m” para masculino ou “f” para feminino), do passo a ser executado (“p” para primeiro, “s” para segundo, ou “t” para terceiro) e do número do exercício. Assim que o item correspondente é encontrado, seu id é enviado a uma variável que será usada para referenciá-lo quando necessário.

Esse método de seleção permite que as mesmas telas (Passo 1, Passo 2 e Passo 3), sejam suficientes para a exibição dos n exercícios da lista, evitando a criação de uma tela específica para cada exercício e permitindo a inserção de novos exercícios sem a necessidade de alterações na programação;

- **Reprodução:** a reprodução dos arquivos de áudio deu-se através de um objeto da classe *MediaPlayer*. Ela possui métodos que permitem o carregamento, preparação, execução e interrupção do áudio. Para melhorar a experiência do usuário, foi criado um mecanismo que ativa e desativa os botões automaticamente, de acordo com o *status* da execução do áudio. Para isso, criou-se uma classe denominada *Reminder* (lembrete, em inglês) que faz uso de um objeto da classe *Timer* o qual recebe como parâmetro o tempo de duração da música e realiza uma contagem regressiva com esse valor, culminando na execução da tarefa citada.

A ação de reprodução foi usada nos botões “Metrônomo”, “Resposta do Exercício” e “Reprodução da Gravação”. Para este último, por se tratar de um arquivo salvo no armazenamento interno do *smartphone*, fez-se necessário a solicitação de permissão para leitura no armazenamento interno do dispositivo. Essa solicitação é feita através da adição da solicitação no arquivo XML *AndroidManifest* da aplicação;

- **Gravação:** Durante o desenvolvimento da aplicação, definiu-se que o arquivo gravado seria salvo no armazenamento externo do *smartphone*, pois esse procedimento facilitaria a posterior manipulação do arquivo. Sendo assim, a exemplo da funcionalidade "Reprodução", a gravação necessita de permissão do usuário para acesso ao armazenamento do dispositivo, tanto de leitura, quanto de escrita. Além destas, a permissão de gravação de áudio também foi adicionada, tornando a gravação possível.

Uma vez adquiridas as devidas permissões, é necessário, antes da gravação em si, criar uma pasta no dispositivo para armazenar o arquivo, se esta não existir. Esta etapa se dá através de uma instância da classe *File*, que realiza a verificação da existência da pasta e a criação, quando necessário. Em seguida, a gravação propriamente dita é iniciada, fazendo uso dos métodos disponíveis na classe *MediaRecorder*, ocorrendo em dois passos: No primeiro, desencadeado pelo usuário através do botão "REC", são definidos o local onde será salvo o arquivo, o formato e a fonte (no caso, o microfone) e então, iniciada a gravação. No segundo, também ativado pelo usuário através do botão, a gravação é finalizada e a instância da classe *MediaRecorder*, destruída.

Finalizada a gravação, são disponibilizadas ao usuário, as opções de ouvir a resposta gravada, e de compartilhá-la. O formato do arquivo gravado é o MP3, por ser o formato padrão do Sistema Operacional Android;

- **Compartilhamento de mídia:** A função de compartilhamento usa o argumento "EXTRA\_SEND\_MULTIPLE" da classe *Intent* para enviar dois arquivos de mídia distintos: a gravação da resposta do usuário para o exercício executado (um arquivo de áudio no formato .MP3), e a imagem do exercício (um arquivo salvo no formato .PNG), que necessitam estar salvos no armazenamento interno do *Smartphone*. É criado então, um vetor de objetos através da classe *ArrayList* com o endereço dos arquivos, que é passado como parâmetro para o objeto da classe *Intent*. Por fim, o método *startActivity* é chamado, para

oferecer ao usuário as opções de aplicativos compatíveis com o compartilhamento dos arquivos.

- **Exibição de mensagens:** A classe `AlertDialog`, foi usada para a criação das caixas de mensagem exibidas nesta solução. Para sua configuração, foram editados três de suas propriedades:
  - `.setTitle`: Altera o texto exibido como título da mensagem;
  - `.setMessage`: Usada para criar o texto que irá compor o corpo da mensagem;
  - `.setPositiveButton`: Cria o botão de confirmação e permite a edição de seu texto.

Para exibir a mensagem criada, usa-se o método `.show`.

### 3.3.3 Elaboração dos Exercícios

Durante a elaboração do trabalho, para validar o aplicativo, foram elaborados alguns exercícios de solfejo, com base em uma estrutura pré-definida de criação de linhas melódicas. Desta forma, os exercícios criados seguiram o seguinte padrão de escrita:

- Exercícios compostos por uma pauta com quatro compassos;
- O tempo de duração de cada compasso é de quatro semínimas (quaternário simples);
- A velocidade do exercício é de 90 bpm.

Em cada passo, o exercício é adaptado para apresentar ao usuário uma visão diferente de leitura musical, conforme detalhado a seguir.

#### 3.3.3.1 Passo 1 – Leitura rítmica

Neste passo, o usuário é conduzido a exercitar sua capacidade de interpretação dos símbolos musicais no tocante ao seu valor de tempo.

O aprendizado e a prática do ritmo independem, de certa forma, de conhecimento de prática instrumental ou da altura das notas, tratando de conceitos mais familiares ao estudante, como tempo e operações básicas de matemática.



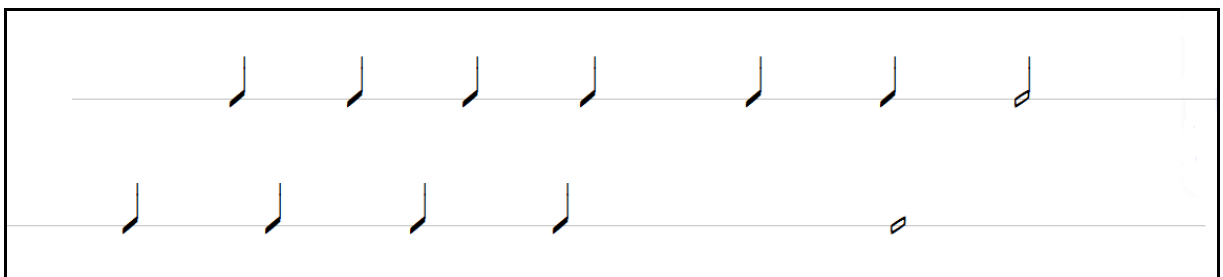
Desta forma, ele foi introduzido primeiramente por ser de aprendizado mais simples, mas não menos importante, pois dará ao aluno a base necessária para reprodução de melodias com precisão.

Para aplicação deste passo, foram elaborados exercícios compostos por uma pauta com uma única linha e as figuras musicais que denotam a divisão de tempo como semínimas, mínimas, colcheias e pausas.

Deste modo, não há diferenciação da altura das notas. O usuário deve atentar-se somente ao valor rítmico das figuras musicais, praticando a sequência com o auxílio do metrônomo para a correta marcação do tempo. A pronuncia de cada nota deve ser realizada através de uma sílaba tônica escolhida pelo usuário. Por exemplo, para a semínima, que corresponde à proporção de um tempo, pronuncia-se “**tá**”; para a mínima, que equivale a duas semínimas, pronuncia-se “**tá-a**” e assim por diante, sempre mantendo a entoação da sílaba o tempo necessário de execução daquele valor musical. Essa orientação de execução da leitura foi disponibilizada na opção “instruções” que pode ser acessada nesta tela.

A complexidade da composição rítmica é aumentada gradativamente em cada exercício, para que o usuário se familiarize com uma figura musical antes de apresentá-lo uma nova.

A Figura 10 exemplifica o modelo de exercício com baixo grau de dificuldade, adotado para este passo. A divisão rítmica é simples, apresentando em sua maior parte semínimas, e apenas uma mínima e uma semibreve:



**Figura 10 - Exemplo de exercício do Passo 1 com complexidade baixa.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

Já a Figura 11 apresenta um grau de dificuldade maior, com uma divisão rítmica mais variada e de maior complexidade:

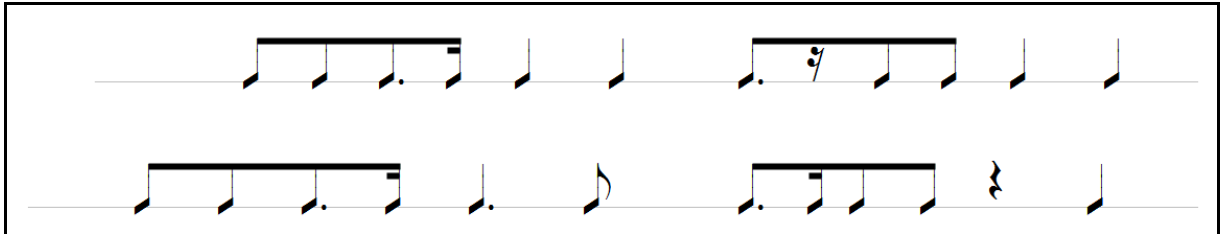


Figura 11 - Exemplo de exercício do Passo 1 com complexidade alta.

Fonte: Desenvolvimento próprio

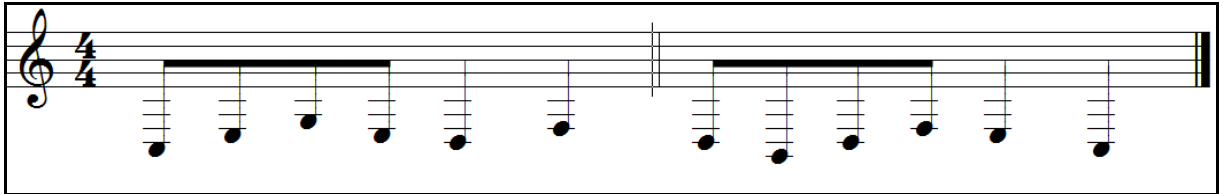
### 3.3.3.2 Passo 2 – Leitura métrica

Após a prática dos valores rítmicos, é acrescida aos exercícios a noção de diferenciação de notas musicais, enfocando-se a nomenclatura das notas de acordo com a disposição das mesmas no pentagrama em relação à clave. A união da leitura rítmica com a nomenclatura das notas forma o conhecimento necessário para que o usuário tenha domínio sobre a escrita musical, permitindo-lhe ler e escrever partituras.

Neste passo, a divisão rítmica apresentada no exercício anterior é substituída pelo pentagrama completo, compondo a linha melódica do ritmo anteriormente executado. Neste passo, o usuário deve realizar a leitura do ritmo, substituindo as sílabas tônicas pelos nomes das notas musicais, compondo assim, a leitura métrica. Com isso, a habilidade a ser trabalhada é a familiarização com os nomes das notas em relação à clave.

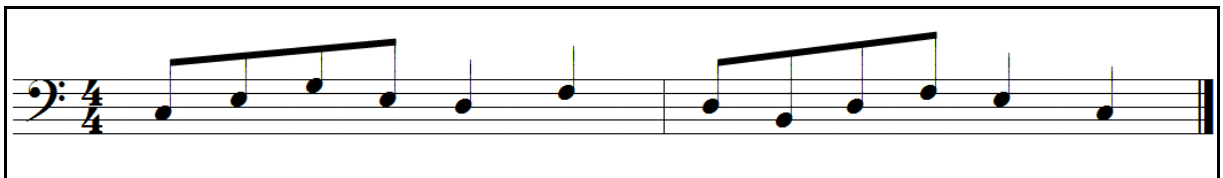
Outro aspecto importante sobre a escrita dos exercícios, é que como foi levantada a necessidade de separá-los entre extensões vocais mais agudas e mais graves (gênero masculino e gênero feminino), as linhas melódicas para os primeiros foram escritas na clave de Sol e para os últimos na clave de Fá. Essa divisão permitiu que os exercícios separados como gênero masculino, pudessem ser escritos uma oitava abaixo em relação ao gênero feminino, com uma disposição mais adequada das notas no pentagrama.

Para ilustrar essa necessidade, a Figura 12 e a Figura 13 exemplificam a mesma sequência de notas escritas na clave de Sol e na clave de Fá, respectivamente.



**Figura 12 - Melodia grave escrita na clave de sol.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**



**Figura 13 - Melodia grave escrita na clave de fá.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

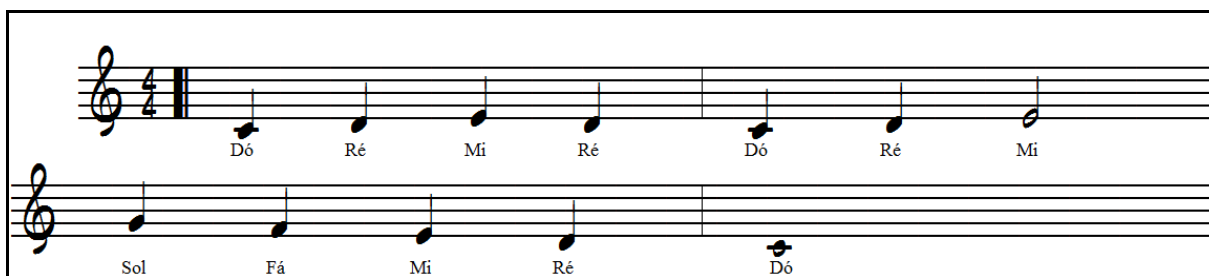
Como pode ser observado, para ser escrita na clave de Sol, a melodia exemplificada exige o uso de muitas linhas suplementares (linhas colocadas além das cinco que compõem o pentagrama), o que dificulta a leitura. Desta forma, a escrita da melodia torna-se mais adequada na clave de Fá, a qual permite que a maioria das notas sejam dispostas dentro do pentagrama.

Como apoio à execução da leitura, para cada exercício foi elaborada uma partitura com os nomes das notas abaixo de cada figura musical correspondente, a qual é apresentada ao usuário quando este seleciona a opção de ouvir a resposta. Também há o botão “instruções” com orientações de como deve ser realizada a leitura do exercício neste passo.

Nesta leitura, a dificuldade é aumentada gradativamente à medida que se variam as notas e se apresentam notas novas.

A Figura 14 representa um exemplo de exercício escrito em clave de Sol, definido para o gênero feminino. A Figura 15, por sua vez, representa o mesmo exercício escrito em clave de Fá para o gênero masculino. Abaixo de cada

pentagrama, estão os nomes das notas, apresentando ao aluno a resposta da leitura métrica. Nota-se que, por se tratar de um exercício de baixa complexidade, a composição é formada por apenas cinco notas (de Dó a Sol) dispostas, na maior parte, em sequência.



**Figura 14 - Exemplo de resposta para o exercício do Passo 2 feminino.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**



**Figura 15 - Exemplo de resposta para o exercício do Passo 2 masculino.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

### 3.3.3.3 Passo 3 – Leitura melódica

As habilidades praticadas nos passos anteriores já seriam suficientes para o usuário iniciar a prática de um instrumento, uma vez que ele já teria, em tese, conhecimento teórico para ler e compreender uma partitura. Contudo, a inclusão do canto às linhas musicais pode tornar o aprendizado em uma vivência mais real, incentivando o músico a desenvolver sensibilidade auditiva e em paralelo, servindo também para fixar melhor os conhecimentos adquiridos.

Portanto, os exercícios escritos neste passo apresentam a união dos conceitos de ritmo, métrica e melodia, formando assim o conceito apresentado por Lacerda (1964) no Item 2.1.5, como sendo a arte do solfejo.

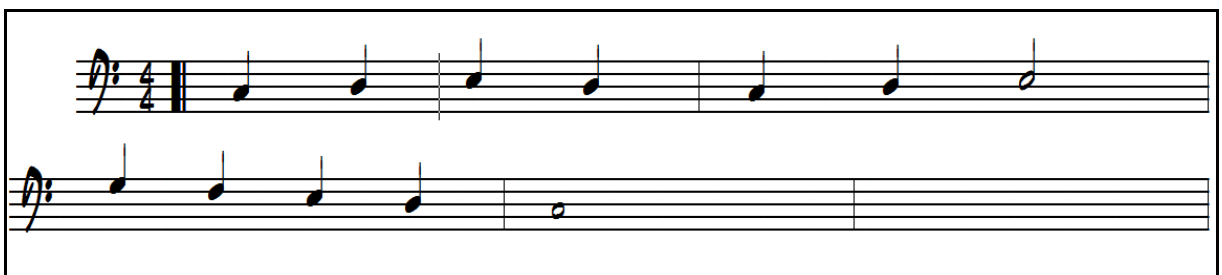
Neste passo, os exercícios são semelhantes ao do passo anterior, porém há diferenciação da altura das notas. Assim, o usuário pode ouvir a melodia, que servirá de base para a sua prática. O grau de dificuldade dos exercícios aumenta à medida que se aumenta o intervalo entre as notas musicais, ou seja, a diferença de altura entre uma nota e outra na melodia.

A Figura 16 e a Figura 17 ilustram o exercício do Passo 3 para o gênero feminino e masculino, respectivamente. Neste exemplo, onde o grau de dificuldade é baixo, o intervalo entre a altura das notas é pequeno, visando a fixação dos sons através da repetição das notas.



**Figura 16 - Exemplo de exercício Passo 3 feminino.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**



**Figura 17 - Exemplo de exercício Passo 3 masculino.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

Outro recurso oferecido na aplicação desta leitura, é a opção de se gravar o exercício executado, permitindo ao usuário uma auto avaliação de seu desempenho, através da comparação entre o áudio gravado e a melodia original. Há ainda, a

possibilidade de se compartilhar o áudio gravado juntamente com a imagem da partitura do exercício, permitindo a avaliação de outrem, o que amplia a percepção de um ambiente de estudo interativo.

É importante salientar, que os exercícios foram elaborados pressupondo-se que o usuário possua um conhecimento musical teórico prévio, uma vez que não se objetiva nesta solução, o aprendizado por parte do usuário destes conhecimentos, mas sim a aplicação prática dos mesmos.

## 4 RESULTADOS OBTIDOS

Concluídas as etapas de desenvolvimento da solução proposta, os resultados obtidos foram analisados e serão apresentados e discutidos neste capítulo.

Ao final da construção, as telas do aplicativo apresentaram o *layout* mostrado nas figuras a seguir.

A Figura 18 apresenta a tela inicial do aplicativo. Durante o desenvolvimento, percebeu-se a necessidade de acrescentar mais dois botões:

- Botão “Instruções”: Exibe uma mensagem contendo as instruções gerais sobre a prática dos exercícios;
- Botão “Sobre”: Exibe informações sobre o aplicativo e os desenvolvedores.

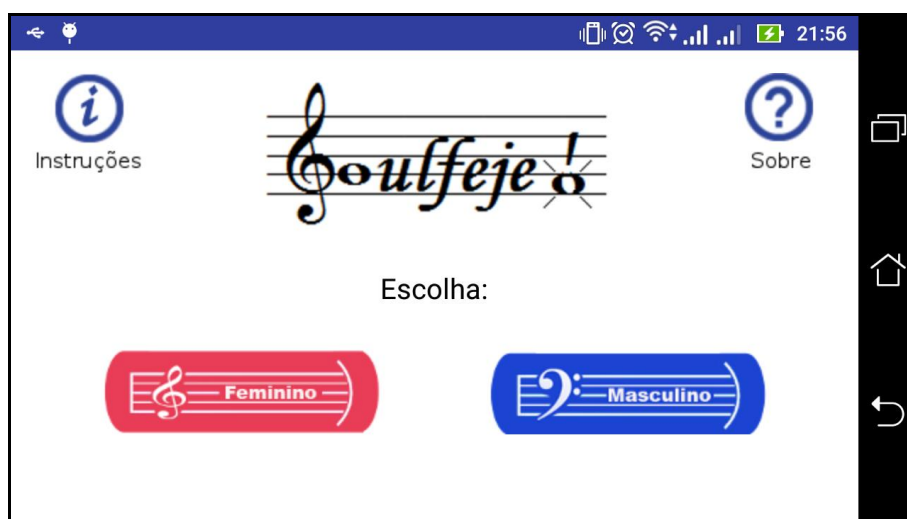


Figura 18 - Tela inicial.

Fonte: Desenvolvimento próprio

Houve também uma preocupação com a escolha das cores e dos símbolos presentes nos botões da interface, visando torná-la mais próxima ao usuário. Essa preocupação baseou-se na diretriz “Torne a interface mais realista possível” descrita no título 2.2.3 e se aplicou durante todo o desenvolvimento das interfaces, conforme pode ser observado nas figuras seguintes.

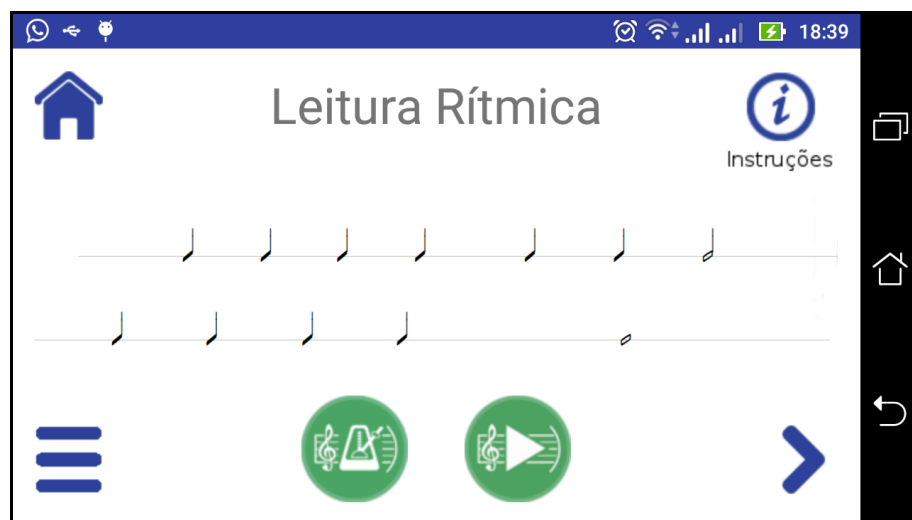
A Figura 19 apresenta a lista de seleção de exercícios e o botão que retorna à tela inicial (*Home* – Tela inicial).



**Figura 19 - Tela de seleção de exercícios.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

Na Figura 20, os botões de interação com o exercício (“Metrônomo” e “Tocar resposta”) foram elaborados com um padrão visual para promover a associação destes com ações relacionadas aos exercícios. Nesta tela, o botão “voltar” é substituído pelo botão “lista”, que retorna a tela de seleção de exercícios.



**Figura 20 - Tela de Leitura Rítmica.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**



Já os botões relacionados à navegação, possuem a mesma cor do tema do aplicativo.

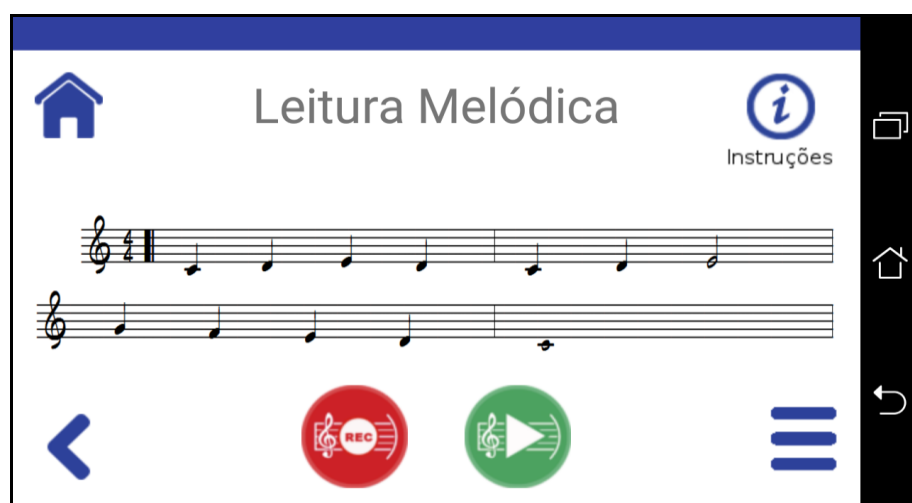
Na Tela de Leitura Métrica (Figura 21), o desenho e a posição dos botões foram mantidos para facilitar o entendimento do usuário.



**Figura 21 - Tela de Leitura Métrica.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

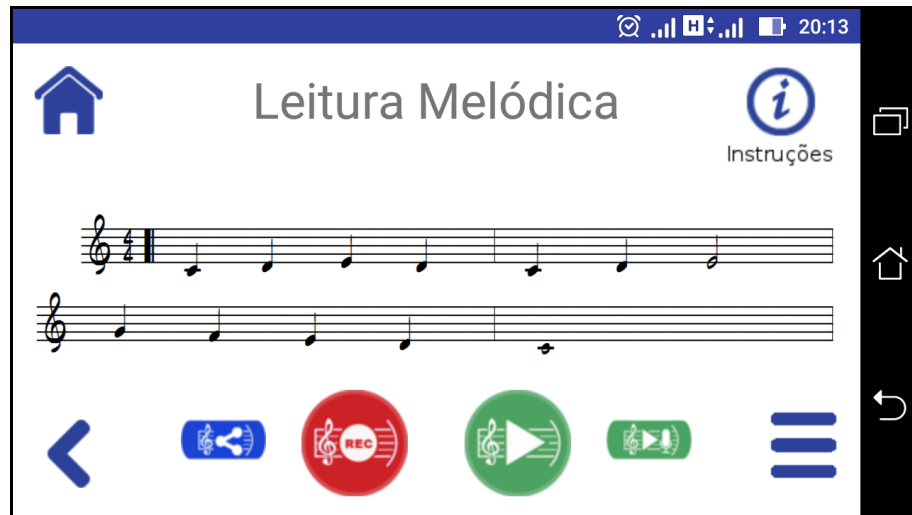
Na Leitura Melódica (Figura 22), por sua vez, a tela apresenta componentes dispostos de maneira semelhante à dos outros passos.



**Figura 22 - Tela de Leitura Melódica.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

Inicialmente, os botões relacionados a ações posteriores à gravação (Compartilhar e Reproduzir Gravação) são ocultos, sendo exibidos somente quando o usuário encerra a gravação, conforme mostrado na Figura 23.



**Figura 23 - Tela de Leitura Melódica após a ação de gravação.**

**Fonte: Desenvolvimento próprio**

Além disso, eles possuem aparência semelhantes aos dos botões principais do exercício (Gravar e Tocar Exercício), porém são menores, pois realizam funções secundárias à realização do exercício.

Quanto à aplicação dos exercícios, foi feita uma comparação das abordagens de estudo entre as soluções descritas no tópico 2.3 e a desenvolvida, conforme mostra a Tabela 5.

**Tabela 5 - Comparativo entre as abordagens de aplicação de exercícios**

	Percepção Musical	Ouvido Perfeito	<b>Soulfeje!</b>
<i>Tipos de exercícios</i>	Rítmicos e melódicos.	Vários (identificar intervalos, cantar uma nota, etc).	Um tipo, composto por leitura rítmica, métrica e melódica.
<i>Divisão por extensão vocal</i>	Não	Não	Entre as femininas e masculinas.
<i>Habilidade de leitura</i>	Sim	Apenas de figuras rítmicas	Sim
<i>Habilidade auditiva</i>	Sim	Sim	Sim
<i>Habilidade de afinação</i>	Não	Sim	Sim
<i>Correção</i>	Sim, apenas uma das figuras apresentadas é a correta.	Sim, cada exercícios possui sua forma de correção.	Não, o usuário deve comparar o áudio gravado com o original
<i>Base teórica</i>	Não	Sim	Não
<i>Foco da aplicação</i>	Identificar um som ouvido	Aprender habilidades musicais auditivas	Exercitar o solfejo

A análise do comparativo da Tabela 5, permite concluir que a solução desenvolvida se destaca positivamente das demais por dar enfoque exclusivo ao estudo de solfejo. Os exercícios permitem desenvolver habilidades de leitura, através das partituras apresentadas, habilidade auditiva, ao escutar o áudio da melodia apresentada na partitura e de afinação, ao incentivar o usuário a gravar a sua execução do exercício e ouvir a gravação, comparando com o áudio original.

Para equiparar-se aos outros aplicativos nos aspectos de correção e pontuação, propõe-se como trabalhos futuros, o desenvolvimento dessas funcionalidades.

## 5 CONCLUSÃO

Após uma análise no mercado de aplicativos para dispositivos móveis voltados ao estudo de música, constatou-se que, apesar da grande variedade de aplicativos disponíveis, há ainda uma lacuna no que diz respeito a soluções específicas ao estudo de solfejo. Sobre essa demanda, decidiu-se por elaborar o Soulfeje! – uma alternativa voltada a explorar este nicho mercado.

A escolha por seguir os princípios de processo de *software* definidos por Pressman (2011) mostrou-se acertada, pois permitiu estruturar todo o processo de desenvolvimento de forma metodológica, por apresentar uma sequência lógica e descritiva de atividades. Destacam-se entre essas atividades, a de Comunicação e a de Planejamento, por serem as etapas onde são compreendidas as necessidades do cliente as quais serão traduzidas em funcionalidades para a definição do escopo do projeto.

Outros princípios importantes para o desenvolvimento do aplicativo, foram as diretrizes de Interação humano-computador. Eles nortearam o processo de definição da experiência do usuário, incluindo o desenho das telas e a navegação no aplicativo. A camada de contato com o usuário é um fator de grande relevância para o sucesso de uma aplicação. Em muitos casos, a solução escolhida pelo usuário não é a que possui conteúdo mais relevante, mas sim a que possui interface mais agradável e melhor exposição das informações.

Considerando ainda a experiência do usuário, houve uma preocupação constante com a estruturação dos exercícios para que estes aplicassem efetivamente os conceitos de solfejo. Comparado com as outras soluções abordadas neste trabalho, a solução desenvolvida destaca-se por ser a que mais estimula o desenvolvimento das habilidades necessárias à execução do solfejo.

Por fim, a análise dos resultados obtidos permite concluir que a solução atende de forma efetiva aos objetivos definidos em seu escopo e possui diferenciais para tornar-se relevante no mercado de aplicativos destinados à educação musical. Para aprimorar a experiência do usuário com o aplicativo, sugere-se a implementação de uma função de correção e de um sistema de pontuação, tornando os exercícios mais desafiadores e assim aumentando o interesse do usuário na aplicação.

## 6 REFERÊNCIAS

Alves, Luciano. **Teoria musical: lições essenciais: sessenta e três lições com questionamentos, exercícios e pequenos solfejos**. 1ed. Irmãos Vitale, 1956.

Duarte, Alex Marques. **Aplicativos Musicais para Tablets e Smartphones: Novos Recursos para a Educação Musical**. Brasília, 2014.

Hindemith, Paul. **Treinamento Elementar para Músicos**. 6. ed. Ricordi Brasileira, 2004.

Lacerda, Osvaldo. **Compendio de Teoria Elementar da Música**. 9 ed. Ricordi Brasileira, 1966.

Lacerda, Osvaldo. **Curso Preparatório de Solfejo e Ditado Musical**. 12 ed. Ricordi Brasileira, 1964.

Machado Neto, Olibário José. **Usabilidade da interface de dispositivos móveis: heurísticas e diretrizes para o design**. São Carlos: USP, 2013.

Med Bohumil. **Teoria da Música**. 4 ed. Musi Med, 2012

Monteiro, João Bosco. **Google Android: Crie aplicações para celulares e tablets**. 1 ed. Casa do Código, 2013.

Paula, Leonam João Leal. **Desenvolvimento de Aplicativos para Dispositivos Móveis para Coleta de Dados Georreferenciados Através de reconhecimento de Voz**. Piracicaba, 2013.

Paula Filho, Wilson de Pádua. **Engenharia de software – fundamentos, métodos e padrões**. 3ed. LTC, 2013.

Portal Android Developers. **View Group**. Disponível em <<https://developer.android.com/reference/android/view/ViewGroup.html>> Acesso em: 08/12/2016.

Portal Canção Nova. **Figura de Valor 1**. Disponível em <<http://blog.cancaonova.com/musicadedeus/figuras-de-tempo/> acesso 08/12>. Acesso em 08/12/2016.

Portal Coral Accordis. **Claves**. 2015. Disponível em <<http://coralaccordis.blogspot.com.br/2015/07/aprendendo-ler-partitura-musical-parte-2.html> acesso 08/12>. Acesso em 08/12/2016.

Portal Debora Abreu. **Passos para aprender a solfejar**. Disponível em: <<https://debora.mus.br/passos-para-aprender-solfejar>>. Acesso em 28/11/2016.

Portal Kantar Worldpanel: **Smartphone OS sales Market share**. Disponível em: <<http://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share>>. Acesso em: 29/11/2016.

Portal Musica e teoria. **Escala Diatônica**. 2015. Disponível em <<https://sites.google.com/site/musicaeteorica/escala-diatonica>>. Acesso 08/12/2016.

Portal Portal Música. **Old metronomo**. 2011. Disponível em <<http://www.portalmusica.com.br/a-importancia-do-metronomo/>>. Acesso em 21/12/2016.

Portal Tecmundo. **10% dos Androids do mundo já estão na versão Marshmallow**. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/android-marshmallow/105745-10-androids-mundo-versao-marshmallow.htm>>. Acesso em: 28/11/2016.

Prescinato, Roger. **Escala Diatônica**. 2011. Disponível em <<http://o-violonista.blogspot.com.br/2011/10/notas-musicais-escala-cromatica.html>> Acesso

em 08/12/2016.

Presmman, Roger S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. Tradução Arioavaldo Griesi, Mario Moro. 7ed. AMGH, 2011.

Rocha, Heloisa Vieira da; Baranauskas, Maria Cecília C. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. São Paulo: IME-USP, 2000.

Rogers, Yvonne. **Design de interação: além da interface humano-computador**. Tradução Isabela Gasparini. 3ed. Bookman, 2013.

Santos, Jefferson dos. **Interfaces para Dispositivos Móveis**. São Paulo, 2013.

Sommeville, Ian. **Engenharia de Software**. Tradução André Maurício de Andrade Ribeiro. 6ed. Addison Wesley, 2003.

Willems, Edgar. **Solfejo - Curso Elementar**. 1. ed. Irmãos Vitale, 1967.