

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO**

**APLICATIVO PARA AUXILIAR CRIANÇAS AUTISTAS NO  
DESENVOLVIMENTO E AQUISIÇÃO DA LINGUAGEM**

**GIELEZ FELDHAUS GOULART**

**BLUMENAU**  
**2016**

**GIELEZ FELDHAUS GOULART**

**APLICATIVO PARA AUXILIAR CRIANÇAS AUTISTAS NO  
DESENVOLVIMENTO E AQUISIÇÃO DE LINGUAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Profa. Joyce Martins , Mestre - Orientadora

**BLUMENAU  
2016**

# **APLICATIVO PARA AUXILIAR CRIANÇAS AUTISTAS NO DESENVOLVIMENTO E AQUISIÇÃO DE LINGUAGEM**

Por

**GIELEZ FELDHAUS GOULART**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado  
para obtenção dos créditos na disciplina de  
Trabalho de Conclusão de Curso II pela banca  
examinadora formada por:

Presidente: \_\_\_\_\_  
Profa. Joyce Martins, Mestre – Orientadora, FURB

Membro: \_\_\_\_\_  
Prof. Dalton Solano dos Reis, Mestre – FURB

Membro: \_\_\_\_\_  
Prof. Luciana Pereira de Araújo, Mestre – FURB

Blumenau, 7 de julho de 2016

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me incentivaram, ao meu namorado por todo seu apoio e aos meus irmãos e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela família que me foi concedida.

Aos meus pais, Fabiano e Maria, por sempre me incentivarem a buscar meus sonhos, por me apoiarem e por me ensinarem valores e princípios que me tornaram quem eu sou hoje.

Ao meu namorado por todo o apoio e por me aguentar mesmo nos meus momentos de desespero incontrolável.

A minha orientadora, Joyce, que foi fundamental para que este trabalho fosse realizado. Agradeço por toda paciência e auxílio.

À minha família por todo apoio e compreensão mesmo nos momentos de ausência devido ao TCC.

Aos meus amigos que compartilharam comigo suas experiências, que me ensinaram e que proporcionaram meu crescimento.

Ao Stack Overflow por seu tópico sobre o reconhecimento *off-line* no Android.

Sem sonhos, a vida não tem brilho.  
Sem metas, os sonhos não têm alicerces.  
Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por omitir!

Augusto Cury

## RESUMO

Este trabalho apresenta a especificação e a implementação de um protótipo de aplicativo para auxiliar no desenvolvimento e na aquisição fonética de crianças autistas. O aplicativo foi desenvolvido para a plataforma Android e utiliza um dicionário de palavras pré-definidas classificadas de acordo com a complexidade das sílabas que as compõem. Sua principal funcionalidade é o reconhecimento de voz e a utilização de técnicas de *gamification* como forma de bonificação para a criança. Também utiliza a síntese de voz como forma de auxiliar as crianças na correta pronúncia das palavras. A avaliação do aplicativo foi realizada por uma psicóloga, especialista em educação para autistas, através de testes de usabilidade, de reconhecimento das palavras e das técnicas de bonificações aplicadas. O resultado obtido permite que fonoaudiólogos utilizem o aplicativo construído em suas sessões de terapia.

Palavras-chave: Reconhecimento de voz. Síntese de voz. Autismo.

## **ABSTRACT**

This paper presents the specification and implementation of an application prototype to assist in the development and phonetic acquisition of autistic children. The application was developed for the Android platform and uses a dictionary of pre-defined words classified according to the complexity of the syllables that compose them. Its main feature is the voice recognition and the use of gamification techniques as a way of bonuses to the child. It also uses speech synthesis as a way to help children in the correct pronunciation of words. The assessment of the application was carried out by a psychologist, education specialist for autism through usability testing, recognition of words and techniques applied bonuses. The result allows audiologists use the application built in their therapy sessions..

**Key-words:** Voice recognition. Speech Synthesis. Autism.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais blocos de um sistema TTS .....	16
Figura 2 - Principais blocos de um sistema ASR .....	17
Figura 3 - Exemplo de diálogo entre o sistema e o usuário.....	19
Figura 4 - Exemplo de plano de atividade no Tagarela.....	20
Figura 5 - Visualização dos símbolos.....	21
Figura 6 - Tela do aplicativo Look at Me .....	21
Figura 7 - Diagrama de casos de uso .....	24
Figura 8 - Diagrama de pacotes .....	26
Figura 9 - Diagrama de classes.....	27
Figura 10 - Classe <code>RecognizerListenerWithOffline</code> .....	28
Figura 11 - Classes do pacote <code>adapter</code> .....	29
Figura 12 - Habilitar reconhecimento <i>off-line</i> .....	30
Figura 13 - <i>Download</i> de idiomas .....	30
Figura 14 - Tela inicial .....	36
Figura 15 - Inclusão de um novo usuário .....	36
Figura 16 - Exclusão de um usuário .....	37
Figura 17 - Categorias .....	37
Figura 18 - Níveis .....	38
Figura 19 - Jogo.....	39
Figura 20 - Entrada da fala: barra de progresso.....	39
Figura 21 - Pronuncia correta .....	40
Figura 22 - Pronuncia errada .....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de sílabas e palavras .....	16
Quadro 2 - UC01: Cadastro de usuário .....	24
Quadro 3 - UC02: Opções de inicialização do jogo .....	25
Quadro 4 - UC03: Jogar .....	25
Quadro 5 - Palavras .....	31
Quadro 6 - Busca de imagens .....	31
Quadro 7 - Intent de reconhecimento.....	32
Quadro 8 - Listener de reconhecimento .....	32
Quadro 9 - Listener de reconhecimento <i>off-line</i> .....	32
Quadro 10 - Validação de reconhecimento <i>on-line</i> .....	33
Quadro 11 - Método <code>onResult</code> .....	33
Quadro 12 - Validação de palavra correta .....	33
Quadro 13 - Validação de palavra incorreta.....	34
Quadro 14 - Medalha por nível.....	34
Quadro 15 - Medalha por fase .....	35
Quadro 16 - Método <code>onInit</code> .....	35
Quadro 17 - Método <code>speakOut</code> .....	35
Quadro 18 - Questionário .....	42
Quadro 19 - Comparativo entre trabalhos correlatos.....	43
Quadro 20 - Palavras da categoria frutas .....	50
Quadro 21 - Palavras da categoria animais .....	50
Quadro 22 - Palavras da categoria objetos .....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADT – *Android Development Tools*

API – *Application Programming Interface*

ASR – *Automatic Speech Recognition*

CEMEA – Centro Municipal de Educação Alternativa

FURB – Universidade Regional de Blumenau

HMM – *Hidden Markov Model*

RF – Requisitos Funcionais

RNF – Requisitos Não Funcionais

TDG – Transtornos Globais de Desenvolvimento

TTS – *Text-To-Speech*

UC – Caso de Uso

UML – *Unified Modeling Language*

VAL – *Voice Application Learning*

XML – *eXtensible Markup Language*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.2 ESTRUTURA.....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 O AUTISMO E A EDUCAÇÃO .....	14
2.2 COMPLEXIDADE SILÁBICA .....	15
2.3 SÍNTESE E RECONHECIMENTO DE VOZ.....	16
2.4 GAMIFICATION.....	18
2.5 TRABALHOS CORRELATOS.....	19
2.5.1 Voice Application Learning.....	19
2.5.2 Tagarela.....	20
2.5.3 Look at Me.....	21
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>23</b>
3.1 REQUISITOS.....	23
3.2 ESPECIFICAÇÃO .....	23
3.2.1 Casos de uso.....	24
3.2.2 Diagrama de pacotes .....	25
3.2.3 Diagrama de classes .....	26
3.3 IMPLEMENTAÇÃO .....	29
3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas.....	29
3.3.2 Definição do dicionário de palavras e imagens.....	30
3.3.3 Reconhecimento de voz .....	31
3.3.4 Síntese de voz.....	35
3.4 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO.....	35
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
3.5.1 Teste realizados com a psicóloga.....	41
3.5.2 Apresentação para fonoaudiólogas do CEMEA .....	42
3.5.3 Comparações com os trabalhos correlatos .....	43
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
4.1 EXTENSÕES .....	44
<b>APÊNDICE A – PALAVRAS UTILIZADAS NO APLICATIVO .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O espectro autista, mais conhecido por autismo, segundo Schwartzam (2010), é uma perturbação do desenvolvimento cujas características comprometem a linguagem, a comunicação, a socialização e o comportamento. A perturbação do espectro autista é a mais conhecida dentre o grupo de Transtornos Globais de Desenvolvimento (TDG). Leo Kanner foi o primeiro a observar e descrever as características do autismo, em 1943 (LÓPEZ; GRANADOS; VÁZQUEZ, 2007). Leo Kanner observou também o que hoje é chamado de Tríade de Prejuízos, que inclui: déficits na interação social, na comunicação verbal e não-verbal, bem como no comportamento, nas atividades e interesses restritos e repetitivos.

Uma característica apresentada por crianças autistas é a maneira atípica do desenvolvimento da linguagem. Segundo Freire (2011), o processo de alfabetização vai muito além do reconhecimento de símbolos e letras, é preciso saber interpretar o que está ao redor com a leitura de mundo. Cada pessoa possui uma forma de aprendizado, sendo que, entre essas diversas formas, encontram-se as que dizem respeito às pessoas com deficiência. As diferentes deficiências geram necessidades e formas educativas especiais, as quais devem atender as características peculiares e próprias de cada indivíduo. A ecolalia<sup>1</sup>, a inversão pronominal<sup>2</sup> e a inflexibilidade interacional<sup>3</sup> são algumas características apresentadas durante o processo de desenvolvimento e aquisição da linguagem por autistas (PRIZANT, 1983). “De um modo geral, a criança com TDG inicia a falar através de um vocabulário com pouca informação, muitas começam a falar nomeando objetos ou figuras específicas.” (ANDRADE; PEREIRA, 2014). Além disso, conforme afirma Teodiano Freire Bastos Filho (G1 ESPÍRITO SANTO, 2014), “o autista tem dificuldade de se relacionar com humanos, mas interage bem com máquinas”, pois essas reagem com ações específicas e são previsíveis.

Sabe-se que a tecnologia pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem, inclusive de crianças autistas. “Atualmente, percebe-se que *tablets* e *smarts phones touch screen* são usados por familiares como ferramenta de auxílio às crianças [...] na comunicação e no estímulo à atenção, utilizando cores, animações e concentração” (GOULART, 2015, p. 37-38). Oliveira (2012) cita que as tecnologias podem oferecer aos professores recursos e meios para ampliar a relação ensino-aprendizagem saindo da sala de aula física e do meio

---

<sup>1</sup> Ecolalia é a repetição de palavras, frases, entonação ou sons da fala de outras pessoas (AUTISM SPEAKS INC, 2015).

<sup>2</sup> Define-se inversão pronominal como a utilização da terceira pessoa do singular ou do seu nome próprio para se referir a ela mesma (BEZERRA et al., 2004).

<sup>3</sup> Ter um comportamento repetitivo, rígido e ritualizado caracteriza a inflexibilidade interacional (BOSA, 2001).

convencional de ensino. Já para Andrade (2011), é importante a utilização da tecnologia como apoio pedagógico, sendo necessário fazer uma análise para descobrir todo potencial que a sociedade tecnológica tem a oferecer.

Diante do exposto, foi construído um aplicativo para a plataforma Android que utiliza o reconhecimento de voz e imagens para auxiliar o desenvolvimento e a aquisição de linguagem de crianças com autismo. O autista interage com o aplicativo através de comandos por voz com o objetivo de pronunciar corretamente a palavra correspondente à imagem apresentada. Foram utilizadas imagens que possibilitam que a criança estabeleça a ligação entre a palavra e o objeto em questão.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo lúdico que auxilie no desenvolvimento e aquisição da linguagem por crianças com autismo.

Os objetivos específicos do trabalho:

- a) utilizar o reconhecimento de voz para validar a correta pronúncia das palavras;
- b) disponibilizar um dicionário com as palavras e as imagens correspondentes;
- c) classificar por fases de complexidade silábica as palavras utilizadas;
- d) desenvolver um sistema de *gamification*<sup>4</sup>.

## 1.2 ESTRUTURA

Este trabalho está dividido nos seguintes capítulos: introdução, fundamentação teórica, desenvolvimento e conclusão. Nos próximos capítulos são abordados conceitos utilizados para a construção do aplicativo, tais como autismo e educação, complexidade silábica, reconhecimento de voz, relacionando também alguns trabalhos correlatos. O terceiro capítulo trata sobre o desenvolvimento do protótipo, mostrando a especificação, além de trechos da implementação, bem como os resultados obtidos. No capítulo final são expostas conclusões e sugestões para extensões futuras.

---

<sup>4</sup> Kenski (2011, grifos do autor) define o termo *gamification* como uma “estratégia de interação entre pessoas e empresas com base no oferecimento de incentivos que estimulem o engajamento do público com as **marcas** [ou aplicativos] de maneira lúdica”. Esta estratégia envolve a definição de tarefas, a criação de regras e a aplicação de sistemas de monitoramento, sendo que os usuários recebem recompensas de acordo com a interação com o aplicativo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os conteúdos que se encontram nas próximas seções foram divididos conforme estudados para o desenvolvimento do protótipo. Inicialmente, aborda-se o que é o autismo e como ele interfere no desenvolvimento efetivo da criança. Em seguida aborda-se sobre a complexidade silábica. Depois, são tratados a síntese e o reconhecimento de voz. A seção seguinte descreve o conceito de *gamification*. Por fim, são apresentados os trabalhos correlatos.

### 2.1 O AUTISMO E A EDUCAÇÃO

Freire (2011) cita que o processo de alfabetização vai muito além do reconhecimento de símbolos e letras, sendo necessário efetuar uma leitura do mundo.

Cada sujeito realiza essa aprendizagem de uma forma diferente. Esse aprender de formas diferenciadas também diz respeito às pessoas com deficiência (PD), que, em decorrência das especificidades de suas deficiências, [...] aprendem os conteúdos de forma peculiar e cada uma apresenta características próprias como resposta ao trabalho pedagógico. Portanto, as diferentes deficiências geram necessidades e formas educativas especiais próprias, o que não é diferente em relação às síndromes. (MONTE; SANTOS, 2004, p. 1).

O autista apresenta alterações na aquisição e desenvolvimento da linguagem, podendo estar presente nos diferentes subsistemas que a compõem (fonologia, morfologia, sintaxe, semântica e pragmática). Nos últimos anos têm aumentado os estudos sobre a ocorrência da regressão das habilidades de linguagem. Entende-se por regressão de linguagem a perda rápida e pronunciada, nos primeiros anos de vida, de habilidades previamente adquiridas (MATSON; KOZLOWSK, 2010). Carvalho e Avelar (2010) mencionam outros tipos de dificuldades, tais como a não aquisição da linguagem e a persistência de manifestações verbais com características peculiares.

Santos et al. (2013) citam que, devido à perturbação no sistema nervoso apresentada pelas pessoas com autismo, as práticas pedagógicas desenvolvidas com os mesmos devem respeitar suas limitações e ao mesmo tempo incentivar a superação. Monte e Santos (2004) também citam que as crianças com autismo possuem um estilo cognitivo diferenciado, em que necessitam de ambientes estruturados e organizados para aprender. Como o autista apresenta restrições no domínio da linguagem mas possui uma percepção visual muito apurada, indica-se a utilização de atividades e métodos visuais de aprendizagem. Assim, a metodologia de ensino tende a ser diferenciada conforme os transtornos apresentados pela criança, tornando o ensino apropriado as suas necessidades. Indica-se também que durante a fase de alfabetização seja utilizado o auxílio de um computador, pois muitos autistas apresentam dificuldades na

coordenação motora, mas possuem grande habilidade no manuseio de computadores. O uso do computador tem grande relevância no processo de ensino-aprendizagem, pois “dispõe de recursos como animação, som, efeitos especiais, tornando o material mais interessante e atrativo para todas as pessoas, não só para aquelas com algum tipo de deficiência ou com autismo.” (MONTES; SANTOS, 2004, p. 2).

Para Schirmer, Fontoura e Nunes (2004), as atividades realizadas durante a terapia fonoaudiológica infantil devem ser feitas através de jogos e brincadeiras para que a criança goste e se envolva de uma forma prazerosa com o desenvolvimento. Segundo os autores, através de atividades como canto, brincadeiras, conversas e leituras, há uma obtenção de habilidades muito importantes para o desenvolvimento. Tais atividades motivam a criança para que comece a ocorrer um processo de comunicação.

## 2.2 COMPLEXIDADE SILÁBICA

A aquisição da linguagem ocorre à medida que a criança domina os segmentos e as estruturas silábicas que compõem a língua materna (DE MARCO, 2002). Para Martins (2014), a estrutura silábica é apresentada pela organização das vogais (V) e das consoantes (C) na formação das sílabas. Para a aprendizagem, as várias estruturas silábicas apresentam diferentes graus de complexidade, sendo que a estrutura mais frequente na língua portuguesa é a CV. Os alfabetizados, portanto, tendem a aprender com mais facilidade tal estrutura.

Carvalho (2014) apresenta que há uma variedade de composições de palavras na língua portuguesa que se manifestam segundo diversos aspectos, tais como o número de sílabas, a localização do acento (oxítonas, paroxítonas, proparoxítonas) e a constituição silábica (palavras com sílabas CV, V, CCV, CVC, dentre outras). Há algumas estratégias em estudo que têm como objetivo a compreensão de alguns fenômenos linguísticos. Estas estratégias se aplicam à fala, leitura e escrita, e têm por objetivo o estudo de estruturas que são mais facilmente processadas do que outras.

Para Carvalho (2014), há uma tendência na redução de sílabas CCV ou CVC para CV e também na transformação de sílabas V em CV, pois segundo ele a complexidade silábica não é definida de maneira linear. Para justificar seu ponto de vista é apresentado o argumento que uma sílaba composta por apenas uma vogal é considerada mais complexa do que a sílaba formada por consoante e vogal. Segundo Martins (2014), é comum que no processo de aprendizagem ocorra a generalização do uso da estrutura CV na escrita de outras estruturas não dominadas.



Miranda (2009) cita que a sílaba CV e a estrutura V estão presentes nas primeiras produções linguísticas das crianças, afirmando que há uma ordem na aquisição do padrão silábico. Esta ordem iniciaria com a sílaba CV e a estrutura V, seguidas das respectivas sílabas CVV, CVC, CCV, CCVC, entre outras mais complexas. O Quadro 1 apresenta alguns exemplos de estruturas silábicas e palavras com essas estruturas destacadas em negrito. Por exemplo, a primeira sílaba da palavra gato possui uma sílaba CV, ou seja, a consoante **g** e a vogal **a**.

Quadro 1 - Exemplos de sílabas e palavras

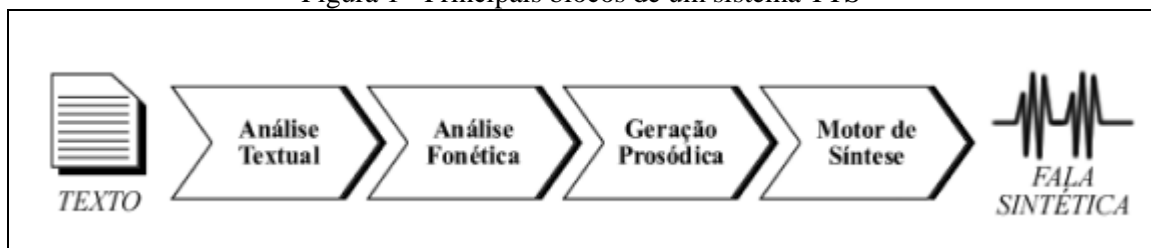
CV	V	CVV	CVC	CCV	CCVC
<b>ga</b> -to	pe- <b>i</b> -xe	es- <b>qui</b> -lo	<b>bor</b> -bo-le-ta	coe- <b>lho</b>	a-ves- <b>truz</b>

### 2.3 SÍNTESE E RECONHECIMENTO DE VOZ

Cada vez mais, tem-se dispositivos com grandes capacidades de processamento. Tal evolução possibilita o uso das tecnologias de voz. As tecnologias mais proeminentes atualmente são *Text-To-Speech* (TTS), que consiste na conversão de textos em síntese de voz, e *Automatic Speech Recognition* (ASR), onde ocorre o reconhecimento automático de voz para texto.

Costa et al. (2012) citam que sistemas que utilizam da tecnologia TTS são muito úteis pois proporcionam a interação entre homem e o computador de uma maneira mais natural e humana. Definem também seu funcionamento básico como um composto de duas partes, sendo estas: o *front-end*, composto por módulos de processamento de linguagem natural, e o *back-end*, composto por módulos de processamento de voz que geram a voz sintetizada. A Figura 1 apresenta um diagrama de bloco de um sistema TTS.

Figura 1 - Principais blocos de um sistema TTS



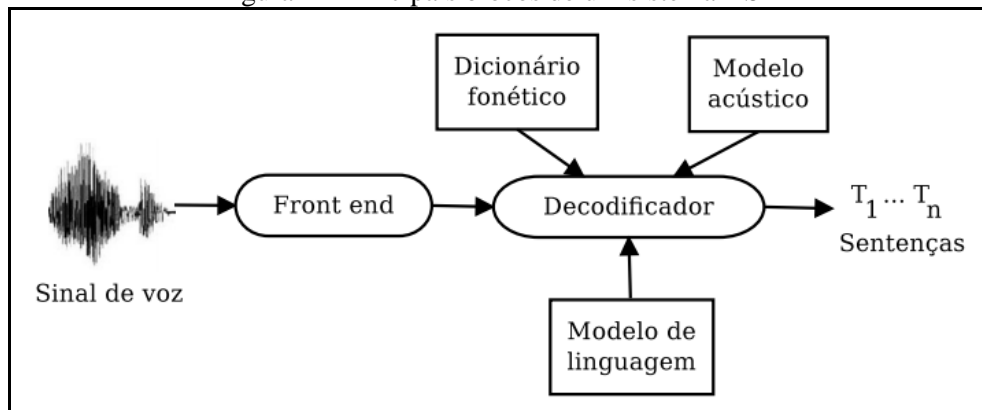
Fonte: Costa et al. (2012).

O texto é a entrada para a primeira camada do *front-end*. Na camada de análise textual são colocadas as marcas de divisão de palavras, realizadas as divisões silábicas e marcada a sílaba acentuada de cada uma. Na camada de análise fonética é realizada a transcrição do texto para fonemas. Então ocorre a geração prosódica, que consiste em utilizar as marcas e sequências de fonemas e traduzi-las em variações de duração segmental, com a inserção de pausas, de frequência (entonação) e de intensidade sonora. Por fim, o motor de síntese é

responsável por gerar o sinal de voz a partir da transcrição fonética e dos parâmetros gerados na prosódica.

Já Oliveira et al. (2011) citam que um sistema ASR adota uma abordagem estatística baseada em Modelos Ocultos de Markov (ou em inglês *Hidden Markov Model* - HMMs). Huang, Acero e Hon (2001) citam que um sistema ASR é composto por cinco blocos principais: *front-end*, dicionário fonético, modelo acústico, modelo de linguagem e decodificador ou reconhecedor, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Principais blocos de um sistema ASR



Fonte: Oliveira et al. (2011).

O *front-end* é a primeira camada, responsável pela entrada do sinal de voz através de uma interface em que o usuário possa interagir. Na segunda camada tem-se o decodificador, responsável por comparar as características acústicas do sinal de voz ao modelo palavras. Ligada ao decodificador existe: (a) o modelo de linguagem, que tem por objetivo minimizar as incertezas do conteúdo das sentenças e facilitar o reconhecimento; (b) o dicionário fonético, que possui a transcrição fonética das palavras, definindo como cada sílaba deve ser pronunciada; (c) o modelo acústico, que é a representação matemática gerada a partir de um sinal acústico.

O maior problema do reconhecimento de voz não é a transcrição do sinal analógico (voz) para o sinal digital (sentenças), mas sim reconhecer este sinal digital em modelos de palavras. Para lidar com o reconhecimento de voz é necessário interpretar a fala através da manipulação da representação do conhecimento fonético-fonológico (VIEIRA; LIMA, 2001).

Segundo Silva, Sampaio Neto e Klautau (2009), já existem bancos de dados de voz com mais de 240 horas de treinamento para o inglês, porém essa não é uma realidade quanto ao português do Brasil. O maior desafio dentro de um sistema ASR é estimar um bom modelo acústico. Para o treinamento de um modelo acústico é necessário uma base de dados que contenha arquivos de áudio e suas respectivas transcrições ortográficas.

Atualmente, o Google (GOOGLE DEVELOPERS, 2016) mantém e desenvolve modelos acústicos para o português do Brasil através da *Application Programming Interface* (API) *Speech* com suporte para o desenvolvimento de aplicativos Android envolvendo tanto ASR quanto TTS. Para os *smartphones* cuja versão do Android são superiores a versão 4.1, é disponibilizado o reconhecimento de voz *off-line* utilizando como base um pacote de voz disponível para *download*. Nas versões inferiores, o reconhecimento é realizado remotamente nos servidores da empresa. Reddy e Mahender (2013) citam que a assertividade do reconhecimento de voz se difere de uma língua para a outra dependendo do tamanho do vocabulário disponível. Sua assertividade também possui diferença nos resultados conforme a modalidade escolhida para realizar o reconhecimento. As modalidades são: isolada, descontínua ou contínua, leitura ou fala espontânea e tarefas.

## 2.4 GAMIFICATION

O termo *gamification*, segundo Kapp (2012), significa a aplicação de elementos utilizados em jogos em outros contextos, utilizando este potencial para engajar e motivar pessoas e não apenas tornar menos entediante a realização das tarefas. Fadel et al. (2014) citam exemplos de que apesar do termo *gamification* ser relativamente novo, suas técnicas já vêm sendo utilizadas a muito tempo, como nos trabalhos e provas reconhecidos com estrelinhas ou em ditados onde as palavras vão se tornando cada vez mais difíceis de serem soletradas. Para Vianna et al. (2013) o principal princípio de sua utilização é despertar emoções e explorar aptidões, atreladas a recompensas virtuais ou físicas ao executar uma determinada tarefa.

Vianna et al. (2013) consideram que *gamification* abrange a utilização de mecanismos de jogos para a resolução de problemas e para a motivação e o engajamento de um determinado público. Zichermann e Cunningham (2011) identificam quatro razões para que as pessoas se sintam motivadas a jogar: para obterem o domínio de determinado assunto, para aliviar o *stress*, como forma de entretenimento e como meio de socialização. Para Furió et al. (2013), com o ato de jogar o sujeito tende a desenvolver habilidades de pensamento e cognição, estimulando a atenção e a memória de uma maneira prazerosa. Segundo Zichermann e Cunningham (2011), a utilização de *gamification* através de estruturas de recompensa, reforço e *feedback* tende a potencializar o envolvimento do indivíduo. O desafio deve ser utilizado para motivar e engajar as pessoas fazendo com que elas alcancem os objetivos mediante as estratégias que mobilizam as funções cognitivas e subjetivas. E é

através do sistema de *feedback* que o processo de motivação e engajamento é realimentado na busca do objetivo proposto (FADEL et al., 2014, p. 80).

Sabe-se que os jogos são sistemas sociais de imersão em que é possível aprender pela experimentação, tentativa e erro (SEBRAE, 2015). A aplicação de mecanismos, estruturas e dinâmicas de jogos na educação pode promover comportamentos desejados e possibilita a solução de problemas reais. Desse modo, pode-se utilizar *gamification* como uma ferramenta complementar para melhorar o ensino e a avaliação na educação formal e informal.

## 2.5 TRABALHOS CORRELATOS

A seguir são apresentados três trabalhos com características semelhantes aos principais objetivos deste trabalho. O primeiro é um reconhecedor de fala utilizado para ensino e prática de língua estrangeira (SILVA; FERNANDES; MARTINS, 2012), o segundo é o Tagarela (MARCO, 2014), um aplicativo para aumentar a capacidade de comunicação de portadores de deficiências fonoarticuladas, e o terceiro é um aplicativo para que a criança com autismo aprenda a identificar as emoções apresentadas através de expressões faciais (SAMSUNG, 2014).

### 2.5.1 Voice Application Learning

*Voice Application Learning* (VAL), segundo Silva, Fernandes e Martins (2012), tem como objetivo o uso de diálogos baseado em voz para o aprendizado de língua estrangeira. Através da aplicação, o aluno é inserido em atividades que envolvem a prática de escuta, a compreensão de textos e a pronúncia correta de palavras. Para tanto, a aplicação apresenta diálogos e faz questionamentos, os quais devem ser respondidos pelo usuário, conforme pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Exemplo de diálogo entre o sistema e o usuário

SISTEMA:	Where is living John?
USUÁRIO:	He is living in Washington.
SISTEMA:	You are correct. Congratulations.

Fonte: Silva, Fernandes e Martins (2012, p. 87).

A aplicação utiliza diálogos pré-definidos que são cadastrados pelo professor, através de arquivos *.rtf* e *.wav*. Caso o sistema não compreenda o que o usuário falou ou se o grau de confiabilidade não alcançar um nível satisfatório, determinado neste caso em 70%, é solicitado que o usuário responda novamente a pergunta.

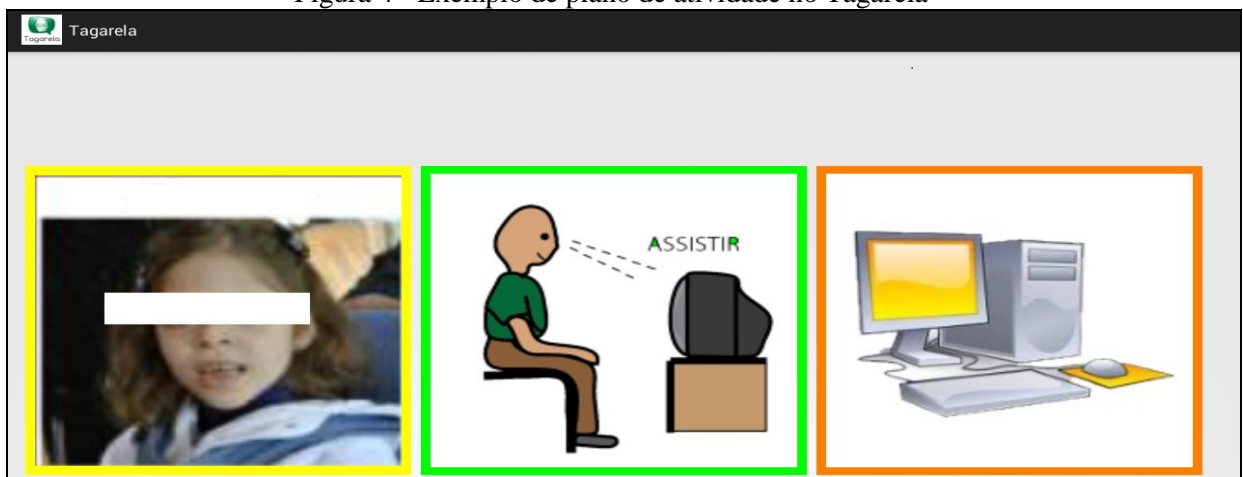
A aplicação foi desenvolvida utilizando o motor de reconhecimento de voz Microsoft Speech e o banco de dados Microsoft SQL Server 2008, onde é armazenada a gramática

compreendida pelo sistema. A gramática está no formato *eXtensible Markup Language* (XML) e é preenchida de maneira dinâmica, através dos arquivos informados pelo professor, com as palavras passíveis de reconhecimento.

### 2.5.2 Tagarela

O Tagarela, segundo Marco (2014), é um aplicativo de comunicação alternativa desenvolvido na Universidade Regional de Blumenau (FURB) para a plataforma Android com o objetivo de permitir que os portadores de deficiências fonoarticuladas aumentem sua capacidade de comunicação. O aplicativo utiliza símbolos formados por áudio e imagem para realizar a comunicação do usuário com deficiência. A comunicação ocorre através de planos de atividades elaborados entre o fonoaudiólogo e o tutor do paciente. A Figura 4 apresenta um exemplo de plano de atividades.

Figura 4 - Exemplo de plano de atividade no Tagarela



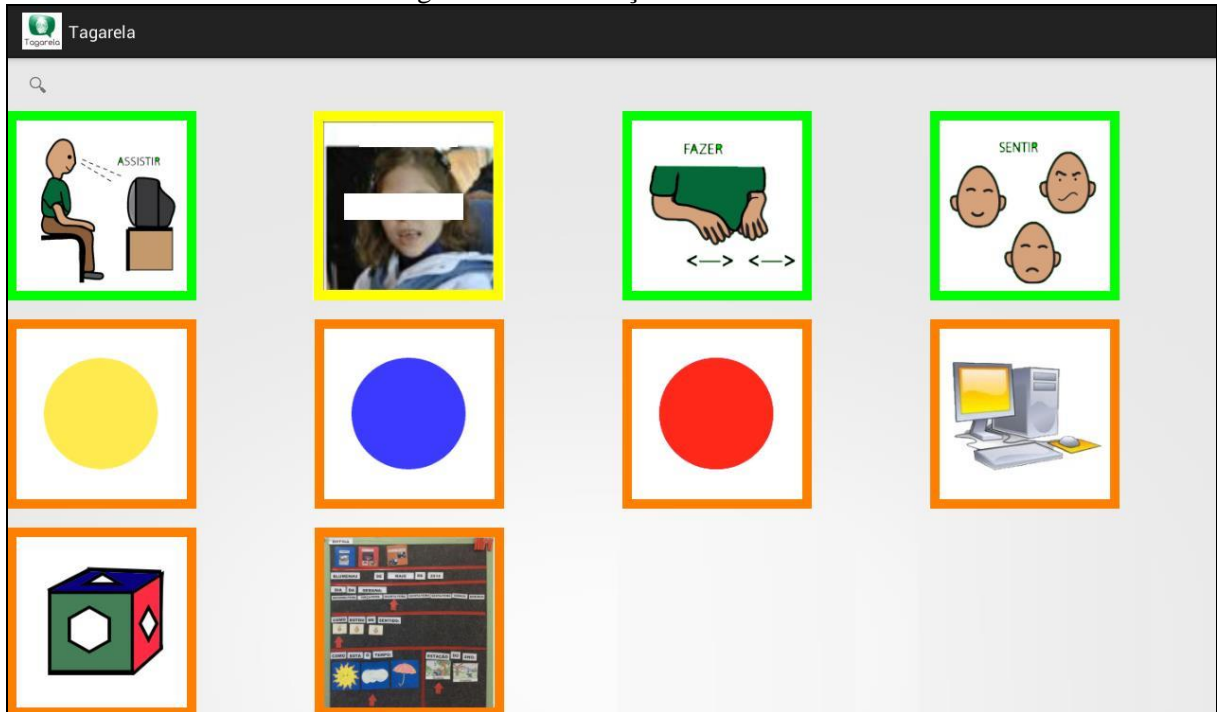
Fonte: Marco (2014, p. 62).

A Figura 5 representa a tela onde o usuário pode visualizar todos os símbolos disponíveis para elaboração dos planos de atividades. A tela permite a interação do usuário com os símbolos através do toque, fazendo com que o som associado ao símbolo seja reproduzido. Além de possuir funcionalidades para a criação de planos de maneira facilitada pelas pessoas envolvidas no processo de comunicação do paciente, o Tagarela faz a sincronização dos dados dos usuários para a web, possibilitando que suas informações estejam sempre disponíveis mesmo quando é necessária a troca do equipamento.

Durante a fase de testes do aplicativo, o mesmo foi levado para um ambiente real onde fonoaudiólogas utilizaram-no com seus pacientes, sendo que um deles possuía o diagnóstico de autismo. O paciente autista apresentou facilidade em utilizar planos de atividades cujos símbolos eram fotos de objetos reais. A fonoaudióloga ainda reforçou que a utilização dessas

ferramentas estimula a concentração do paciente, o que é considerado muito bom para crianças autistas.

Figura 5 - Visualização dos símbolos

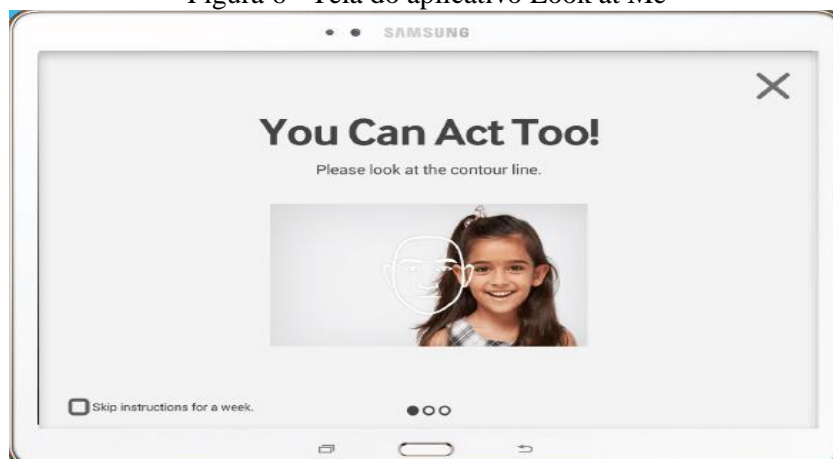


Fonte: Marco (2014, p. 60).

### 2.5.3 Look at Me

O Look at Me é um aplicativo lançado pela Samsung (2014) com o objetivo de melhorar a integração social de crianças autistas. O aplicativo utiliza a câmera de um *smartphone*, onde a criança pode tirar fotos sua ou de outras pessoas e, em seguida, pode aprender a identificar o rosto, além de identificar o humor das pessoas (Figura 6). O aplicativo possui sete níveis divertidos e interativos para manter as crianças envolvidas e motivadas a jogar. Cada missão precisa de cerca de 20 minutos para ser completada.

Figura 6 - Tela do aplicativo Look at Me



Fonte: Samsung (2014).

O Look at Me foi concebido para criar uma comunidade em que as famílias possam se conectar e compartilhar experiências com crianças autistas. Com este projeto pretende-se facilitar as conexões entre os pais e seus filhos, bem como compartilhar as experiências com outras famílias. O objetivo do projeto é melhorar o contato visual do autista com as demais pessoas. Uma equipe de psicólogos clínicos, psicólogos cognitivos e psiquiatras participaram do desenvolvimento do aplicativo, sendo que atualmente este se encontra em testes clínicos para verificar sua eficácia.

Para a construção do aplicativo a Samsung estabeleceu uma parceria com médicos e professores da Seoul National University e da Yonsei University. O aplicativo foi testado durante 8 semanas com 20 crianças. Após as oito semanas, segundo Samsung (2014), 60% das crianças apresentaram melhora no contato visual com seus pais.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo são abordadas as etapas de desenvolvimento do aplicativo. A primeira seção apresenta os principais requisitos funcionais e não funcionais. A segunda seção descreve a especificação através de diagramas da *Unified Modeling Language* (UML). A terceira seção apresenta os detalhes da implementação, incluindo os trechos de código mais relevantes e exemplos de uso. Por fim, a quarta seção aborda os resultados deste trabalho.

#### 3.1 REQUISITOS

Em seguida estão listados os requisitos para a criação do aplicativo. Têm-se requisitos descrevendo as funcionalidades e requisitos para a implementação, que estão categorizados em Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF). Os requisitos do aplicativo são:

- a) RF01 - reconhecer as palavras de um dicionário pré-estabelecido;
- b) RF02 - possuir imagens relacionadas a cada palavra;
- c) RF03 - possuir um recurso para a entrada de voz;
- d) RF04 - possuir um recurso que realize a pronúncia das palavras através da síntese de voz;
- e) RF05 - possuir categorias de palavras e níveis de dificuldade a partir da complexidade silábica;
- f) RF06 - possuir um sistema de pontuação;
- g) RF07 - utilizar reconhecimento de voz para validar a correta pronúncia das palavras;
- h) RF08 - possuir um cadastro de jogadores;
- i) RNF01 - ser implementado para a plataforma Android;
- j) RNF02 - não necessitar de conexão com internet;
- k) RNF03 - ser implementado em Java;
- l) RNF04 - utilizar a API *Speech* do Google para efetuar o reconhecimento e a síntese de voz.

#### 3.2 ESPECIFICAÇÃO

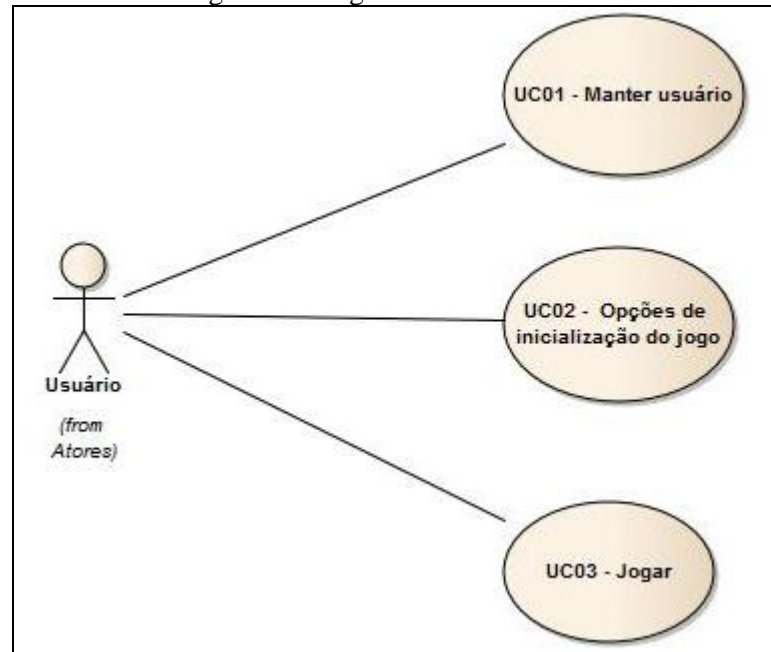
Na especificação foram definidos os seguintes diagramas da UML: de casos de uso, de pacotes e de classes. A diagramação foi realizada utilizando a ferramenta Enterprise Architect.



### 3.2.1 Casos de uso

No diagrama de casos de uso são apresentadas as ações que o usuário pode executar no protótipo. A Figura 7 representa o diagrama de casos de uso desenvolvido.

Figura 7 - Diagrama de casos de uso



A seguir são apresentados os detalhes de cada caso de uso. O caso de uso UC01 (Quadro 2) descreve o cadastro de usuários, abrangendo inclusão, uso e exclusão. O UC02 (Quadro 3) descreve as opções de inicialização do jogo. E, por fim, o UC03 (Quadro 4) descreve o jogo propriamente dito.

Quadro 2 - UC01: Manter usuário

Descrição	Descreve o fluxo de inclusão, uso e exclusão de um usuário.
Pré-condição	Usuário com acesso à tela de cadastro de usuários.
Atores	Usuário
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>São apresentas ao Usuário as opções para manipulação de um usuário.</li> <li>Usuário seleciona um usuário já cadastrado.</li> <li>São apresentas as opções de inicialização do jogo conforme UC02.</li> </ol>
Fluxo alternativo 1	<p>No passo 2 do fluxo principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Usuário seleciona opção para incluir um novo usuário.</li> <li>São apresentados os campos necessários para a inclusão de um usuário.</li> <li>Usuário preenche os campos.</li> <li>São validadas as informações preenchidas e retorna ao passo 1 do fluxo principal.</li> </ol>
Fluxo alternativo 2	<p>No passo 2 do fluxo principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Usuário seleciona o usuário a ser excluído.</li> <li>É solicita confirmação para exclusão do usuário.</li> <li>Usuário confirma a exclusão.</li> <li>É excluído o usuário selecionado e retorna ao passo 1 do fluxo principal</li> </ol>
Pós-condição	
RF associado	RF08
RNF associado	RNF01, RNF02 e RNF03

Quadro 3 - UC02: Opções de inicialização do jogo

Descrição	Descreve o fluxo da inicialização do jogo.
Pré-condição	Usuário com acesso à tela de opções do jogo.
Atores	Usuário
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. São apresentadas as categorias de palavras cadastradas.</li> <li>2. Usuário seleciona uma das categorias apresentadas.</li> <li>3. São apresentados os níveis cadastrados: fácil, médio ou difícil.</li> <li>4. Usuário seleciona um dos níveis apresentados.</li> <li>5. É executado o jogo conforme UC03.</li> </ol>
Pós-condição	
RF associado	RF05
RNF associado	RNF01, RNF02 e RNF03

Quadro 4 - UC03: Jogar

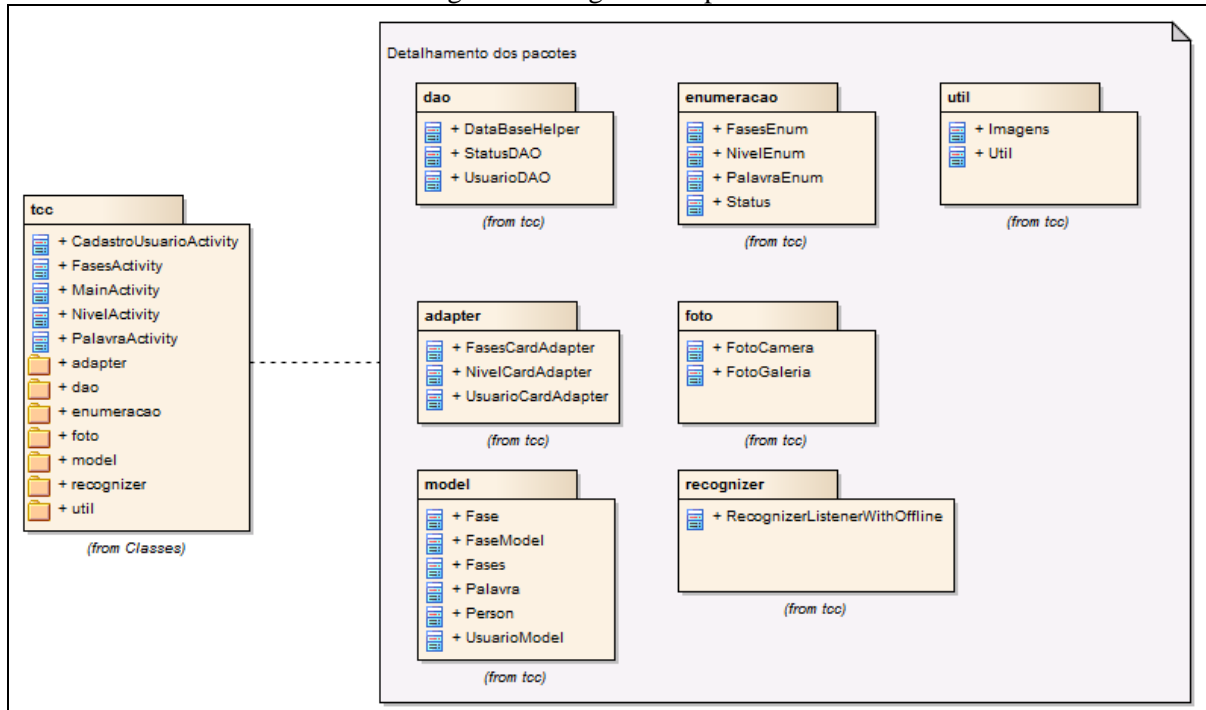
Descrição	Descreve o fluxo do jogo.
Pré-condição	Usuário com acesso à tela do jogo.
Atores	Usuário
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. São apresentadas as imagens correspondentes à palavra da categoria / nível selecionados.</li> <li>2. Usuário pressiona o botão com microfone.</li> <li>3. É habilitada a entrada da fala.</li> <li>4. Usuário pronuncia a palavra correspondente à imagem apresentada.</li> <li>5. É validado e informado que a palavra está correta.</li> <li>6. É habilitada a seleção de palavras já pronunciadas corretamente e habilita a opção para a próxima palavra.</li> <li>7. Usuário seleciona a opção de próxima palavra.</li> <li>8. É retornado ao passo 1.</li> </ol>
Fluxo alternativo 1	<p>No passo 2 do fluxo principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usuário seleciona uma das imagens secundárias apresentadas.</li> <li>2. Sistema apresenta a imagem selecionada como sendo a principal.</li> </ol>
Fluxo alternativo 2	<p>No passo 2 do fluxo principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usuário pressiona o botão com alto-falante.</li> <li>2. É pronunciada a palavra correspondente às imagens apresentadas.</li> </ol>
Fluxo alternativo 3	<p>No passo 4 do fluxo principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usuário pronuncia uma palavra não correspondente à imagem apresentada.</li> <li>2. É validada e informada que a palavra está incorreta.</li> <li>3. Após 5 tentativas, é habilitada a seleção de próxima palavra e continua do passo 7 do fluxo principal.</li> </ol>
Pós-condição	
RF associado	RF01, RF02, RF03, RF04, RF06 e RF07
RNF associado	RNF01, RNF02, RNF03 e RNF04

### 3.2.2 Diagrama de pacotes

A Figura 8 representa os pacotes utilizados na construção do aplicativo. O pacote `dao` agrupa as classes de acesso ao banco de dados. O pacote `enumeracao` contém as enumerações das fases (ou categorias), dos níveis e das palavras, assim como o `status` de cada palavra no momento do jogo, sendo eles: não iniciada, falha ou sucesso. O pacote `util` contém classes de apoio. O pacote `adapter` contém as classes que implementam o padrão de projeto `Adapter`. O pacote `foto` contém as classes de acesso à galeria de fotos ou à câmera do

dispositivo. O pacote `model` contém classes que definem os objetos utilizados. O pacote `recognizer` contém a classe auxiliar para o reconhecimento de voz.

Figura 8 - Diagrama de pacotes

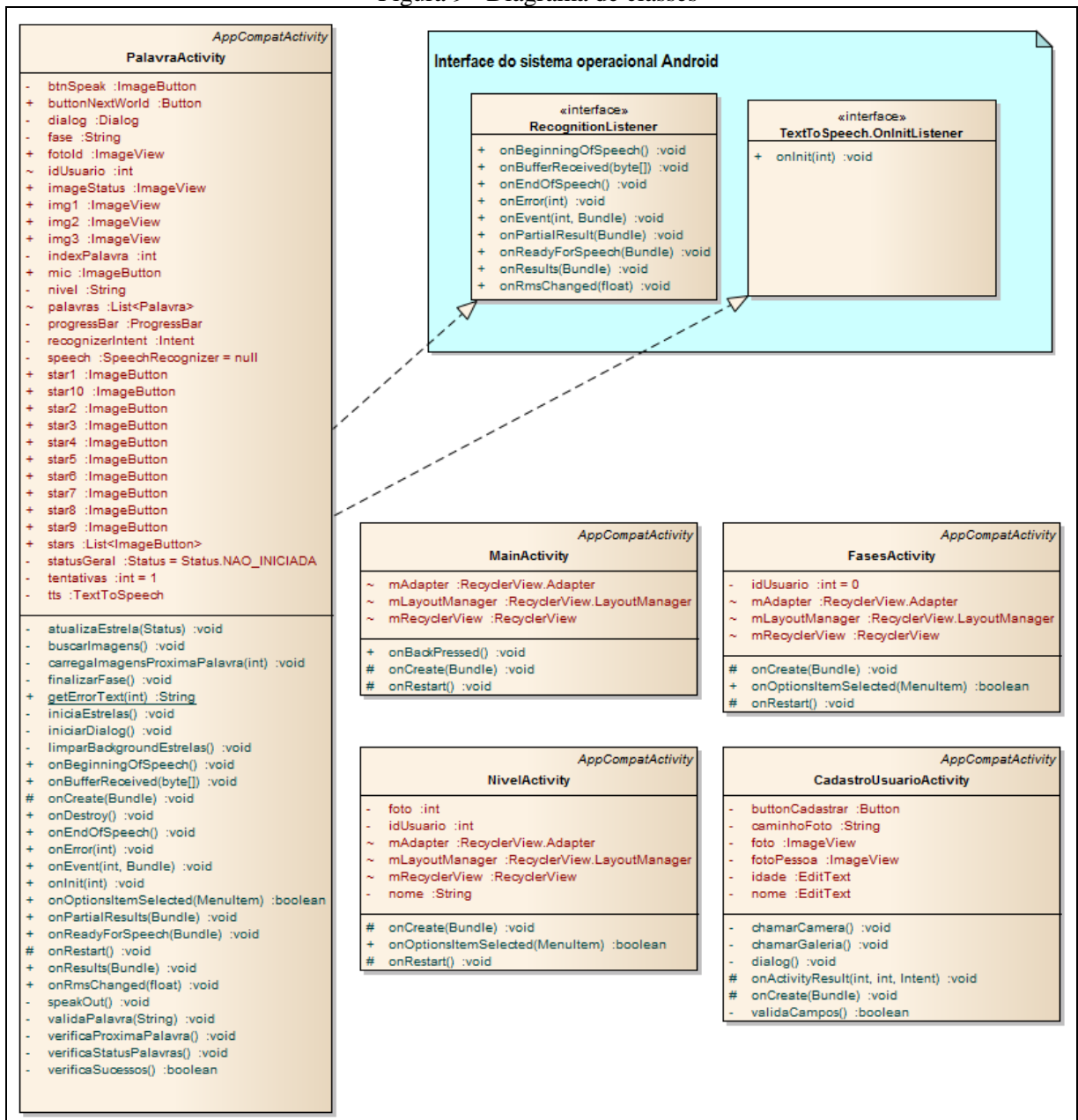


### 3.2.3 Diagrama de classes

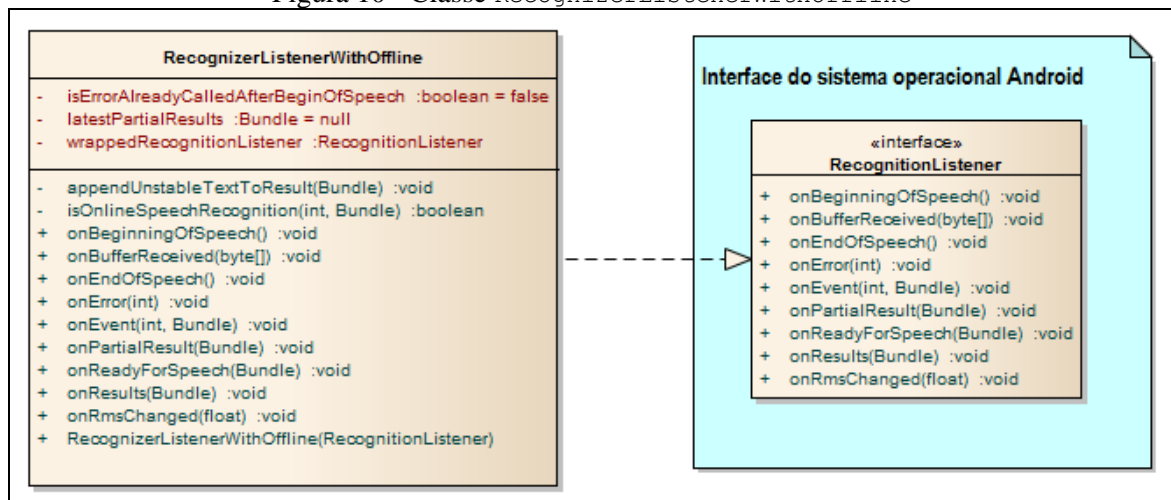
Nesta seção são descritas as principais classes do protótipo desenvolvido, visualizadas na Figura 9. A classe `PalavraActivity` é a responsável pela tela do jogo, por parte do reconhecimento das palavras e pela síntese de voz. Os principais métodos dessa classe são: `buscarImagens`, que é responsável pela busca das imagens correspondentes à palavra apresentada ao usuário; `onInit` e `speakOut`, responsáveis pela síntese de voz; `onResult`, que recebe o resultado obtido no reconhecimento de voz e inicia a validação da palavra. Os outros métodos apresentados na classe são métodos auxiliares.

A classe `MainActivity` é a classe que inicia o aplicativo apresentando a tela inicial com os usuários já cadastrados. A classe `CadastroUsuarioActivity` é a classe responsável pelo cadastro de novos usuários. As classes `FaseActivity` e `NivelActivity` são as classes responsáveis pelas telas de escolha de categoria e nível, respectivamente.

Figura 9 - Diagrama de classes

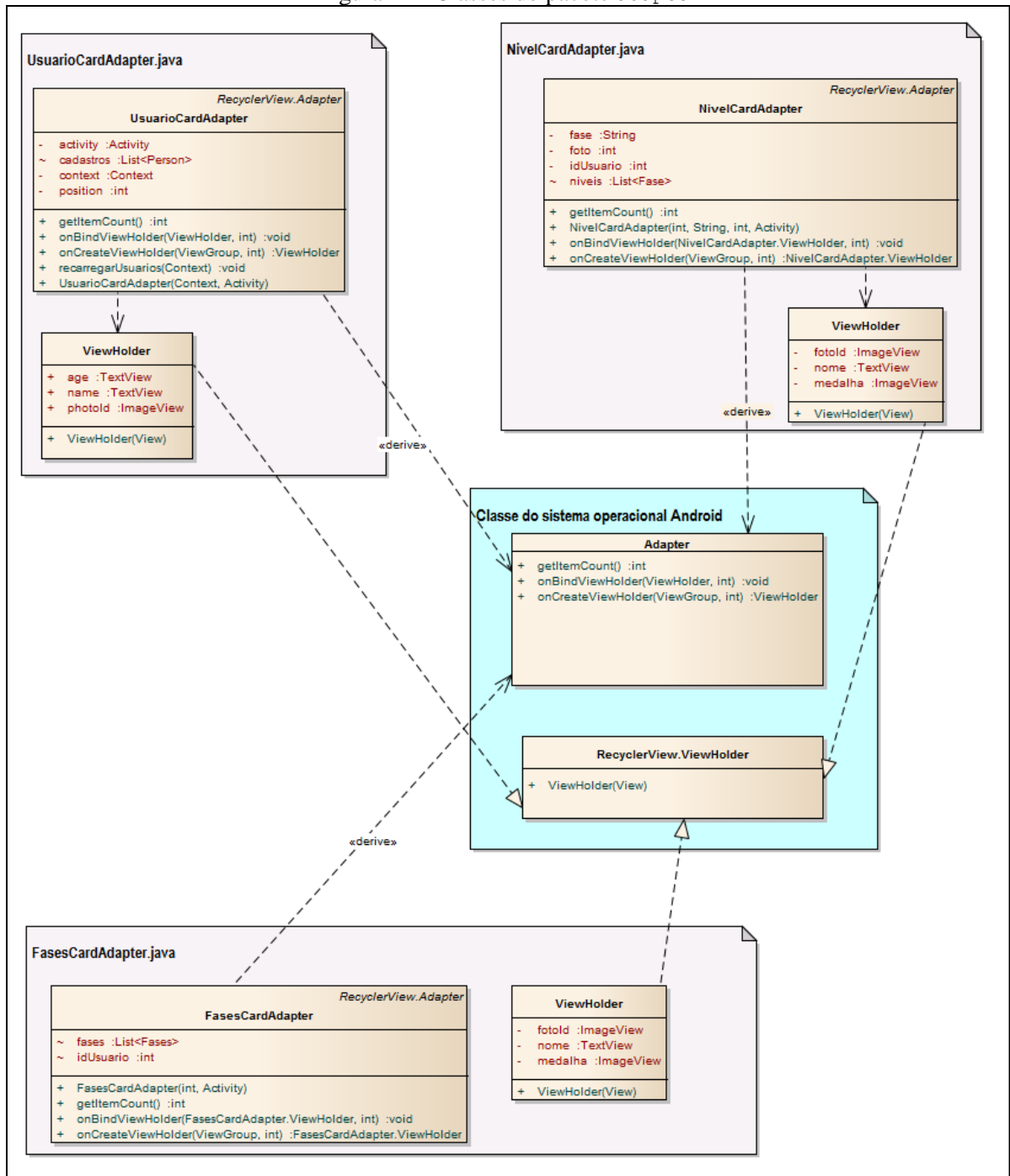


O reconhecimento de voz *on-line* ou *off-line* da aplicação é definido através do método `onError` da classe `RecognizerListenerWithOffline` apresentada na Figura 10. Essa classe implementa a interface `RecognitionListener`, nativa da API `Speech` do Google. O método `isOnlineSpeechRecognition` é responsável por verificar se o reconhecimento será realizado *on-line* ou *off-line*, enquanto o método `appendUnstableTextToResult` é utilizado para receber o resultado quando é realizado o reconhecimento *on-line*. Os demais métodos são da classe `RecognitionListener`, porém não são necessários para a aplicação.

Figura 10 - Classe `RecognizerListenerWithOffline`

A Figura 11 apresenta as classes do padrão de projeto adapter. O adapter é um padrão de projeto que permite converter a interface de uma classe em outra interface esperada pelo cliente, sendo então utilizado para converter uma lista de objetos para os componentes apresentados na tela. A classe `UsuarioCardAdapter` é responsável por apresentar e atualizar os usuários. A classe `FasesCardAdapter` é responsável por apresentar as categorias, enquanto a classe `NivelCardAdapter` é responsável pelos níveis apresentados. Todas as classes são derivadas da classe `Adapter` do Android, sendo que cada uma possui: uma lista com um `model` que representa a estrutura do objeto; o método `getItemCount`, que retorna a quantidade de itens exibidos; o método `onBindViewHolder`, responsável por realizar a ligação entre o item da lista e os componentes da tela; e o método `onCreateViewHolder`, responsável por inicializar o *layout* da tela. As classes também possuem ligação com a classe `ViewHolder` do Android, através de uma *inner class*, onde cada classe carrega os itens do seu respectivo *layout* e define o comportamento dos mesmos.

Figura 11 - Classes do pacote adapter



### 3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir são apresentadas as técnicas e as ferramentas utilizadas, a implementação dos principais métodos e a operacionalidade da implementação, ilustrando o uso do aplicativo.

#### 3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

O protótipo foi implementado utilizando a linguagem Java com a biblioteca de desenvolvimento para Android 4.4. O ambiente de desenvolvimento utilizado foi o Android

Studio em conjunto com o *plug-in Android Development Tools (ADT)*. Para depuração e execução de testes do aplicativo utilizou-se um *tablet* da Samsung denominado Tab E 9.7 modelo T560. Já para síntese e reconhecimento de voz foi utilizada a *API Speech*, sendo que a partir da versão 4.1, conforme já descrito, o Google disponibiliza o reconhecimento de voz *off-line*. Para tanto, faz-se necessário habilitar no *tablet* o reconhecimento *off-line* e fazer *download* dos idiomas desejados, conforme pode ser visualizado na Figura 12 e na Figura 13, respectivamente.

Figura 12 - Habilitar reconhecimento *off-line*

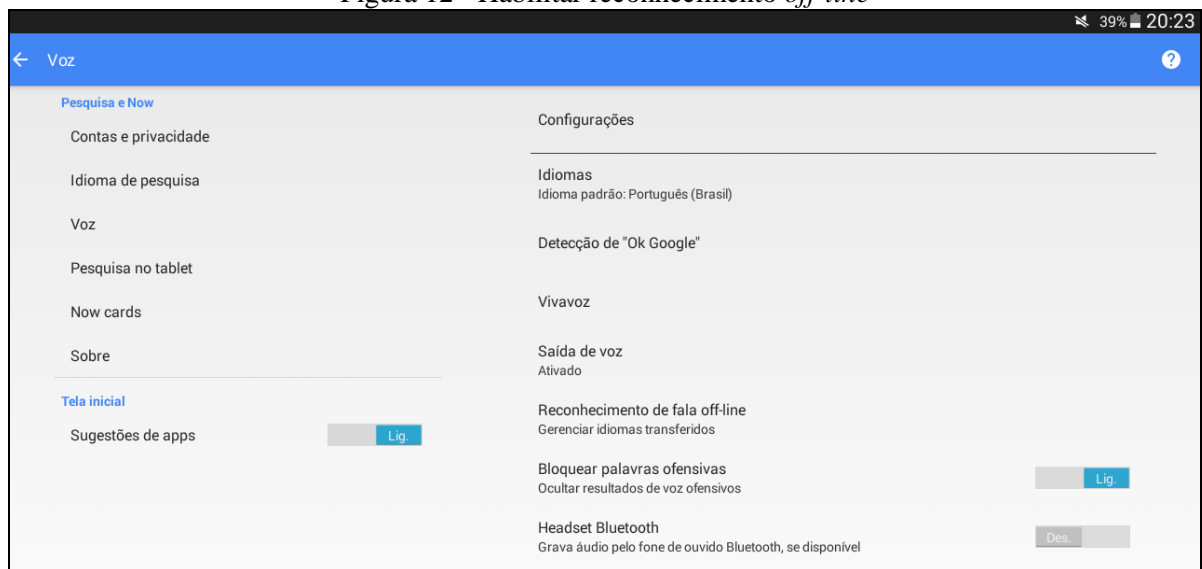


Figura 13 - *Download* de idiomas



### 3.3.2 Definição do dicionário de palavras e imagens

Para o protótipo escolheu-se trabalhar com três categorias de palavras, sendo estas frutas, animais e objetos, relacionadas no Apêndice A. Para escolher as categorias levou-se em consideração a utilização das palavras que estão no cotidiano do público que utilizará o aplicativo. Dentre as categorias, trabalhou-se em três níveis: fácil, médio e difícil, cada um contendo dez palavras. As palavras foram classificadas conforme a complexidade silábica e para palavras com a mesma complexidade, foi utilizada a quantidade de sílabas que as compõem para determinar qual palavra é mais fácil do que outra.

Para cada palavra foram escolhidas quatro imagens que a representam. Estas imagens têm como objetivo auxiliar na identificação da palavra correspondente e, portanto, facilitar o reconhecimento e a pronúncia da mesma. Por exemplo, para a palavra “maçã”, além da imagem de uma maçã vermelha, tem-se uma imagem de uma pessoa mordendo uma maçã, de três maçãs de cores diferentes e da Branca de Neve com a maçã na mão, um clássico dos contos infantis. Por fim, para cada uma das palavras foi verificada a eficácia no reconhecimento de voz pela API *Speech*. Após a definição do dicionário, as palavras foram incluídas no aplicativo através de enumerações, como apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Palavras

```
//FRUTAS
//FACIL
MACA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Maçã"),
PERA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Pera"),
JACA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Jaca"),
CAJU(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Caju"),
BANANA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Banana"),
CEREJA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Cereja"),
TOMATE(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Tomate"),
JABUTICABA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Jabuticaba"),
MARACUJA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Maracujá"),
UVA(FasesEnum.FRUTAS.getNome(), NivelEnum.FACIL.getNome(), "Uva"),
```

Os arquivos das imagens foram adicionados na pasta `drawable`, tendo como nome a palavra correspondente, seguida de número de 1 a 4, para que sejam carregados de forma automatizada, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Busca de imagens

```
for (int j = 1; j <= 4; j++) {
    imagens[j - 1] =
        getResources().getIdentifier(nome + j, "drawable", getPackageName());
}
```

### 3.3.3 Reconhecimento de voz

O reconhecimento de voz é feito através das classes da API *Speech*. Sua utilização consiste na criação de um objeto da classe `Intent` do Android para executar o reconhecimento de voz, sendo também possível informar parâmetros para a execução desse reconhecimento conforme apresentado no Quadro 7. Os parâmetros utilizados foram:

- a ação que será realizada, neste caso o reconhecimento da fala (linha 2);
- o modelo da linguagem, responsável por indicar qual tipo de reconhecimento será utilizado, sendo utilizado o reconhecimento de fala de forma livre (linha 3);
- a linguagem a ser reconhecida, sendo utilizada a linguagem padrão do dispositivo (linha 5);
- se são permitidos resultados parciais, ou seja, pode retornar apenas uma parte da palavra falada quando a mesma não for totalmente audível (linha 7);



- e) a quantidade máxima de resultados retornados (linha 8), sendo que quando estiver em modo *off-line*, o reconhecimento de voz sempre retornará apenas um resultado e em modo *on-line* respeitará o parâmetro informado, ou seja, apenas um resultado.

Quadro 7 - Intent de reconhecimento

```

1 recognizerIntent = new Intent();
2 recognizerIntent.setAction(RecognizerIntent.ACTION_RECOGNIZE_SPEECH);
3 recognizerIntent.putExtra(RecognizerIntent.EXTRA_LANGUAGE_MODEL,
4     RecognizerIntent.LANGUAGE_MODEL_FREE_FORM);
5 recognizerIntent.putExtra(RecognizerIntent.EXTRA_LANGUAGE,
6     Locale.getDefault());
7 recognizerIntent.putExtra(RecognizerIntent.EXTRA_PARTIAL_RESULTS, true);
8 recognizerIntent.putExtra(RecognizerIntent.EXTRA_MAX_RESULTS, 1);

```

Após a criação do objeto da classe `Intent`, o mesmo é utilizado pela classe `SpeechRecognize`, classe da API *Speech*, para iniciar um `listener`, conforme apresentado no Quadro 8 (linha 5). O `listener` é um “ouvinte” que notifica um objeto sobre um evento ocorrido. No caso do reconhecimento de voz, o `listener` aguarda que algo seja pronunciado e retorna a informação no momento em que houver uma pausa na fala. Ao iniciar o reconhecimento, uma *dialog* (linha 1) é aberta com uma barra de progresso (linha 3) que sofre interferência quando alguma palavra, mesmo que parcialmente, for identificada.

Quadro 8 - Listener de reconhecimento

```

1 dialog = new Dialog(this);
2 dialog.setContentView(R.layout.custom_dialog);
3 progressBar = (ProgressBar) dialog.findViewById(R.id.progressBar1);
4 progressBar.setIndeterminate(true);
5 speech.startListening(recognizerIntent);

```

Para utilizar o reconhecimento *off-line* foi criado um `listener`, representado pela classe `RecognizerListenerWithOffline`, responsável por verificar se o reconhecimento será efetuado no servidor ou localmente, como apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Listener de reconhecimento *off-line*

```

speech = SpeechRecognizer.createSpeechRecognizer(this);
speech.setRecognitionListener(new RecognizerListenerWithOffline(this) {
    @Override
    public void onError(int error) {
        super.onError(error);
    }

    @Override
    public void onResults(Bundle results) {
        super.onResults(results);
    }
});

```

Ao reconhecer que algo foi pronunciado seguido de uma pausa, o aplicativo tenta conectar-se ao servidor do Google para realizar o reconhecimento. Caso ocorra um *network\_timeout*, significa que não foi possível obter conexão com o servidor, então o reconhecimento de voz é processado localmente. Caso a conexão seja realizada com sucesso,

obtem-se uma mensagem *no\_match*, conforme Quadro 10, indicando que o reconhecimento será processado *on-line*, seguindo os parâmetros apresentados no Quadro 7.

Quadro 10 - Validação de reconhecimento *on-line*

```

1 private boolean isOnlineSpeechRecognition(int error, Bundle
2                                     latestPartialResults) {
3     return error == SpeechRecognizer.ERROR_NO_MATCH &&
4         latestPartialResults != null;
5 }

```

A fala reconhecida será processada pelo método `onResult`, apresentado no Quadro 11. O método `onResult` recebe uma lista de palavras, em caso de reconhecimento, ou `null`, se nenhuma palavra for identificada (linha 3). Caso a lista possua palavras (linha 5), a *dialog* iniciada anteriormente é fechada (linha 6), inicia-se a verificação se a palavra informada está correta (linha 7) e o `listener` responsável é finalizado (linha 8).

Quadro 11 - Método `onResult`

```

1 @Override
2 public void onResults(Bundle results) {
3     ArrayList<String> matches =
4     results.getStringArrayList(SpeechRecognizer.RESULTS_RECOGNITION);
5     if (matches != null) {
6         dialog.dismiss();
7         validaPalavra(palavraFalada.getText().toString());
8         speech.stopListening();
9     }
10 }

```

O Quadro 12 apresenta o processamento caso a palavra informada esteja correta. Verifica-se qual o *status* da palavra (linha 1). Caso seja uma palavra não iniciada, será armazenado o *status* de sucesso contendo a quantidade de tentativas de fala da palavra (linha 2), caso contrário, será apenas atualizado o registro já existente com o *status* de sucesso e a nova quantidade de tentativas (linha 5). Em seguida, as estrelas são atualizadas com o novo *status* “estrela dourada” (linha 8), é apresentada a indicação de palavra correta ao usuário (linhas 9 e 10) e é habilitado o botão que permite ir para a próxima palavra (linha 11).

Quadro 12 - Validação de palavra correta

```

1 if (palavra.getStatus() == Status.NAO_INICIADA) {
2     statusDAO.salvar(sqliteDatabase, fase, nivel, palavra.getNome(),
3                     Status.SUCESSO.ordinal(), tentativas, idUsuario);
4 } else {
5     statusDAO.editar(sqliteDatabase, fase, nivel, palavra.getNome(),
6                     Status.SUCESSO.ordinal(), tentativas, idUsuario);
7 }
8 atualizaEstrela(Status.SUCESSO);
9 imageStatus.setVisibility(View.VISIBLE);
10 imageStatus.setImageResource(R.drawable.certo);
11 buttonNextWorld.setEnabled(true);

```

O Quadro 13 apresenta o processamento quando a palavra informada estiver errada. Da mesma forma que apresentado no quadro anterior, caso o *status* seja de palavra não iniciada (linha 1), será inserido um registro com o *status* de falha e com a quantidade de tentativas (linha 2), caso contrário, será apenas atualizado o registro com o *status* de falha e a nova

quantidade de tentativas (linha 5). Na linha 8 verifica-se se já foram atingidas cinco tentativas. Em caso positivo, será habilitado o botão de próxima palavra (linha 9). As linhas 11 e 12 são responsáveis por apresentar a indicação de palavra incorreta. Por fim, a estrela é atualizada com o status de falha “estrela apenas com borda dourada”.

Quadro 13 - Validação de palavra incorreta

```

1  if (palavra.getStatus() == Status.NAO_INICIADA) {
2      statusDAO.salvar(sqLiteDatabase, fase, nivel, palavra.getNome(),
3                      Status.FALHA.ordinal(), tentativas, idUsuario);
4  } else {
5      statusDAO.editar(sqLiteDatabase, fase, nivel, palavra.getNome(),
6                      Status.FALHA.ordinal(), tentativas, idUsuario);
7  }
8  if (tentativas >= 5) {
9      buttonNextWorld.setEnabled(true);
10 }
11 imageStatus.setVisibility(View.VISIBLE);
12 imageStatus.setImageResource(R.drawable.erradol);
13 atualizaEstrela(Status.FALHA);

```

A classe `NivelAdapter` possui a lógica para a definição da medalha apresentada na tela de escolha de nível (Quadro 14). Caso a pontuação seja equivalente a todas as palavras corretas (linha 1), será apresentada a medalha de ouro (linha 2). Caso a pontuação seja equivalente ou superior a oito palavras corretas (linha 3), então será apresentada a medalha de prata (linha 4). Em último caso, se a pontuação for equivalente ou superior a cinco palavras corretas (linha 5), será apresentada a medalha de bronze (linha 6).

Quadro 14 - Medalha por nível

```

1  if(fase.getPontuacao() > 10) { //todas as palavras corretas
2      holder.medalha.setImageResource(R.drawable.ouro);
3  } else if(fase.getPontuacao() >= 8) { //a partir de 8 palavras corretas
4      holder.medalha.setImageResource(R.drawable.prata);
5  } else if(fase.getPontuacao() >= 5) { //a partir de 5 palavras corretas
6      holder.medalha.setImageResource(R.drawable.bronze);
7  }

```

A classe `FaseAdapter` possui a lógica para a definição da medalha apresentada na tela de escolha da fase (Quadro 15). Caso a pontuação seja equivalente a trinta palavras corretas (linha 1), será apresentada a medalha de ouro (linha 2). Caso a pontuação seja equivalente ou superior a vinte e três palavras corretas, correspondente a um cenário com uma medalha de ouro, uma de prata e uma de bronze nos níveis, então será apresentada uma medalha de prata (linha 4). Por fim, se a pontuação for equivalente ou superior a cinco acertos em cada nível, será apresentada uma medalha de bronze (linha 6).

Quadro 15 - Medalha por fase

```

1  if(fases.getPontuacao() > 30) { //Ex:10 faceis + 10 médias + 10 difíceis
2      holder.medalha.setImageResource(R.drawable.ouro);
3  } else if(fases.getPontuacao() >= 23) { //Ex:10 facies + 8 médias + 5 dificeis
4      holder.medalha.setImageResource(R.drawable.prata);
5  } else if(fases.getPontuacao() >= 15) { //Ex: 5 faceis + 5 médias + 5 dificeis
6      holder.medalha.setImageResource(R.drawable.bronze);
7  }

```

### 3.3.4 Síntese de voz

Para auxiliar a criança também foi utilizada a síntese de voz nativa do Android. Para sua utilização, foi necessário implementar o listener da classe `TextToSpeech.OnInitListener`, sobrescrevendo o método `onInit`, representado no Quadro 16, que recebe o *status* da inicialização do objeto utilizado para realizar a síntese, podendo retornar sucesso ou falha (linha 3). Em caso de sucesso, o idioma desejado é informado (linha 4), sendo utilizado o idioma padrão do dispositivo.

Quadro 16 - Método `onInit`

```

1  @Override
2  public void onInit(int status) {
3      if (status == TextToSpeech.SUCCESS) {
4          int result = tts.setLanguage(Locale.getDefault());
5          if (result == TextToSpeech.LANG_MISSING_DATA ||
6              result == TextToSpeech.LANG_NOT_SUPPORTED) {
7              Log.e("TTS", "This Language is not supported");
8          }
9      } else {
10         Log.e("TTS", "Initalization Failed!");
11     }
12 }

```

O método `speakOut`, apresentado no Quadro 17, é utilizado para realizar a síntese de voz utilizando o método `speak` (linha 3) da API *Speech*. Neste método são informadas: a palavra que será sintetizada e o parâmetro `QUEUE_FLUSH`, que define que o texto após ser sintetizado será reproduzido no dispositivo.

Quadro 17 - Método `speakOut`

```

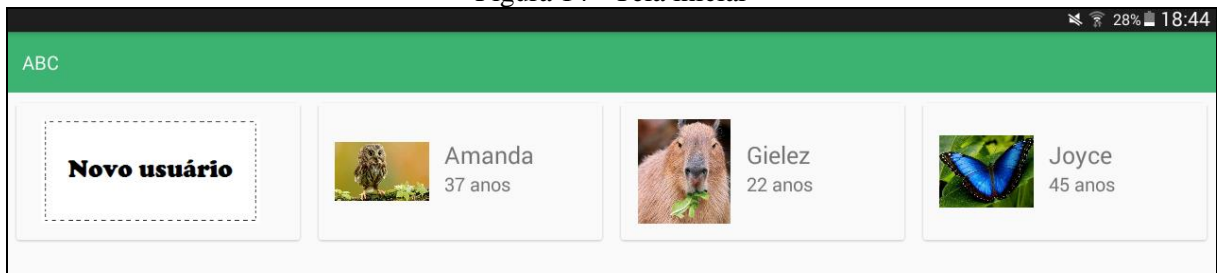
1  private void speakOut() {
2      String text = palavras.get(indexPalavra).getNome();
3      tts.speak(text, TextToSpeech.QUEUE_FLUSH, null);
4  }

```

## 3.4 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

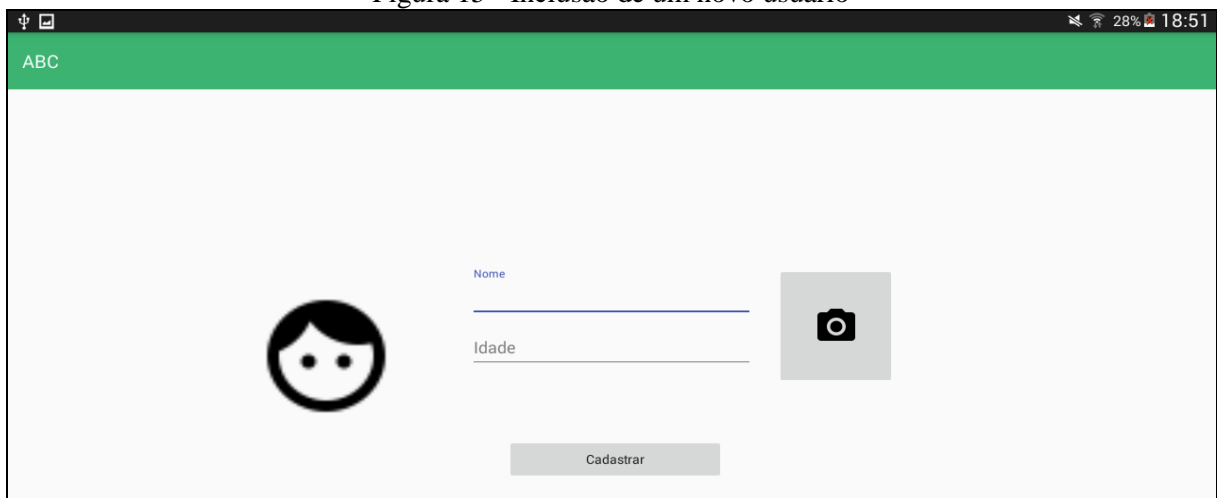
Nesta seção são apresentadas as funcionalidades do aplicativo. Ao iniciar o aplicativo são apresentadas as opções para cadastrar um novo usuário ou utilizar um já existente. A Figura 14 representa a tela inicial do aplicativo.

Figura 14 - Tela inicial



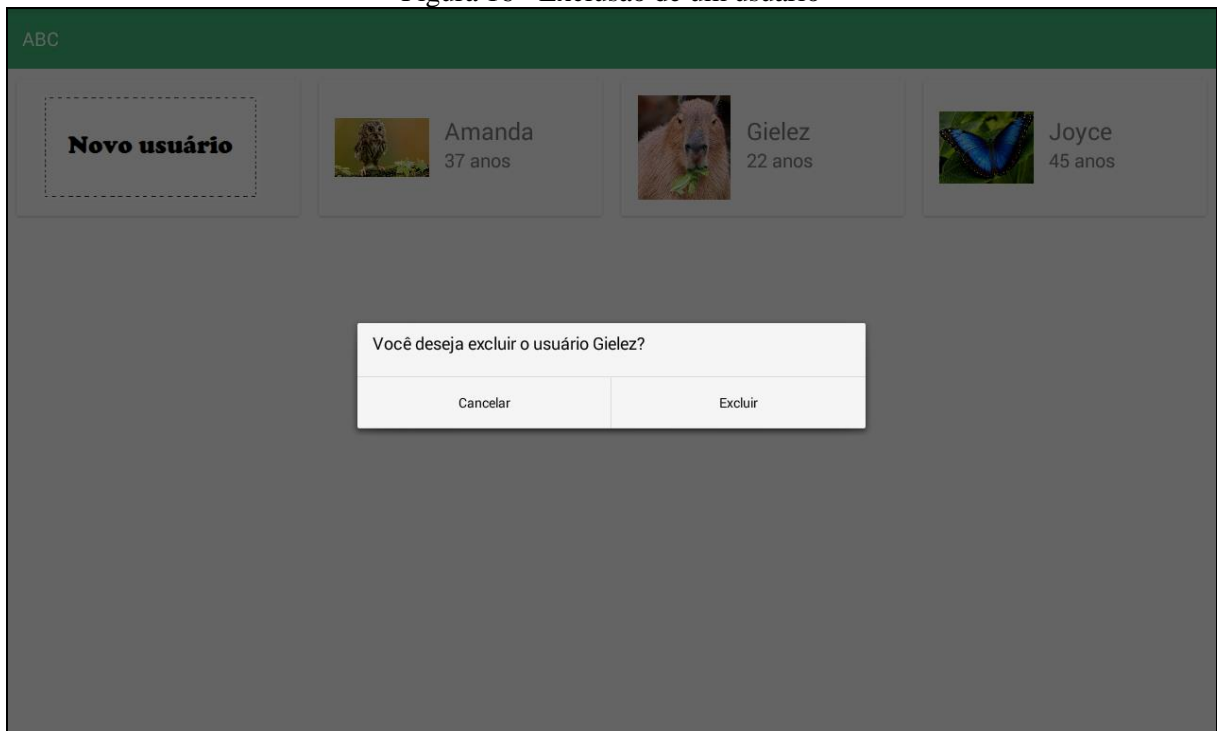
A opção para cadastrar um novo usuário sempre será a primeira a ser apresentada, seguida dos usuários já cadastrados ordenados em ordem alfabética. Para incluir um novo usuário, é necessário pressionar o primeiro botão apresentado na tela. Na tela para inclusão de um novo usuário, conforme a Figura 15, deve-se informar: nome, idade e uma foto, sendo que pode ser uma foto já armazenada no dispositivo ou tirada utilizando a câmera do dispositivo. A foto é obrigatória para que a criança se reconheça quando for utilizar o aplicativo em outro momento, dispensando o auxílio de outra pessoa. Após o preenchimento dessas informações, ao ser pressionado o botão *Cadastrar*, será validado o preenchimento de todos os campos, confirmada a inclusão de um novo usuário e o aplicativo redireciona novamente para a tela inicial.

Figura 15 - Inclusão de um novo usuário



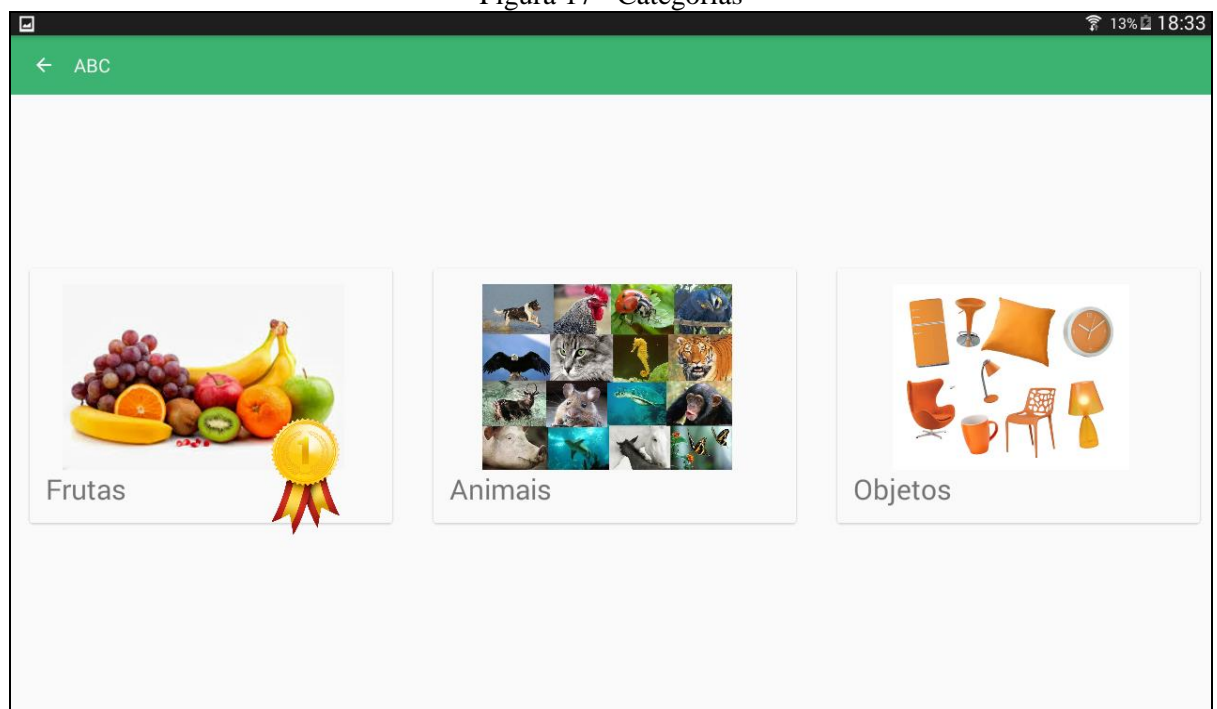
É possível excluir um usuário existente, sendo necessário pressionar por alguns segundos o botão que representa o usuário a ser excluído. Pode-se confirmar ou desistir da exclusão (Figura 16). Caso escolha por excluir o usuário selecionado, todos os registros relacionados àquele usuário serão apagados e o aplicativo redireciona novamente para a tela inicial. Caso escolha por não excluí-lo, o aplicativo apenas redireciona para a tela inicial.

Figura 16 - Exclusão de um usuário



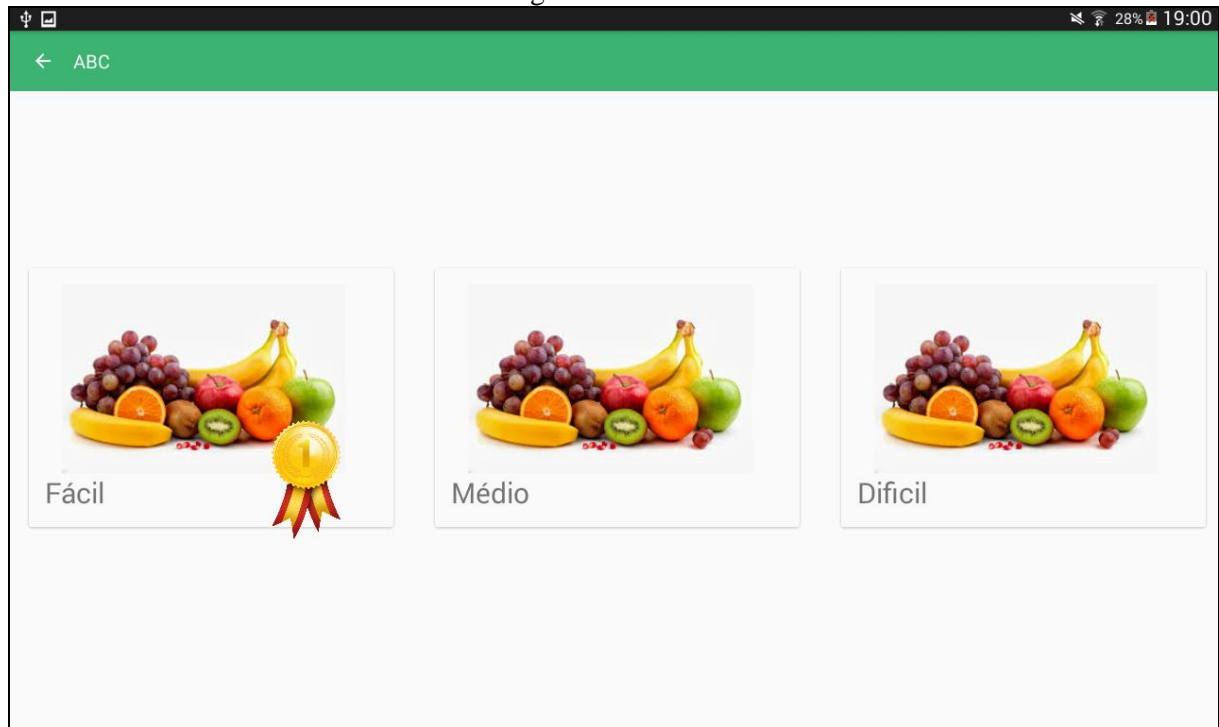
Após escolher um usuário já existente na tela inicial, é aberta a tela principal do aplicativo (Figura 17) onde são apresentadas as categorias disponíveis: frutas, animais ou objetos. Para as categorias que o usuário já jogou, é apresentada uma medalha correspondente à pontuação já adquirida no jogo.

Figura 17 - Categorias



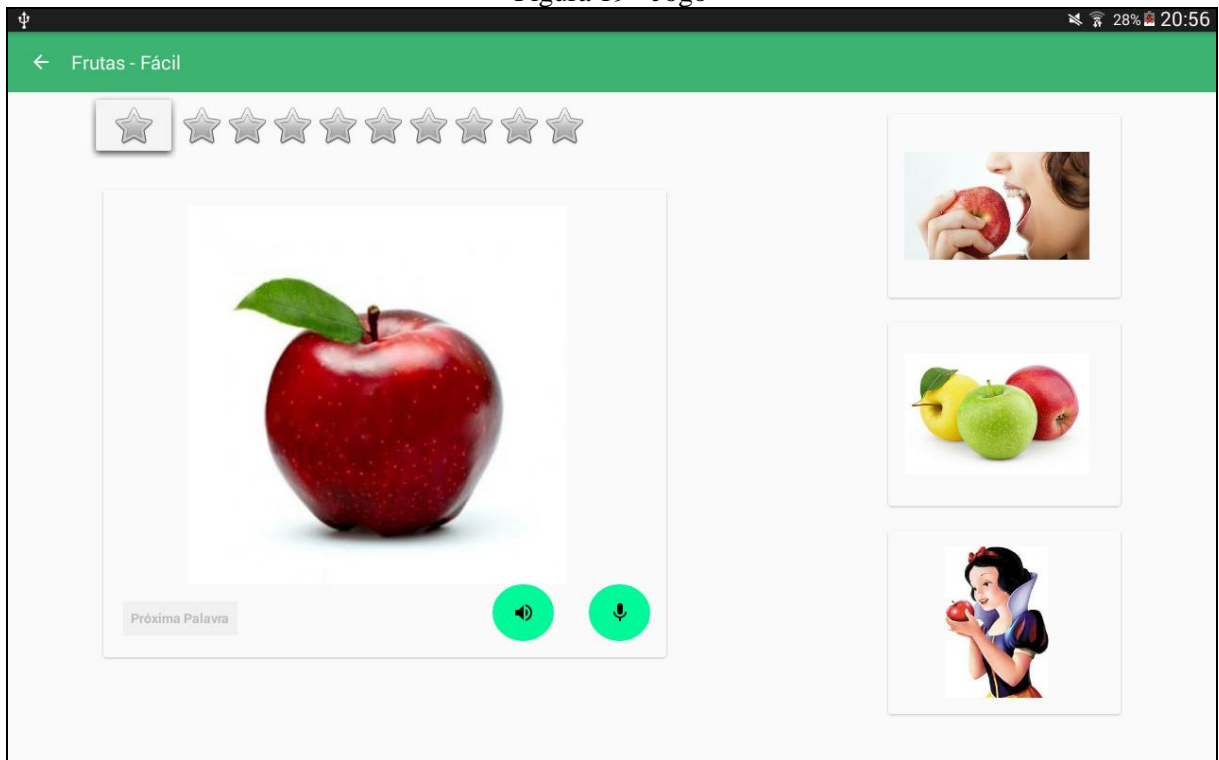
Ao escolher uma categoria de palavras, são apresentados os níveis disponíveis (Figura 18): fácil, médio ou difícil. Também são apresentadas as medalhas de pontuação específicas de cada nível.

Figura 18 - Níveis



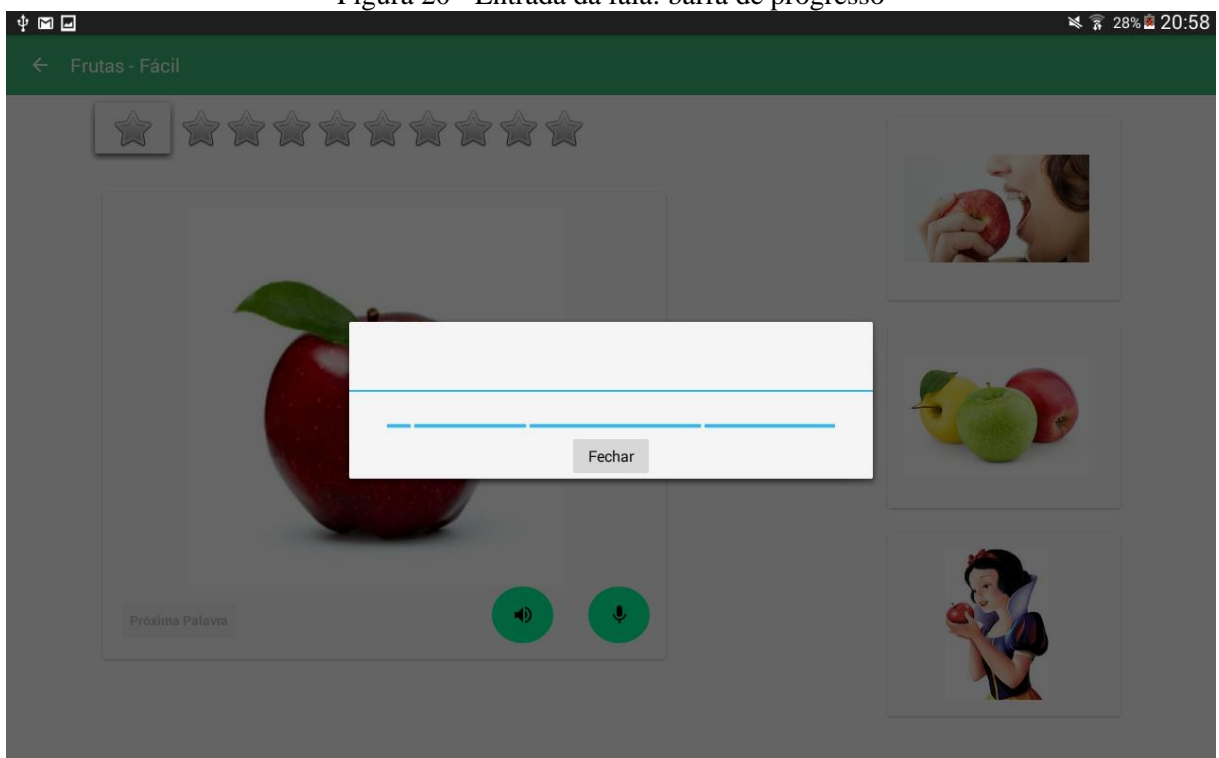
Ao escolher um nível, serão apresentadas estrelas representando as palavras do nível e as imagens referentes a cada palavra cadastrada, por grau de dificuldade dentro do nível, conforme a complexidade silábica. Por exemplo, na Figura 19 têm-se dez estrelas, sendo que a primeira está selecionada. Também são mostradas uma imagem principal e outras três imagens auxiliares à direita referentes à palavra maçã, que é a primeira palavra do nível fácil, da categoria frutas. Abaixo da imagem principal encontra-se um botão para acessar a próxima palavra, outro para escutar a palavra correspondente às imagens apresentadas e outro para ativar a entrada da fala e, conseqüentemente, executar o reconhecimento da voz.

Figura 19 - Jogo



Ao selecionar o botão para ativar a entrada da fala, representado pelo microfone, será aberta uma *dialog*, visualizada pela Figura 20, com uma barra de progresso contínua que sofrerá interferência conforme a voz é detectada e será fechada ao final do reconhecimento. Caso o usuário deseje, poderá também fechar a *dialog* sem executar o reconhecimento de voz.

Figura 20 - Entrada da fala: barra de progresso





Ao pronunciar uma palavra, será dado um *feedback* ao usuário sinalizando o acerto ou o erro, conforme a Figura 21 e a Figura 22, respectivamente. Além disso, as estrelas são atualizadas conforme as tentativas de fala da criança. Caso a palavra informada esteja correta, a estrela fica completamente dourada, caso contrário, apenas as bordas da estrela ficarão douradas.

Figura 21 - Pronuncia correta

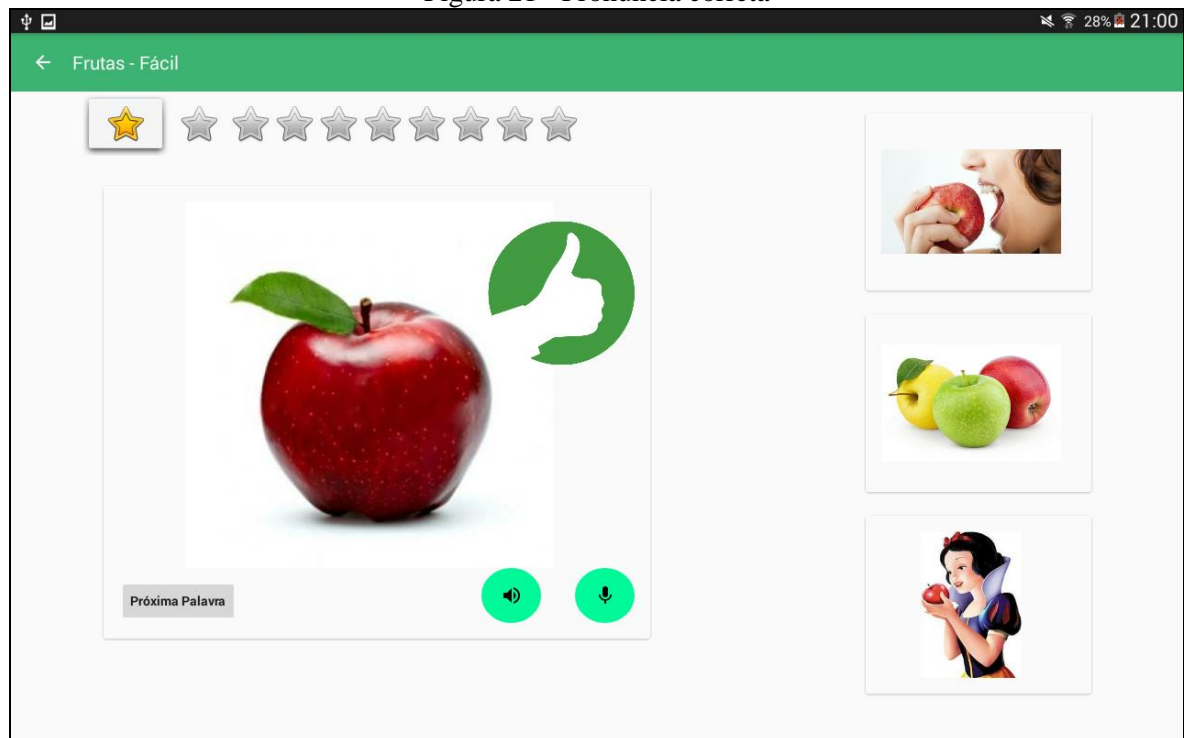
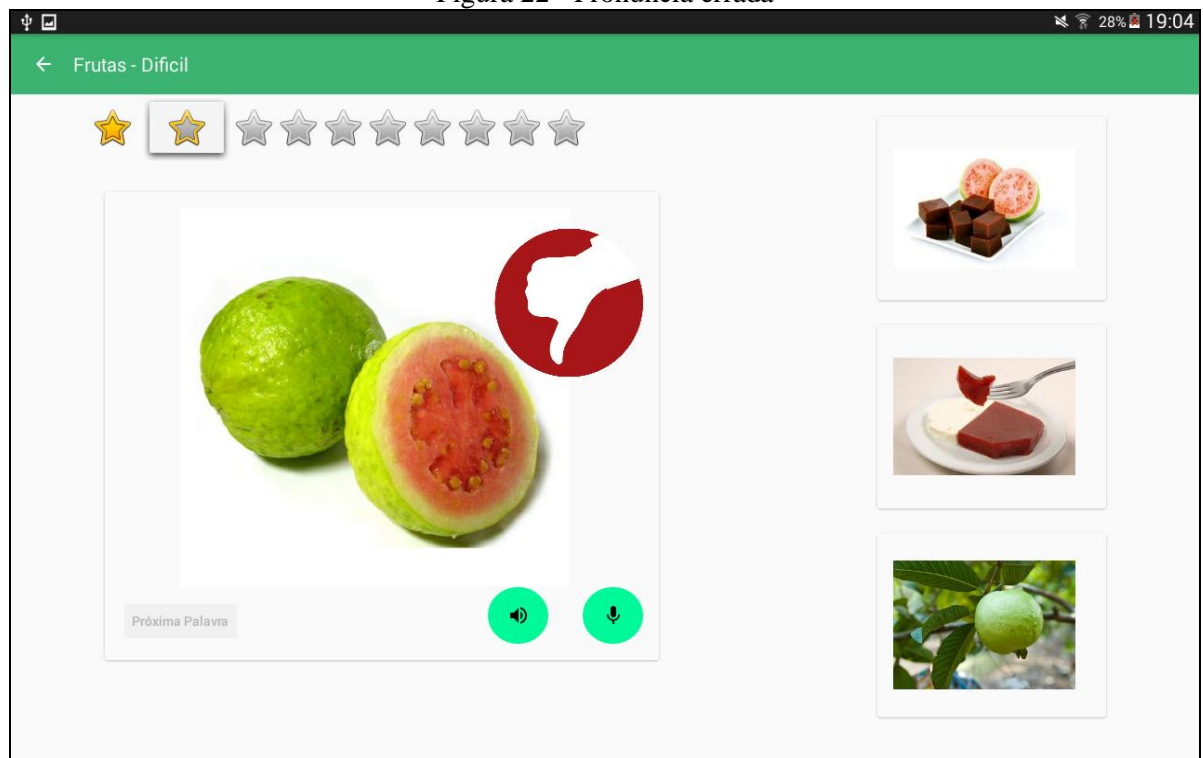


Figura 22 - Pronuncia errada



A opção para escutar a palavra, representada pelo botão com o alto-falante, irá sintetizar a palavra correspondente às imagens apresentadas. O objetivo é auxiliar na pronúncia da palavra em questão.

O botão *Próxima Palavra* será habilitado após cinco tentativas de pronúncia incorretas. Ao pressionar esse botão, o usuário será direcionado para a próxima palavra do nível, porém a estrela relacionada à palavra ficará sinalizando a pronúncia incorreta da mesma. Pode-se utilizar as estrelas também para navegar entre palavras anteriormente reconhecidas com acerto ou erro. Por fim, também é possível alternar entre a imagem principal e uma imagem secundária através de toques sobre a imagem desejada.

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são abordados os resultados e discussões do trabalho. A primeira seção apresenta os testes realizados com a psicóloga Amanda Lang. A segunda seção descreve a apresentação realizada para as fonoaudiólogas do CEMEA. Por fim, a terceira seção aborda a comparação com os trabalhos correlatos.

#### 3.5.1 Testes realizados com a psicóloga

Para a realização de testes, a aplicação foi implantada em *tablet* e o mesmo foi utilizado em reuniões com a psicóloga Amanda Lang, especialista em educação para autistas. Durante as reuniões não foram utilizados roteiros de uso do aplicativo, sendo então observado como ela interagia com as telas que foram apresentadas.

Durante o primeiro teste realizado com a Amanda Lang, a divisão das palavras entre as categorias foi classificada como ruim, pois não abrangia a complexidade das sílabas. Para solucionar isto, as palavras foram reclassificadas conforme o nível de complexidade silábica.

Após o ajuste solicitado, foi realizada uma nova reunião. Ao final da reunião foi aplicado um questionário qualitativo, conforme o Quadro 18. As respostas consideradas para as perguntas referentes à usabilidade foram: muito fácil, fácil, razoável e difícil, enquanto que para as perguntas referentes à assertividade foram: muito boa, boa, razoável, ruim e muito ruim.

Quadro 18 - Questionário

pergunta	categoria	resultado obtido
Sobre o uso, como você classifica o grau de dificuldade de uso do aplicativo?	usabilidade	fácil
Sobre a interface, como você classifica as telas do aplicativo?	usabilidade	fácil
Sobre as imagens apresentadas, como você classifica as imagens utilizadas no aplicativo?	assertividade	muito boas
Sobre o reconhecimento de voz, como você classifica a qualidade do reconhecimento de voz executado pelo aplicativo?	assertividade	razoável
Sobre a pontuação, como você classifica as técnicas de pontuação apresentadas no aplicativo?	assertividade	boa

Ao analisar os resultados, a ferramenta obteve bons resultados e foi considerada de fácil utilização. O valor obtido para a assertividade do reconhecimento das palavras foi considerado razoável por apresentar problemas devido ao ambiente físico em que foi aplicado. O ambiente formava uma espécie de concha acústica, onde ao falar a palavra, a mesma apresentava eco fraco, porém audível. Devido a este eco, o reconhecimento das palavras passou a apresentar muitas vezes resultados incompatíveis com a palavra pronunciada. Após a troca de ambiente para outro sem a existência de eco, a assertividade no reconhecimento das palavras melhorou. Com relação à usabilidade, por ter sido considerada fácil, acredita-se que o aplicativo será de fácil uso por crianças autistas.

No desenvolvimento do aplicativo, durante a fase de definição do dicionário, foi necessária a troca de algumas palavras, pois as mesmas apresentaram problemas no reconhecimento *off-line*. Algumas das palavras substituídas foram: figo, reconhecida como sigo; e pêssago, reconhecida como *Facebook*.

### 3.5.2 Apresentação para fonoaudiólogas do CEMEA

Para a apresentação para as fonoaudiólogas a aplicação foi implantada em *tablet* e levada até o Centro Municipal de Educação Alternativa (CEMEA) de Blumenau. O CEMEA é ligado à Secretaria da Educação e atende crianças matriculadas na educação básica municipal e estadual e em escolas privada, contando atualmente com 145 alunos.

O tratamento de crianças autista hoje consiste em receber a criança e avaliar qual a melhor técnica para que ela demonstre interesse e inicie uma interação com as fonoaudiólogas. Inicia-se então o tratamento que consiste em fazer com que a criança comece a se comunicar e a interagir com outras pessoas. A partir do momento em que essa interação começa a se tornar mais natural, o tratamento parte para a fase de lapidação da fala, onde são utilizadas técnicas para que a criança fale corretamente os fonemas apresentados nas palavras.

Durante a reunião, o aplicativo foi apresentado e utilizado pelas fonoaudiólogas tendo boa aceitação por ser considerado de fácil utilização. O uso de reconhecimento de voz e de

síntese de voz foi um ponto considerado positivo, pois possibilita a utilização do aplicativo na fase de lapidação da fala.

Algumas sugestões foram apresentadas para melhoria do aplicativo, sendo elas: a classificação das palavras na ordem de aprendizagem dos fonemas, a opção de utilização de filtro por fonemas e a inclusão de uma fase com as palavras correspondentes ao protocolo de fonologia (YAVAS; HERNADORENA; LAMPRECHT, 1991).

### 3.5.3 Comparações com os trabalhos correlatos

Com relação aos trabalhos correlatos, o Quadro 19 apresenta uma comparação entre as funcionalidades do aplicativo desenvolvido e os trabalhos correlatos anteriormente descritos.

Quadro 19 - Comparativo entre trabalhos correlatos

funcionalidade	aplicativo desenvolvido	VAL	Look at Me	Tagarela
reconhecimento de voz	sim	sim	não	não
síntese de voz	sim	não	não	não
idioma	português	inglês	inglês	português
educacional	sim	sim	sim	sim
uso de <i>gamification</i>	sim	não	sim	não
público alvo: autistas	sim	não	sim	não

A partir da comparação apresentada no Quadro 19, pode-se notar que o aplicativo construído e o VAL utilizam reconhecimento de voz, porém o trabalho correlato reconhece palavras pronunciadas em inglês, já que tem como objetivo o ensino deste idioma. Em relação ao Look at Me, os dois trabalhos são focados para crianças autistas e utilizam técnicas de *gamification*, sendo que o desenvolvido possui foco no desenvolvimento da fala, enquanto o correlato possui foco em desenvolver a relação social da criança. O Tagarela, por sua vez, possui foco educacional voltado para a comunicação do usuário com deficiências fonoarticuladas, não necessariamente crianças autistas. Por fim, no Quadro 19 observa-se que apenas o aplicativo desenvolvido usa a síntese de voz.

## 4 CONCLUSÕES

As crianças com autismo apresentam alterações na aquisição da linguagem, sendo necessário desenvolver práticas pedagógicas que auxiliem e incentivem o desenvolvimento das mesmas. Neste trabalho foi desenvolvido um aplicativo para auxílio da aquisição de linguagem por crianças com autismo. O projeto teve como objetivo criar um aplicativo que utiliza o reconhecimento de voz e técnicas de *gamification* para incentivar e desenvolver a fala das crianças autistas.

Através de testes de validações realizados com a psicóloga Amanda Lang e com as fonoaudiólogas do CEMEA, foi possível perceber que o aplicativo, apesar de estar em fase inicial, pode se tornar uma ferramenta muito útil para o uso de fonoaudiólogas em suas sessões com crianças autistas ou até mesmo por pais de autistas com seus filhos.

Entre os pontos apontados como positivos, está o dicionário de palavras e imagens escolhidas. A usabilidade e as técnicas de *gamification* usadas também obtiveram resultados positivos. Como ponto negativo ficou a utilização do aplicativo em ambientes que possibilitem o surgimento do eco durante a fala.

Durante a implementação observou-se alguns fatos como a facilidade de utilização da biblioteca de reconhecimento / síntese de voz do Google, e também a dificuldade em conseguir informações sobre a implementação que possibilitasse o reconhecimento de voz *off-line*. Tendo-se estes fatos descritos, conclui-se que os resultados obtidos foram bons e os objetivos propostos foram alcançados.

### 4.1 EXTENSÕES

Sugere-se as seguintes extensões para trabalhos futuros:

- a) permitir a utilização de perfis de usuário como: paciente e acompanhante;
- b) permitir a criação personalizada de novas categorias, níveis, palavras e imagens para cada usuário;
- c) permitir que o perfil acompanhante configure a pontuação de acordo com cada paciente;
- d) adaptar o aplicativo para diferentes resoluções de telas;
- e) permitir o compartilhamento dos dados do usuário entre diferentes dispositivos;
- f) permitir acesso, através da internet, às informações do paciente, sendo possível incluir comentários sobre o tratamento do mesmo.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Ana P. R. **O uso das tecnologias na educação**: computador e internet. 2011. 22 f. Monografia (Licenciatura em Biologia) – Consórcio Setentrional de Educação a Distância, Universidade de Brasília / Universidade Estadual de Goiás, Brasília. Disponível em: <<http://www.fe.unb.br/catedraunescoead/areas/menu/publicacoes/monografias-sobre-tics-na-educacao/o-uso-das-tecnologias-na-educacao-computador-e-internet>>. Acesso em: 16 set. 2015.
- ANDRADE, Bruna A.; PEREIRA, Denilson D. A linguagem figurada para a concepção metafórica em crianças no espectro autista. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA, 4., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica/CEFET-MG, 2014. Não paginado. Disponível em: <[www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais\\_2014/GT10/GT\\_10\\_x3x.PDF](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais_2014/GT10/GT_10_x3x.PDF)>. Acesso em: 22 set. 2015.
- AUTISM SPEAKS INC. **What is autism**: glossary of terms. [S.l.], 2015. Disponível em: <<https://www.autismspeaks.org/what-autism/video-glossary/glossary-terms>> Acesso em: 19 set. 2015.
- BEZERRA, Ana R. C. et al. **Intervenção terapêutica-ocupacional na psicose infantil**. [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.psiqweb.med.br/site/?area=NO/LerNoticia&idNoticia=237>>. Acesso em: 19 set. 2015.
- BOSA, Cleonice A. As relações entre autismo, comportamento social e função executiva. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 281-287, 2001. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v14n2/7855.pdf>> Acesso em: 19 set. 2015.
- CARVALHO, Glória; AVELAR, Telma. Linguagem e autismo: fatos e controvérsias. **Cadernos de Extensão**, Recife, n. 1, não paginado, 2010. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/proexc/images/publicacoes/cadernos\\_de\\_extensao/saude/autismo.htm](https://www.ufpe.br/proexc/images/publicacoes/cadernos_de_extensao/saude/autismo.htm)>. Acesso em: 06 jun. 2016.
- CARVALHO, Gilcinei T. Palavra canônica. In: FRADE, Isabel C. A. S.; VAL, Maria G. C.; BREGUNCI, Maria G. C. (Org.). **Glossário CEALE**: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores. [S.l.]: CEALE, Faculdade de Educação da UFMG, [2014]. Disponível em: <<http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/palavra-canonica>>. Acesso em: 06 jun. 2016.
- COSTA, Ericson S. et al. Um sintetizador de voz baseado em HMMs livre: dando novas vozes para aplicações livres no português do Brasil. In: WORKSHOP DE SOFTWARE LIVRE, 13., 2012, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: Associação Software Livre.Org., 2012. Não paginado. Disponível em: <<http://wsl.softwarelivre.org/2012/0011/38.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2016.
- DE MARCO, Magliane. O problema das sílabas complexas e do contato silábico na aquisição precoce do inglês como ‘LE’. In: ENCONTRO DO CÍRCULO DE ESTUDOS LINGÜÍSTICOS DO SUL, 5., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Mídia Curitibana, 2003. Disponível em: <<http://www.celsul.org.br/Encontros/05/pdf/123.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.
- FADEL, Luciane M. et al. (Org.). **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. Disponível em: <<http://www.pimentacultural.com/#!/gamificacao-na-educacao/c241i>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 51. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FURIÓ, David et al. The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. **Computers & Education**, [S.l.], v. 64, p. 24-41, May 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512003065>>. Acesso em: 20 set. 2015.

G1 ESPÍRITO SANTO. **Robô criado na UFES ajuda crianças com autismo a se comunicar**. [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2014/03/robo-criado-na-ufes-ajuda-criancas-autistas-se-comunicarem.html>>. Acesso em: 22 set. 2015.

GOOGLE DEVELOPERS. **Cloud speech API: speech to text conversion powered by machine learning**. [S.l.], [2016?]. Disponível em: <<https://cloud.google.com/speech/>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

GOULART, Christiane M. **Uma contribuição ao estudo de sinais de EEG para avaliar estados emocionais e mentais de crianças com autismo na interação com robô móvel**. 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/1346/1/Christiane%20Mara%20Goulart.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015.

HUANG, Xuedong; ACERO, Alex; HON, Hsiao-Wuen. **Spoken language processing: a guide to theory, algorithm and system development**. Upper Saddle River: Prentice-Hall. 2001.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: John Wiley & Sons, 2012. Disponível em: <<http://www.tdstl.org/resources/Documents/the-gamification-of-learning-and-instruction-kapp-en-19782.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

KENSKI, Leandro. O que é “gamification”? **EXAME.com**, [S.l.], não paginado, out. 2011. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/pme/noticias/o-que-e-gamification>>. Acesso em: 16 set. 2015.

LÓPEZ, Yolanda S.; GRANADOS, Teresa G.; VÁZQUEZ, Vicente S. Inventario de Desarrollo Battelle como instrumento de ayuda diagnóstica en el autismo. **Revista de La Asociación Española de Neuropsiquiatría**, Madrid, v. 27, n. 2, não paginado, feb. 2007. Disponível em: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0211-57352007000200004&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-57352007000200004&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 10 set. 2015.

MARCO, Darlan D. **Tagarela: aplicativo de comunicação alternativa na plataforma Android**. 2014. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. Disponível em: <<http://dsc.inf.furb.br/tcc/index.php?cd=11&tcc=1599>>. Acesso em: 06 jun 2016.

MARTINS, Raquel M. F. Estrutura silábica. In: FRADE, Isabel C. A. S.; VAL, Maria G. C.; BREGUNCI, Maria G. C. (Org.). **Glossário CEALE: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores**. [S.l.]: CEALE, Faculdade de Educação da UFMG, [2014]. Disponível em: <<http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/estrutura-silabica>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

- MATSON, Johnny. L.; KOZLOWSK, Alison M. Austitic regression. **Research in Autism Spectrum Disorders**, [S.l.], v. 4, n. 3, p. 340-345, July/Sept. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/17509467/4/3>>. Acesso em: 16 set. 2015.
- MIRANDA, Ana R. M. A grafia de estruturas silábicas complexas na escrita de crianças das séries iniciais. In: PINHO, Sheila Z. (Org.). **Formação de educadores: o papel do educador e sua formação**. São Paulo: Unesp, 2009. p. 409-426. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/geale/files/2010/11/A-grafia-de-estruturas-sil%C3%A1bicas-complexas-na-escrita-de-crian%C3%A7as-das-s%C3%A9ries-iniciais.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2016.
- MONTE, Francisca R. F.; SANTOS, Idê B. (Coord.). **Saberes e práticas da inclusão: dificuldades acentuadas de aprendizagem - autismo**. Brasília: MEC / SEESP, 2004. Disponível em: <<portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/educacao%20infantil%204.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2015.
- OLIVEIRA, Rafael et al. Recursos para desenvolvimento de aplicativos com suporte a reconhecimento de voz para desktop e sistemas embarcados. In: WORKSHOP DE SOFTWARE LIVRE, 12., 2011, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: Associação Software Livre.Org, 2011. Não paginado. Disponível em: <[wsl.softwarelivre.org/2011/0016/85180\\_1.pdf](wsl.softwarelivre.org/2011/0016/85180_1.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2015.
- OLIVEIRA, Larissa C. M. **Uso das tecnologias de informação e comunicação na prática do docente da educação profissional**. Ceará, 2012. Disponível em: <<http://www.ce.senac.br/imprensa/uso-de-ti-e-tc-na-pratica-do-docente-da-educacao-profissional.php>>. Acesso em: 19 set. 2015.
- PRIZANT, Barry M. Language acquisition and communicative behavior in autism: toward an understanding of the "whole" of it. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, [S.l.], v. 48, n.3, p. 296-307, Aug. 1983.
- REDDY, Raghavendhar B., MAHENDER, E. Speech to text conversion using Android plataforma. **International Journal of Engineering Research and Applications**, [S.l.], v. 3, n. 1, p.253-258, Jan./Feb. 2013. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.415.4162&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2016.
- SAMSUNG. **The Look at Me project**. [S.l.], 2014. Disponível em:<<http://pages.samsung.com/ca/lookatme/English/>> Acesso em: 19 set. 2015.
- SANTOS, Adriano et al. Metodologia de ensino para crianças autistas: superando limitações em busca da inclusão. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA, 5., 2013, Vitória da Conquista. **Anais...** [S.l.]: Realize Eventos e Editora, 2013. Não paginado. Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/Trabalho\\_Comunicacao\\_oral\\_idin\\_scrito\\_1695\\_ee8a90ab371b8e7be05bf467184f1ded.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/Trabalho_Comunicacao_oral_idin_scrito_1695_ee8a90ab371b8e7be05bf467184f1ded.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2016.
- SCHIRMER, Carolina R.; FONTOURA, Denise R.; NUNES, Magda L. Distúrbios da aquisição da linguagem e da aprendizagem. In: **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 80, n. 2, p. 95-103, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jped/v80n2s0/v80n2Sa11.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2016.
- SCHWARTZAM, José S. Autismo e outros transtornos do espectro autista. **Revista Autismo: informação gerando ação**, [S.l.], v. 1, n. 0, não paginado, set. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaautismo.com.br/edic-o-0/autismo-e-outros-transtornos-do-espectro-autista>>. Acesso em: 16 set. 2015.



SEBRAE. **Gamificação:** aplicação da lógica de jogos na educação. [S.l.], [2015?]. Disponível em: <<http://ois.sebrae.com.br/boaspraticas/gamefication-aplicacao-da-logica-de-jogos-na-educacao/>>. Acesso em: 20 set. 2015.

SILVA, André B.; FERNANDES, Luiz F. S.; MARTINS, Valéria F. Interface do usuário baseada em voz como ferramenta para promover o ensino/aprendizagem de língua estrangeira. In: COMPUTER ON THE BEACH 2012, 2012, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** São José: UNIVALI, 2012. p.81-90. Disponível em: <<http://www6.univali.br/seer/index.php/acotb/article/view/6553>> Acesso em: 19 set. 2015.

SILVA, Patrick; SAMPAIO NETO, Nelson C.; KLAUTAU, Aldebaro. Novos recursos e utilização de adaptação de locutor no desenvolvimento de um sistema de reconhecimento de voz para o português brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES, 27., 2009, Blumenau. **Anais...** [S.l.]: SBrT, 2009. Não paginado. Disponível em: <[http://www.eletrica.ufpr.br/anais/sbrt/SBrT27/Sess%C3%B5es%20T%C3%A9cnicas\\_Artigos/Sess%C3%A3o%20T%C3%A9cnica\\_11/3\\_58065.pdf](http://www.eletrica.ufpr.br/anais/sbrt/SBrT27/Sess%C3%B5es%20T%C3%A9cnicas_Artigos/Sess%C3%A3o%20T%C3%A9cnica_11/3_58065.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2015.

VIANNA, Ysmar et al. **Gamification, Inc:** como reinventar empresas a partir de jogos. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

VIEIRA, Renata; LIMA, Vera L. S. Linguística computacional: princípios e aplicações. [S.l.], 2001. Disponível em: <<http://www.inf.unioeste.br/~jorge/MESTRADOS/LETRAS%20-%20MECANISMOS%20DO%20FUNCIONAMENTO%20DA%20LINGUAGEM%20-%20PROCESSAMENTO%20DA%20LINGUAGEM%20NATURAL/ARTIGOS%20INTERESSANTES/lingu%EDstica%20computacional.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2015.

YAVAS, M.; HERNADORENA, C. L.; LAMPRECHT, R. R. **Avaliação fonológica da criança:** reeducação e terapia. Artes Médicas: Porto Alegre, 1991.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Chistopher. **Gamification by Design:** implementing game mechanics in web and mobile apps. Sebastopol: O'Reilly, 2011.



## APÊNDICE A – Palavras utilizadas no aplicativo

O Quadro 20, o Quadro 21 e o Quadro 22 relacionam as palavras usadas no aplicativo, conforme as categorias definidas, por nível de dificuldade.

Quadro 20 - Palavras da categoria frutas

Frutas		
Fácil	Médio	Difícil
Maça	Amora	Manga
Jaca	Abacaxi	Goiaba
Caju	Abacate	Laranja
Banana	Acerola	Morango
Cereja	Cacau	Pitanga
Tomate	Caqui	Melancia
Jabuticaba	Melão	Tangerina
Maracujá	Mamão	Carambola
Uva	Limão	Nectarina
Açaí	Ameixa	Framboesa

Quadro 21 - Palavras da categoria animais

Animais		
Fácil	Médio	Difícil
Vaca	Peixe	Borboleta
Gato	Esquilo	Dinossauro
Pato	Papagaio	Zebra
Rato	Periquito	Abelha
Galo	Leão	Coelho
Peru	Camaleão	Ovelha
Cavalo	Porco	Galinha
Coruja	Pombo	Cachorro
Capivara	Formiga	Avestruz
Hipopótamo	Elefante	Pinguim

Quadro 22 - Palavras da categoria objetos

Objetos		
Fácil	Médio	Difícil
Mesa	Televisão	Espelho
Cama	Garfo	Chaleira
Sofá	Porta	Chuveiro
Copo	Corda	Bicicleta
Faca	Celular	Frigideira
Panela	Lâmpada	Colher
Xícara	Computador	Guarda-roupa
Telefone	Prato	Ar-condicionado
Cadeira	Carro	Quebra-cabeça
Geladeira	Garrafa	Video-game