



PROPOSTAS DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS OCR NO DESENVOLVIMENTO DE UM ASSISTENTE DE LEITURA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Leonardo Audalio Ferreira Do Nascimento*¹, André Luis de Souza Freitas¹, Ciro José Egoavil Montero¹,
Eloiza Costa Barros¹, Renata Mota Martins¹ e Thalyson Rocha Matos¹

¹UNIR - Fundação Universidade Federal De Rondônia

Resumo - A aplicação de recursos tecnológicos no âmbito da inclusão e acessibilidade à pessoas com necessidades especiais é um campo de importância indiscutível para pesquisadores em geral. Neste sentido, torna-se relevante desenvolver dispositivos que possibilitem a deficientes visuais o acesso a arquivos de texto em formato convencional. Para isto, é necessário utilizar métodos computacionais para converter estes arquivos de texto em arquivos de áudio. O desenvolvimento de um software que objetiva otimizar o tempo de processamento e a extração de informações de uma imagem em formato digital concentrou-se na implementação de um script em python para a utilização de um Raspberry PI e, alternativamente, no desenvolvimento de um aplicativo Android que deve ser usado com as ferramentas de acessibilidade disponíveis a usuários desta plataforma. Utilizando um microcomputador com um clock de 1.2GHz a taxa de acertos quanto ao reconhecimento de caracteres manteve-se variando de acordo com as condições da imagem analisada para a extração das informações, permanecendo entre 45% para imagens com resolução baixa porém elevando-se aos 98% para imagens de 1980x1080p. Já a aplicação Android obteve êxito quanto a extração das características da imagem e quanto ao conforto proporcionado ao usuário ao utilizar a ferramenta desenvolvida.

Palavras-Chave- Assistente virtual; Deficiência visual; OCR;

PROPOSALS FOR THE USE OF OCR SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF A READING ASSISTANT FOR PERSONS WITH VISUAL DEFICIENCY: SMART BRAILLE

Abstract - The application of technological resources in the scope of inclusion and accessibility to people with special needs is a field of indisputable importance for researchers in general. In this sense, it becomes relevant to develop devices that enable the visually impaired to access text fi-

les in a conventional format. It is necessary to use computational methods to convert these text files into audio files. The development of software that aims to optimize the processing time and extraction of information from an image in digital format focused on the implementation of a python script for the use of a Raspberry PI and, alternatively, the development of an Android application which should be used with the accessibility tools available to users of this platform. Using a microcomputer with a clock of 1.2GHz the rate of correctness regarding character recognition has been varied according to the conditions of the image analyzed for the extraction of the information, remaining between 45 % for images with low resolution, and 98% for 1980x1080p images. The Android application has been successful in extracting the characteristics of the image and the comfort provided to the user when using the developed tool.

Keywords - OCR; Virtual assistant; Visual impairment;

I. INTRODUÇÃO

Estima-se que pelo menos 6,2% da população brasileira seja acometida por algum tipo de deficiência física. O conceito de deficiência é definido na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, como um impedimento de natureza física, intelectual ou sensorial, que em interação com diversas barreiras, pode obstruir a participação plena e efetiva do indivíduo em suas relações com as demais pessoas [8].

De acordo com um senso do IBGE do ano de 2013, mais da metade da população acometida por algum tipo de deficiência no Brasil sofrem com alguma limitação (total ou parcial) da visão. Dentre todas os tipos de deficiência consideradas neste senso (auditiva, visual, física e intelectual) a mais expressiva delas é a deficiência visual. Esta acomete pelo menos 3,6% de brasileiros dentre eles, 11,5% com mais de 60 anos de idade [1].

*leonardoaudalio@gmail.com

Verifica-se que em 2013 pelo menos 16% do grupo alvo deste estudo utilizava-se de algum meio destinado a permitir a realização de tarefas habituais do dia a dia como cães guia ou bengala, entretanto foi verificada a escassez relacionada ao desenvolvimento de tecnologias que permitam uma inclusão efetiva e respeitem as necessidades particulares destes cidadãos. Segundo [10] o respeito a idiossincrasia de cada sujeito constitui-se um ponto chave para o que é considerado inclusão e as ferramentas computacionais tem sido de grande utilidade para que sejam sanadas dificuldades presentes em pessoas com limitações de caráter físico.

A dificuldade em se conviver com alguma limitação física no Brasil motiva pesquisadores a desenvolverem novas tecnologias neste sentido. Na região Nordeste em 2013, pelo menos 20,8% das pessoas com limitação visual apresentavam dificuldades em realizar tarefas de natureza básica.

Ao observar alta taxa de incidência deste tipo de limitação física, torna-se relevante que se tome medidas destinadas a proporcionar melhor qualidade de vida ao grupo alvo desta pesquisa buscando incluir estas pessoas no meio social de forma plena e concisa.

Outro ponto importante que deve ser levado em consideração quando se pretende desenvolver novas ferramentas com o objetivo de proporcionar inclusão social à pessoas com limitação visual, é a possibilidade de incluir este cidadão no mercado de trabalho [2].

As propostas de desenvolvimento de meios tecnológicos que possibilitem tal inclusão são recorrentes em grandes empresas de tecnologia, atualmente aparelhos com sistemas operacionais Android oferecem ferramentas de acessibilidade que possibilitam a utilização destes aparelhos por pessoas com diversos tipos de limitações físicas, dentre estes destaca-se o *Talkback* que é uma ferramenta disponível em *smartphones* Android capaz de ler em voz alta as informações que são mostradas na tela. Porém, há a possibilidade de se desenvolver novas ferramentas destinadas a integrar a pessoa com deficiência visual, tornando possível a leitura de pequenos textos.

Uma das tecnologias que pode auxiliar no desenvolvimento dessas ferramentas são os sistemas *OCR* que são capazes de extrair informações a partir de imagens em formato digital, dentre tais sistemas destaca-se o *Tesseract* por ser o sistema *OCR open source* mais difundido entre os demais.

A possibilidade de desenvolver sistemas capazes de reconhecer padrões de caracteres em imagens e, posteriormente, converter esses caracteres em arquivos de áudio torna possível diminuir as dificuldades relacionadas a leitura de pessoas acometidas por cegueira total ou parcial, proporcionando melhor qualidade de vida e inclusão do cidadão com deficiência no meio social garantindo ao mesmo que as suas limitações sejam um fator menos prejudicial para que este indivíduo se desenvolva na sociedade [8].

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de reconhecimento de caracteres que seja capaz de realizar a leitura de textos em voz alta para pessoas que possuam deficiência visual. Foram desenvolvidas duas aplicações chamadas: *Smart*

Braille. Sendo uma delas um aplicativo para smartphones Android e a outra um programa escrito em linguagem Python em conjunto com a biblioteca *Open-CV*.

Durante o desenvolvimento da aplicação em Python que deve ser utilizada em um Raspberry Pi foram encontradas dificuldades relacionadas ao manuseio do sistema por pessoas com deficiência visual o que motivou os desenvolvedores a procurar outras alternativas, com isto, a plataforma Android mostrou-se eficaz no sentido de conferir ao usuário conforto e velocidade de processamento durante a utilização do aplicativo.

II. METODOLOGIA:

Buscando propor um método de leitura de texto assistencial baseada em *OCR*, que objetivam diminuir a escassez observada quanto aos recursos táteis de leitura, foram observados dois aspectos principais: Utilização do dispositivo por pessoas com limitação visual e eficiência dos processos envolvidos no tratamento e na extração de informações de uma imagem.

Uma vez que as dificuldades envolvidas no processo de reconhecimento de padrões para a extração de informações de uma imagem digital são conhecidas, as possibilidades de otimizar este processo iniciam-se em determinar os métodos mais eficientes a serem combinados de modo a se alcançar um resultado que seja coerente com as necessidades relacionadas às limitações visuais do usuário.

A. Assistente virtual para leitura de textos impressos utilizando a plataforma Android: *Smart Braille*

Uma das propostas de assistente virtual desenvolvida foi um aplicativo para smartphones Android capaz de extrair caracteres em diversos tipos de imagens e posteriormente encaminhá-las para o *TalkBack*, que é um recurso de acessibilidade do sistema operacional Android que consiste em uma função que oferece suporte de voz a quem tem baixa ou perda total de visão.

Com o surgimento de tecnologias de acessibilidade na plataforma Android, pode-se explorar o desenvolvimento de aplicativos com recursos gestuais para auxiliar os deficientes visuais em suas atividades, porém as tecnologias não são exploradas de forma satisfatória para serem tomadas como os principais recursos para se utilizar na vida de um deficiente visual. Algumas ferramentas como o *Google Text to Speech*, possibilitam que haja uma comunicação simples entre usuário e máquina, podendo ser possível endereçar comandos básicos como iniciar aplicações ou fazer chamadas [2].

Um sintetizador de texto para fala (TTS) é um sistema capaz de ler textos em voz alta automaticamente, independentemente do texto ser introduzido por um fluxo de entrada em um computador ou uma entrada digitalizada submetida a um mecanismo *OCR*. Um sintetizador de fala pode ser implementado por hardware e software. A fala é muitas vezes baseada na

concatenação da fala natural, ou seja, unidades que são retiradas da fala natural reunidas para formar uma palavra ou sentença.

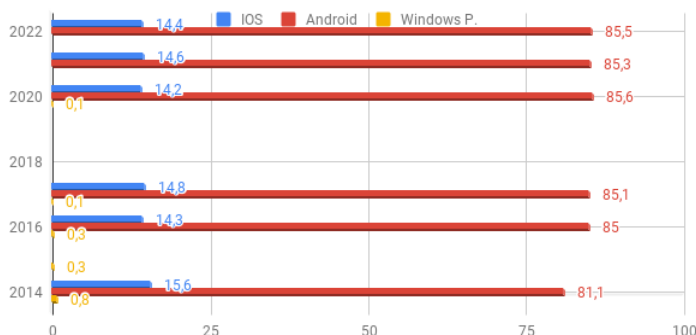
Porém o uso de sintetizadores de voz como *Google Text to Speech* torna-se desnecessário em aparelhos que possuam ferramentas de acessibilidade como o TalkBack, que pode ser encontrado em todos os aparelhos com sistema operacional Android.

Além de observadas as funcionalidades do sistema operacional escolhido para o desenvolvimento da ferramenta, foram observados outros dois parâmetros:

- Predominância de dispositivos móveis que utilizam Android em relação a outros sistemas operacionais;
- Facilidade para o desenvolvimento de novas ferramentas visto o suporte existente para este tipo de desenvolvimento.

No que diz respeito a predominância de dispositivos Android com relação a outros sistemas operacionais, pode ser observado na Figura 1, o fluxo de mercado de smartphones com os três sistemas operacionais mais comuns: Android, IOS e Windows Phone. A estimativa é que até o ano de 2022 pelo menos 85,5% dos aparelhos utilizem o sistema operacional Android:

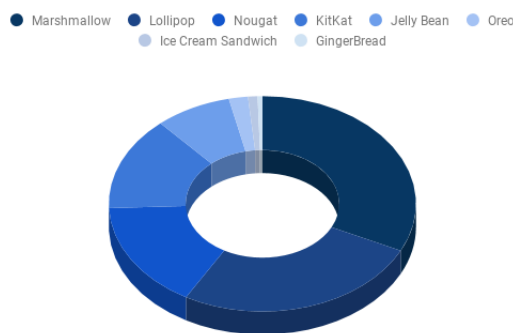
Figura 1: Estimativa de utilização de sistemas operacionais para dispositivos mobile até 2022 [9]



Considerando as várias versões existentes do Android, explícitas na Figura 4, procurou-se desenvolver um aplicativo que necessite de uma versão mínima disponível em pelo menos 90% dos aparelhos, a versão escolhida para o desenvolvimento do aplicativo foi o Android *KitKat*, uma vez que as versões mais avançadas do sistema operacional executarão o programa sem problemas.

Na figura 2, pode-se ter uma estimativa das versões do sistema operacional mais utilizadas no ano de 2017. Uma questão a ser observada durante o desenvolvimento Android é o alcance que o desenvolvedor terá com o seu aplicativo, busca-se desenvolver novas ferramentas e tecnologias que alcancem o maior número de usuários, porém é necessário que o desenvolvimento acompanhe o mercado para que não se torne obsoleto em pouco tempo.

Figura 2: Versões do Android utilizadas no ano de 2017 [9].



A partir da escolha do sistema operacional foi definido o uso de uma *API*, (a sigla *API* vem do inglês *Application Programming Interface*). Pode-se definir esta ferramenta como sendo um conjunto de rotinas e padrões que permite que dois softwares conversem entre si [4]. A necessidade primária observada no momento em que se especificou os objetivos a serem alcançados foi a extração de informações a partir de uma imagem em formato digital e, objetivando sanar esta necessidade inicial, foi definido que a engenharia de software que atendia especificamente as necessidades dos desenvolvedores.

Foi verificada a possibilidade de desenvolvimento de um software para Android que fizesse o uso da *API Mobile Vision*. Esta *API* fornece uma estrutura dedicada ao reconhecimento de objetos. Uma estrutura do tipo baseia-se em algoritmos recentes que são ferramentas alvo de pesquisas e desenvolvimento realizados por desenvolvedores de todo o mundo com o intuito de aperfeiçoar as possibilidades oferecidas por sistemas que sejam capazes de extrair informações relevantes sobre um modelo ou sistema dinâmico, por exemplo, a partir de imagens.

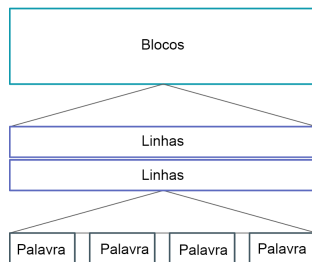
Além da possibilidade de se desenvolver ferramentas que sejam capazes de extrair informações com textos de uma imagem, pode-se desenvolver programas e aplicativos destinados ao reconhecimento de padrões como faces humanas ou sinais de perigo ao caminhar na rua, utilizando softwares específicos e dedicados a estes fins como a *API* utilizada neste projeto, busca-se desenvolver ferramentas que sejam capazes de oferecer autonomia a pessoas com limitações de cunho visual, entretanto o desafio inicial a ser vencido deve ser a extração de padrões e a determinação das ferramentas de desenvolvimento que que forneçam maior eficiência e coerência para a realização de projetos neste sentido.

Especificamente para esse assistente virtual em Android, foi escolhido o detector de texto da *API Mobile Vision*, chamado de *Text Recognizer* que consiste na determinação do texto real em blocos e o segmenta em linhas e palavras em diversos idiomas.

O *Text Recognizer* segmenta o texto em blocos, linhas e palavras, determinando os blocos como conjunto de linhas, parágrafos ou colunas. As linhas como conjuntos de palavras do mesmo eixo vertical e as palavras como conjunto de caracteres

alfanuméricos no mesmo eixo vertical. Essa segmentação do texto pode ser observada na Figura 3:

Figura 3: Segmentação de um texto usando *Text Recognizer* [3].



Ao verificar um quadro, o *Text Recognizer* extrai as informações da imagem que se deseja "ler" ao usuário. Caso o aplicativo esteja direcionado para imagens onde não contenha nenhum texto o *TalkBack* lerá uma mensagem indicando que o usuário está direcionando sua câmera para um local onde não há informações a serem extraídas. Sempre que o usuário estiver na tela inicial do aplicativo ele deverá ouvir uma informação contendo o nome do aplicativo ao tocar em áreas da tela onde não contenham as strings a serem lidas.

Uma vez que o aplicativo detectar a presença de objetos que contenham pequenos textos, as funções relacionadas ao reconhecimento de caracteres, serão encarregadas de organizá-los em palavras, as palavras em linhas e as linhas em blocos. E, com isto, o *TalkBack* será capaz de ler as palavras que foram detectadas.

No código da aplicação, foi definido que a taxa de quadros por segundo seria de 2 FPS (*frame per second*) para o processamento dos caracteres ser o mais agradável na usabilidade da aplicação. A resolução da aplicação também foi definida para adaptação de vários modelos de smartphones, sendo definida para 1280x1024.

B. Utilização do Raspberry PI como assistente virtual:

Outra proposta abordada neste trabalho foi a utilização de um microcomputador aliado a uma câmera *Web cam* que tem como objetivo capturar imagens, extrair as informações destas, executar os textos presentes em formato de áudio, e que posteriormente podem ser ouvidos.

A escolha do Raspberry Pi como hardware para a implementação deste dispositivo baseia-se na premissa de permitir que o mesmo seja acessível e, principalmente, que sejam utilizadas plataformas *Open-source* no desenvolvimento.

Aliada ao hardware escolhido para a implementação, a linguagem de programação utilizada para desenvolver um software que atendesse as especificações definidas no início do desenvolvimento foi o Python 2.7. A linguagem Python possibilita que sejam utilizados recursos de visão computacional como biblioteca Open-CV.

O Raspberry Pi foi baseado em um chipset de dispositivo móvel. Possui um processador Quad Core 1.2GHz 64bit. Esses chips apresentam uma variedade de arquiteturas com diferentes núcleos configurados para fornecer diferentes capacidades sendo que o modelo B, utilizado no projeto, apresenta 1GB de memória RAM e apresentando requisitos de software diferentes de um computador desktop.

A distribuição que foi utilizada foi o *Raspbian*, oferecendo uma interface gráfica de usuário intuitiva e fácil de usar junto com a interface de linha de comando normal do *Linux*. Aplicações específicas do *Raspbian* incluem funcionalidades multimídia adicionadas como bibliotecas e pacotes que foram essenciais para o desenvolvimento do projeto.

Em conjunto com as especificações descritas acima, foi desenvolvido um programa em Python que permite que o usuário capture uma imagem e, como retorno desta imagem, obtenha um arquivo em formato de áudio de acordo com a extração de informações sobre a imagem capturada.

III. RESULTADOS

A. Resultados para o programa desenvolvido rodando em um Raspberry PI 3 Model B:

A partir das propostas apresentadas, foram realizados diversos testes com algumas imagens de resoluções diferentes, fotografadas ou obtidas através de downloads.

Todas as imagens analisadas se mantiveram dentro de parâmetros pré definidos inicialmente, de modo a manter os testes coerentes com a realidade encontrada pelo usuário do aplicativo desenvolvido. De maneira análoga, todas as imagens fotografadas de modo a fornecer informações sobre o funcionamento do software foram capturadas no campus da Universidade Federal de Rondônia com um enquadramento ruim e, em algumas destas imagens, foi mantido um foco abaixo do ideal.

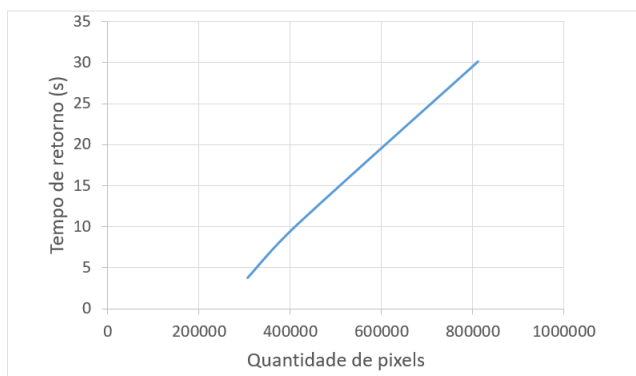
Os primeiros testes a serem efetuados foram executados para o script desenvolvido em linguagem de programação Python e executado num do Raspberry Pi 3 model B.

Foram realizados testes com o objetivo de se fazer uma análise quantitativa sobre a eficiência e conforto do usuário ao utilizar as aplicações desenvolvidas. Foram verificados parâmetros como: Taxa de acerto, tempo de retorno e precisão das aplicações.

A primeira análise a se fazer é a relação de tempo de retorno dos caracteres com a quantidade de pixels que a imagem possui visto que esta é uma característica que pode se tornar limitadora com relação ao hardware que o usuário dispõe para executar o software, realizando este teste pode-se definir qual a câmera mínima adequada a ser utilizada.

A relação entre estas duas variáveis pode ser conferida no gráfico da Figura 4:

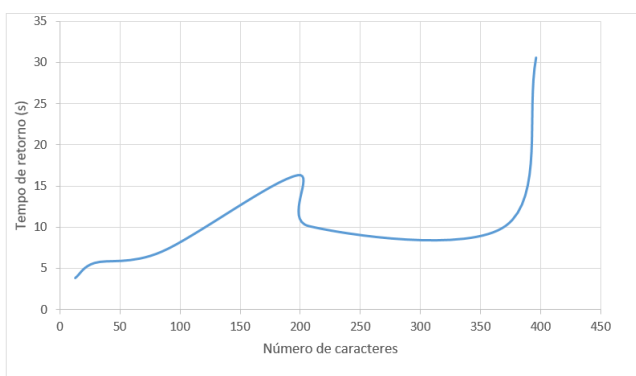
Figura 4: Relação de tempo de retorno de caracteres com a quantidade de pixels em uma Raspberry Pi.



Pode-se verificar que quanto maior a quantidade de pixels, maior o tempo de retorno dos caracteres. Resultado esperado, uma vez que pode-se classificar uma imagem como uma matriz de pixels, e que quanto maior a matriz, denominada resolução, maior a necessidade de processamento dos pixels.

Seguindo a análise, foi verificado o tempo de retorno dos caracteres com o número de caracteres que a imagem possui, como mostra o gráfico da Figura 5:

Figura 5: Relação de tempo de retorno de caracteres com o número de caracteres em uma Raspberry Pi.



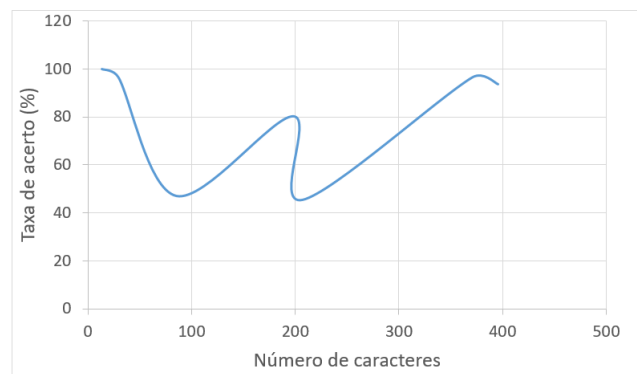
Ao analisar o gráfico pode-se constatar que a análise das variáveis deve ser realizada de um ponto de vista que seja capaz de abordar todas as interdependências existentes entre as mesmas. Considerando condições como qualidade da imagem, enquadramento do texto e número de caracteres na imagem percebe-se que o tempo de retorno torna-se função de todas estas características de forma que não é possível analisá-lo como função de apenas uma delas.

A dependência existente entre as características existentes entre a imagem processada e o tempo de retorno obriga os desenvolvedores desenvolvam sistemas que tratem as imagens de modo a padronizá-las antes de ser realizada a extração das informações. O que influencia diretamente na taxa de acertos, porém, faz com que o tempo de retorno seja menos eficiente do que o desejado.

A relação da taxa de acerto dos caracteres com o número de

caracteres, pode ser verificada no gráfico da Figura 6:

Figura 6: Relação de taxa de acertos com o número de caracteres em uma Raspberry Pi.



A verificação deste teste permite concluir que as variáveis que se deve levar em consideração de modo a obter eficiência de utilização do software desenvolvido pelo usuário devem ser abrangentes de modo a considerar todas as influências a que o processo de trabalho do software estará submetido. Foi verificado que o número de caracteres é um parâmetro que deve ser analisado em conjunto com outras características da imagem para que se obtenham resultados satisfatórios.

O tempo de retorno dos caracteres (variável fundamental relacionada com o conforto do usuário ao utilizar o dispositivo) obteve otimização quando se tratava imagens com resolução e enquadramento ideais e ainda foram observadas questões com relação a iluminação, canais de cores RGB presentes na imagem, entre outros. Entretanto, verificou-se dificuldade em se obter um resultado satisfatório que levasse em consideração a eficiência do dispositivo e conforto do usuário. Fato que motivou o desenvolvimento de uma aplicação Android para que se obtivessem os resultados desejados.

B. Resultados obtidos com a aplicação Android

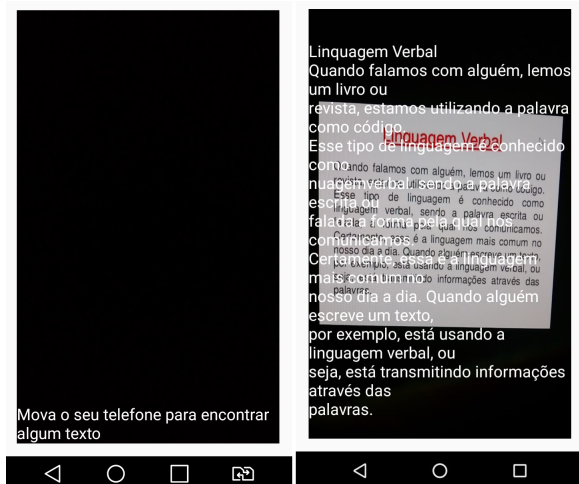
O aplicativo desenvolvido mostrou-se eficiente quanto a utilização por possuir uma interface em que o usuário precisa apenas tocar na tela do seu smartphone (após iniciar a aplicação) para receber instruções quanto ao enquadramento do texto que deseja ouvir.

O reconhecimento dos caracteres, assim como no programa desenvolvido para o Raspberry PI, fica limitado a diversas características tanto espaciais quanto da própria imagem de que se deseja extrair a informação. Por este motivo, a utilização do aplicativo tem um caráter intuitivo em que o usuário deverá posicionar o seu aparelho de acordo com as mensagens que o aplicativo emite. Entretanto, estas mensagens ainda são limitadas e dizem respeito apenas ao mau posicionamento do texto na tela. Durante a utilização do aplicativo, todos os textos presentes na tela serão lidos em voz alta com um toque do usuário.

Na figura 7 é possível observar a interface do aplicativo intitulado :*Smart Braille*. Este aplicativo Realiza a função de ser um assistente de leitura baseado num sistema OCR e conjunto com a ferramenta de acessibilidade para deficientes visuais disponível nos *smartphones* com sistema operacional Android.

Durante a utilização do aplicativo, todos os textos presentes na tela serão lidos em voz alta com um toque do usuário.

Figura 7: Interface do aplicativo desenvolvido.



IV. CONCLUSÃO

Há diversas dificuldades a serem vencidas quando se pretende desenvolver ferramentas que visam fazer com que pessoas superem as suas limitações físicas. Devem ser levadas em consideração questões que respeitem a realidade do seu usuário e estejam de acordo com as necessidades encontradas por este indivíduo ao utilizar o seu produto.

Quando se desenvolve uma ferramenta que visa sanar as dificuldades encontradas por um deficiente visual no seu dia a dia enquanto realiza tarefas básicas, deve-se ter em mente quais as necessidades que se pretende sanar, quais as possibilidades de desenvolvimento, quais são as ferramentas disponíveis em mercado e como é possível torná-las melhores.

O desenvolvimento da aplicação relatada neste artigo passou por fases de definição dos métodos as serem utilizados para que alcançasse o fim desejado. Foram observadas as possibilidades de se utilizar visão computacional, lógicas não clássicas como redes neurais, bibliotecas *open source* como o Open-CV aliadas a algoritmos de visão computacional, e APIS como o gTTS que converte textos em áudios.

Uma vez que foram definidas as ferramentas que seriam utilizadas para a implementação do projeto foram verificadas as possibilidades da utilização deste produto por uma pessoa com

limitações visuais e cegueira total. Outra dificuldade encontrada é quanto a precisão das ferramentas destinadas ao reconhecimento de caracteres com relação ao processamento de dispositivos com desempenho mediano como o processador Quadcore de 1.2 GHz do Raspberry PI 3 model B.

Entretanto, tornou-se possível desenvolver ferramentas em estágio de prototipagem que oferecem a possibilidade de utilização pelos usuários alvo do produto desenvolvido, considerando as limitações ainda presentes nos softwares desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

- [1] Pesquisa nacional de saúde : 2013 : ciclos de vida : Brasil e grandes regiões / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 92 p.
- [2] FAÇANHA, Agebson R. Uma proposta para acessibilidade visual e tátil em dispositivos touchscreen. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará, 2012.
- [3] SIVIC, Josef; ZISSERMAN, Andrew. Video Google: A text retrieval approach to object matching in videos. In: null. IEEE, 2003. p. 1470.
- [4] MuleSoft. What is an API? (Application Programming Interface). Disponível em: <<https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api>>. Acesso em: 22 jul. 2018.
- [5] Instituto Brasileiro dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Inclusão social da pessoa com deficiência: medidas que fazem a diferença - Rio de Janeiro: IBDD, 2008. 312 p.
- [6] Benjamin Constant/Instituto Benjamin Constant/MEC. Divisão de Pesquisa, Documentação e Informação – v.1, n.1 (1995) – Rio de Janeiro: DDI, 1995.
- [7] Nações Unidas no Brasil. A OMS afirma que existem 39 milhões de cegos no mundo. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-afirma-que-existem-39-milhoes-de-cegos-no-mundo/>>. Acesso em: 21 jul. 2018.
- [8] FONSECA, Ricardo Tadeu Marques da. A ONU e o seu conceito revolucionário de pessoa com deficiência. São Paulo: Revista LTR: Legislação do Trabalho, 2008.
- [9] GOMES, RAFAEL CAVEARI et al. Sistema Operacional Android. Universidade Federal Fluminense, 2012.
- [10] BRAGA, Juliana Cristina et al. Estudo e relato sobre a utilização da tecnologia pelos deficientes visuais. In: Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. Brazilian Computer Society, 2012. p. 37-46.