

Propostas de utilização de sistemas OCR para o desenvolvimento de um assistente virtual para pessoas com deficiência visual: Smart Braille

Freitas, A. L. S.

Universidade Federal de Rondônia
Departamento de Engenharia Elétrica
lsf-andre@hotmail.com

Nascimento, L. A. F.

Universidade Federal de Rondônia
Departamento de Engenharia Elétrica
leonardoaudalio@gmail.com

Matos, T. R.

Universidade Federal de Rondônia
Departamento de Engenharia Elétrica
rochathalyson@gmail.com

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. Sendo necessário, para este fim, utilizar métodos computacionais para converter estes arquivos de texto em arquivos de áudio, objetivando sanar a escassez de meios táteis de leitura.

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.

A utilização de um Raspberry Pi otimizou o dispositivo no que trata da manuseabilidade deste por deficientes visuais, porém a capacidade de processamento ainda está abaixo do que se espera. Porém, o desenvolvimento de uma aplicação Android mostrou-se eficiente tanto com relação a manuseabilidade do dispositivo pelo usuário quanto pela capacidade de processamento, visto que este fator limita-se ao hardware a que o usuário tem acesso.

A possibilidade da implementação de um dispositivo final com uma taxa de acertos no reconhecimento de caracteres que se mantenha na casa dos 98% depende da determinação de algoritmos precisos a serem utilizados para este fim. Com isto torna-se possível que deficientes visuais tenham acesso a arquivos de texto em formato convencional garantindo o pleno desenvolvimento deste cidadão na sociedade e promovendo qualidade de vida e inclusão social ao mesmo.

Palavras chave: Deficiência visual; OCR; Assistente virtual;

ABSTRACT

The application of technological resources in the scope of inclusion and accessibility to people with special needs is an area of indisputable importance for researchers in the areas of Engineering and sciences in general.

In this sense, it becomes relevant, using innovative technological artifacts such as OCR (optical character recognition) software engineering, to develop devices that allow the visually impaired to access text files in a conventional format. To this end, it is necessary to use computational methods to convert these text files into audio files, in order to remedy the scarcity of tactile means of reading.

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 that should be used with the accessibility tools available to users of this platform.

The use of a Raspberry Pi has optimized the device in terms of its handling by the visually impaired, but the processing capacity is still below expectations. However, the development of an Android application has proved to be efficient both with respect to user manipulation of the device and processing capacity, since this factor is limited to the hardware to which the user has access.

The possibility of implementing a final device with a correct character recognition rate of 98 % depends on the determination of precise algorithms to be used for this purpose. With this it becomes possible for the visually impaired to have access to text files in a conventional format, guaranteeing the full development of this citizen in society and promoting quality of life and social inclusion.

Keywords: Visual impairment; OCR; Virtual assistant;

I. INTRODUÇÃO

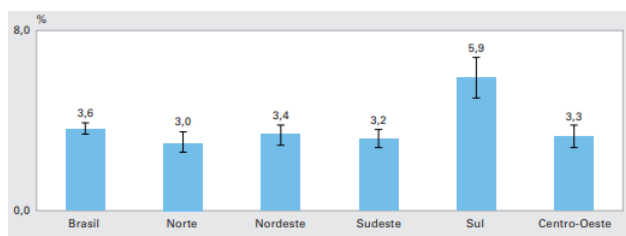
Estima-se que pelo menos 6,2% da população brasileira seja acometida por algum tipo de deficiência física. O conceito de deficiência é definida na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, como um impedimento de natureza física, intelectual ou sensorial, que em interação com diversas barreiras, pode obstruir a participação plena e efetiva do indivíduo na sociedade com as demais pessoas (ONU, 2006).

De acordo com um senso do IBGE do ano de 2013, mais da metade da população acometida por algum tipo de deficiência no Brasil sofre 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 acomete pelo menos 3,6% de brasileiros dentre eles, 11,5% com mais de 60 anos de idade [1].

É possível verificar a relação entre pessoas acometidas por algum tipo de deficiência visual (cegueira parcial ou total) com a região do país na Figura 1 [1].

Observa-se que a maior taxa de ocorrência deste tipo de deficiência concentra-se na região sul do país onde pelo menos 5,9% da população é acometida por alguma dificuldade visual [1].

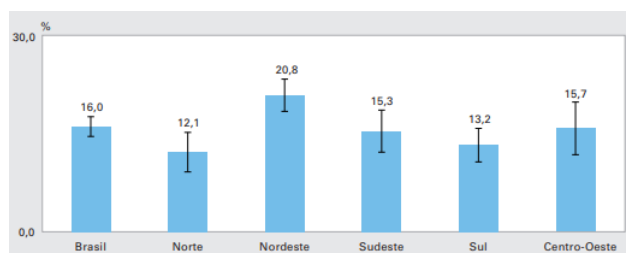
Figura 1:



Porcentagem de pessoas acometidas por deficiência visual no Brasil [1].

Observa-se que apesar da alta taxa de incidência de deficiência visual com relação a outros tipos de deficiências físicas (uma vez que esta acomete mais da metade da população com alguma limitação física no país) o investimento destinado a proporcionar maior qualidade de vida ao grupo de pessoas acometidas por algum tipo de limitação visual ainda é escasso. 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. Porém verificou-se também a dificuldade elevada em se conviver com algum tipo de limitação no Brasil. Na região Nordeste, pelo menos 20,8% da população alvo apresentava dificuldades em realizar tarefas de natureza básica. Na figura 2, é possível observar a proporção de pessoas com grau intenso/muito intenso de limitações ou que não conseguem realizar as atividades habituais:

Figura 2:



Porcentagem de pessoas com alguma dificuldade em realizar tarefas básicas no dia a dia de acordo com as regiões do Brasil [1].

Ao observar alta taxa de incidência deste tipo de limitação, tanto em pessoas que adquiriram a deficiência durante a vida quanto em pessoas acometidas desde o nascimento, 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. Segundo [2] um dos mais interessantes desafios de hoje para as empresas brasileiras na área de gestão de pessoas é desenvolver uma ação competente para a inclusão das pessoas com deficiência no seu ambiente de trabalho.

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 (ferramenta de acessibilidade destinada a pessoas com deficiência visual disponível em aparelhos Android). 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 podem 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 (ferramenta Open-Source destinada ao reconhecimento de caracteres). Aplicar engenharias de Software semelhantes ao Tesseract torna possível que dispositivos Android sejam capazes de reconhecer textos escritos em imagens tornando possível que estes textos sejam convertidos em arquivos de áudio utilizando ferramentas como o gTTS (Google Text to Speech).

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 no mínimo, menos prejudicial para que este indivíduo se desenvolva na sociedade.

II. DESENVOLVIMENTO DE UM ASSISTENTE VIRTUAL UTILIZANDO SISTEMAS OCR E SINTETIZADORES DE VOZ:

Buscando propor métodos de leitura de texto assistencial baseada em *OCR*, que objetivam diminuir a escassez observada quanto aos recursos táteis de leitura, foi determinado um estágio inicial onde se determinam as ferramentas a serem utilizadas de modo a obter maior eficiência no processo de reconhecimento de caracteres, como a sintetização de áudios e, principalmente, tornar a ferramenta utilizável por pessoas com deficiências visuais.

A implementação de um software que realize a conversão de caracteres em formato convencional para áudios que possam ser ouvidos por pessoas com deficiência visual mostrou-se um desafio a ser vencido pelos integrantes devido ao alto grau de complexidade envolvido no processo de usabilidade da ferramenta. Esta complexidade ocorreu devido a necessidade da otimização do tempo 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

A primeira proposta 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. [SAMSUNG]

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. [AGEBSON]

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 de reconhecimento ótico de caracteres (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.

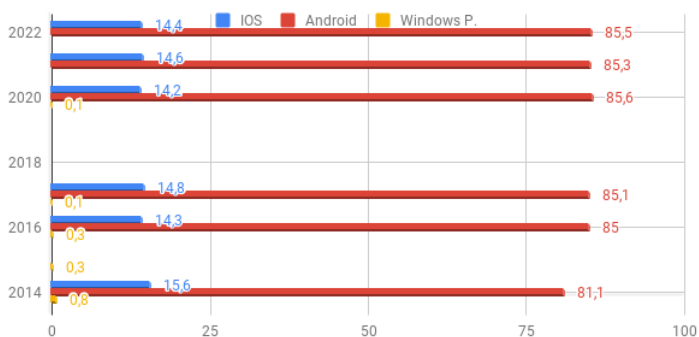
Porém o uso de sintetizadores de voz como *Google Text to Speech* torna-se desnecessário em aparelhos que possuam ferramentas de acessibilidade como o *TalkBack*, que pode ser encontrado em todos os aparelhos com sistema operacional Android.

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 (Android Studio, Eclipse, etc).

No que diz respeito a predominância de dispositivos Android com relação a outros sistemas operacionais, pode ser observado na Figura 3, 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 3:



Estimativa de utilização de sistemas operacionais para dispositivos mobile até 2022 [].

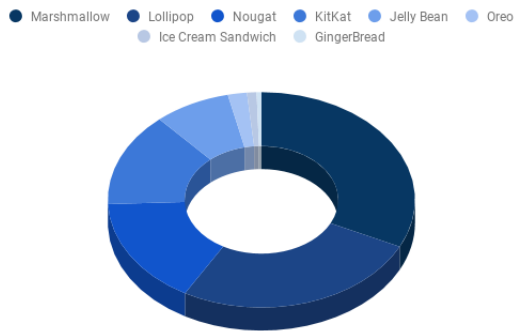
Considerando as várias versões existentes do Android, explícitas na Figura 4, procurou-se desenvolver um aplicativo que necessite de uma versão mínima disponível em pelo menos 90% dos aparelhos, a versão escolhida para o desenvolvimento do aplicativo foi o Android *KitKat*, uma vez que as versões mais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

Na figura 4, 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.

Uma vez que o Android Kit Kat está presente em mais de 90% dos dispositivos utilizados atualmente (versões mais re-

centes do sistema operacional são classificadas neste indicador quando se deseja desenvolver em ferramentas como o Android Studio, visto que estas versões deverão executar programas desenvolvidos para versões mais antigas) com isto, pode-se alcançar uma maior número de usuários que necessitem de aplicações como a que foi desenvolvida neste projeto ainda que as ferramentas utilizadas estejam "abaixo" do mercado atual de desenvolvimento para smartphones.

Figura 4:



Versões do Android utilizadas no ano de 2017 [FALTA COLOCAR].

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 [mulesoft]. 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 para em fotos e vídeos. 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.

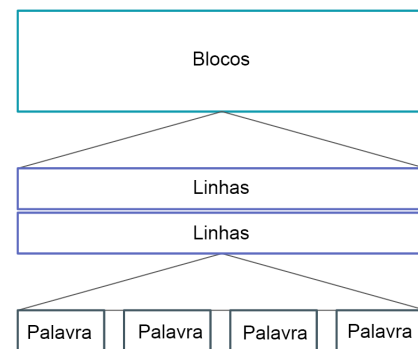
Além da possibilidade de se desenvolver ferramentas que sejam capazes de extrair informações com textos de uma imagem, pode-se desenvolver programas e aplicativos destinados ao reconhecimento de padrões como faces humanas ou sinais de perigo ao caminhar na rua, utilizando softwares específicos e dedicados 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 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 5:

Figura 5:



Segmentação de um texto usando *Text Recognizer* [Dev Google].

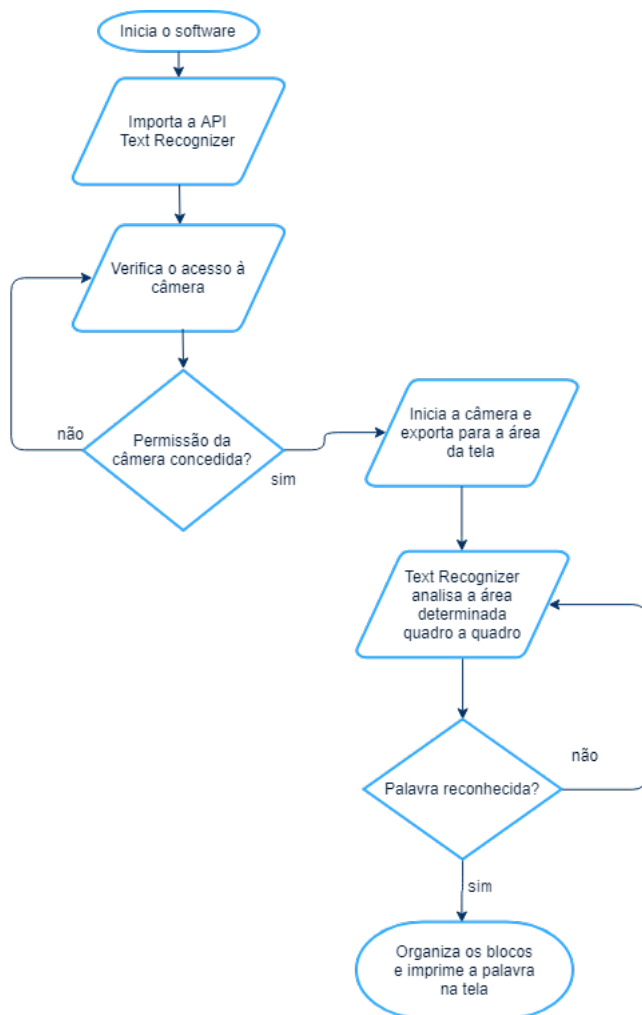
Seguindo as recomendações que a desenvolvedora da *API Mobile Vision*, Google, a estrutura de código desenvolvida consiste na importação do *Text Recognizer*, em seguida inicia-se a permissão para usar a câmera para a análise quadro a quadro da imagem capturada.

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.

Assim que o aplicativo detectar a presença de objetos que contanhm pequenos textos, as funções relacionadas ao reconhecimento de caracteres, se encarregarão de organizar os caracteres em palavras, as palavras em linhas e as linhas em blocos. E, com isto, o *TalkBack* será capaz de ler as strings que foram detectadas.

O fluxograma do programa desenvolvido pode ser conferido na Figura 6:

Figura 5:



Fluxograma do código desenvolvido.

No código da aplicação, foi definido que a taxa de quadros por segundo seria de 2 FPS (*frame por 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 micro computador aliado a uma camera *Web cam* que tem como objetivo capturar imagens, após extrair as informações das mesmas, executar os textos presentes nestas imagens em formato de áudio que posteriormente podem ser ouvidos por pessoas com limitação visual.

A escolha do Raspberry Pi como hardware para a implementação deste dispositivo basea-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, engenharias de software OCR

O Raspberry Pi foi baseado em um chipset de dispositivo móvel. possui um processador que é um sistema em um chip de 700 MHz de 32 bits, construído sobre a arquitetura ARM11. Chips ARM apresentam-se em uma variedade de arquiteturas com diferentes núcleos configurados para fornecer diferentes capacidades sendo que o modelo B, utilizado no projeto, apresenta 512 MB de memória RAM e apresentando requisitos de software diferentes de um computador desktop.

Enquanto a maioria dos computadores desktop tem pelo menos gigabytes de memória RAM e centenas de gigabytes de armazenamento, o Pi é limitado em ambos os aspectos. Distribuições Linux especiais que visam o Raspberry Pi têm sido desenvolvidas.

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 partir das propostas apresentadas, foi definido os testes com algumas imagens de resoluções diferentes, fotografadas ou obtidas através de downloads. Todas as imagens analisadas se mantiveram dentro de parâmetros definidos inicialmente de modo a manter os testes no mínimo parecidos com a realidade encontrada pelo usuário do aplicativo desenvolvido.

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. A relação entre os dois pode ser conferida no gráfico da Figura 6:

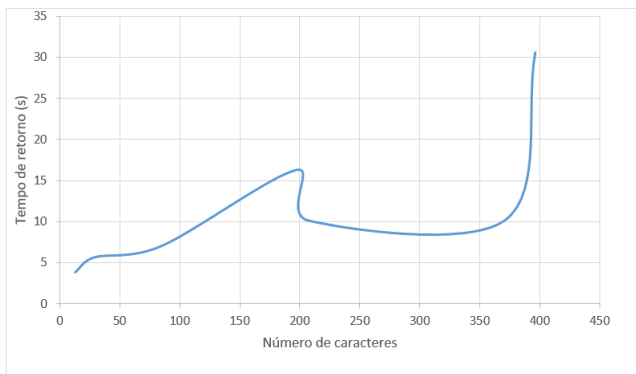
Figura 6:



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. O que não é surpresa pois podemos 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 7:

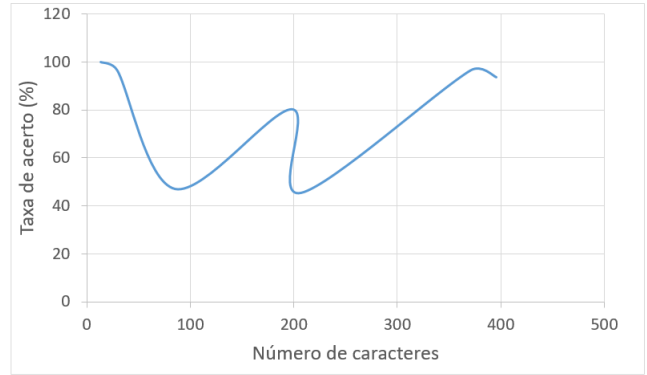
Figura 7:



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

Podemos constatar que o número de caracteres não influencia diretamente no tempo de processamento, pois como podemos ver no gráfico da Figura 7, que em um dos testes o tempo de retorno dos caracteres é maior mesmo contendo menos caracteres que alguns com o tempo de retorno menor. Agora vamos fazer a relação da taxa de acerto dos caracteres com o número de caracteres, como mostra o gráfico da Figura 8:

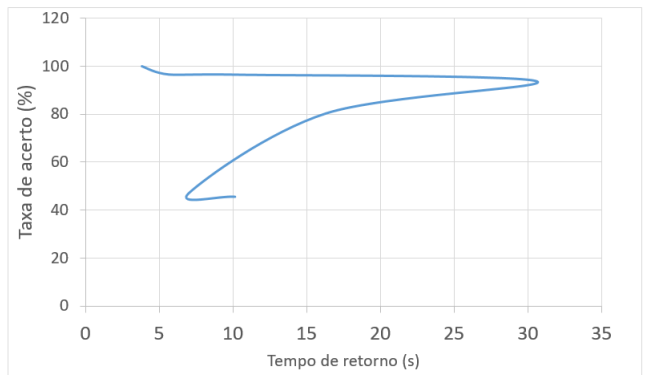
Figura 8:



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

O número de caracteres não influencia na taxa de acertos, pois claramente podemos ver um distúrbio do gráfico com testes com números maiores de caracteres com acertos elevados, e testes com números menores de caracteres com taxa de acertos se mantendo na mediana. Aprofundando os testes, verificaremos a seguir a relação de da taxa de acerto com o tempo de retorno, no gráfico da Figura 9:

Figura 9:



Relação de taxa de acertos com o tempo de retorno de caracteres em uma Raspberry Pi.

Podemos verificar um distúrbio ainda mais complexo, quando se trata do tempo de retorno de caracteres e a taxa de acerto. Isso significa que para fins de taxa de acerto, o tempo de retorno pode ser desprezado como fator fundamental para o reconhecimento de caracteres.

Os resultados até agora mostrados foram em relação ao script da Raspberry Pi, porém os mesmos testes não puderam ser realizados com a aplicação em Android, pois a mesma executa em tempo real, ou seja, funciona conforme o usuário direciona o smartphone para o texto ou palavra que deseja-se reconhecer. Porém, fora feito o reconhecimento dos mesmos textos dos testes da Raspberry Pi, e a aplicação obteve excelentes resultados conseguindo reconhecer acima dos 90%.

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 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 a 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. Verificou-se que o aplicativo desenvolvido se aplica a um maior número de usuários com tais limitações porém, apenas usuários que possuam apenas limitação visual serão capazes de utilizar um Raspberry PI como assistente virtual.

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 no softwares desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

H. Kopka and P. W. Daly, *A Guide to L^AT_EX*, 3rd ed. Harlow, England: Addison-Wesley, 1999.

FAÇANHA, Agebson Rocha. Uma proposta para acessibilidade visual e tátil em dispositivos touchscreen. Disponível em: <www.mdcc.ufc.br/teses/doc_download/186> .Acesso em : 24jul.2018.

MOBILEVISION.TextRecognitionAPIOverview.Disponvelem :<<https://developers.google.com/vision/android/text-overview>> .Acesso em : 23jul.2018.

RICHARDSON, Matt; WALLACE, Shawn.PrimeirosPassoscomoRaspberryPi.Novatec, 2013.