

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA  
E INFORMÁTICA INDUSTRIAL

VALMIR ROTH

**PRANCHA DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA POR IMAGENS  
EMPREGANDO PREDIÇÃO DE PALAVRAS**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2019

VALMIR ROTH

**PRANCHA DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA POR IMAGENS  
EMPREGANDO PREDIÇÃO DE PALAVRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre” – Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Percy Nohama

CURITIBA

2019

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

Roth, Valmir

Prancha de comunicação alternativa por imagens empregando predição de palavras [recurso eletrônico] / Valmir Roth. -- 2019.

1 arquivo eletrônico (88 f.) : PDF ; 2,44 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. Área de Concentração: Engenharia Biomédica, Curitiba, 2019.

Bibliografia: f. 68-70.

1. Engenharia elétrica - Dissertações. 2. Equipamentos de autoajuda para deficientes. 3. Pessoas com deficiência - Meios de comunicação. 4. Processamento de imagens - Técnicas digitais. 5. Interfaces de usuário (Sistemas de computação). 6. Métodos iterativos (Matemática). 7. Markov, Processos de. 8. Algoritmos. 9. Processamento de linguagem natural (Computação). 10. Software - Desenvolvimento. 11. Métodos de simulação. 12. Engenharia biomédica. I. Nohama, Percy, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 621.3

**Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR**  
**Bibliotecária: Luiza Aquemi Matsumoto CRB-9/794**

## TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 851

A Dissertação de Mestrado intitulada “**PRANCHA DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA POR IMAGENS EMPREGANDO PREDIÇÃO DE PALAVRAS**” defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) **Valmir Roth**, no dia **13 de dezembro de 2019**, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração **Engenharia Biomédica**, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Percy Nohama - Presidente – UTFPR

Profa. Dra. Mirian Célia Castellain Guebert - PUCPR

Profa. Dra. Simone Infigardi Krüger – UTP

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 13 de dezembro de 2019.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me concedido fé, esperança, confiança e muita paz durante os períodos de turbulência e dificuldades enfrentadas ao longo da desta jornada.

Agradeço, em especial, ao professor orientador Percy Nohama, o qual não mediu esforços para eu chegar ao objetivo desta pesquisa e, com isso, tem possibilitado a criação de um recurso auxiliar à comunicação para facilitar a vida das pessoas que são desprovidas da fala e possuem controle motor dos membros superiores reduzido.

Agradeço à professora Dra. Mirian Celia Castellain Guebert, pelo apoio e provimento de recursos humanos para ajudar na fase de avaliação da solução bem como ajudar a promover as soluções em escolas e junto a órgãos da educação.

Agradeço à MSc. Mariana de Mello Gusso Espinola, pelo apoio e constantes orientações de ajustes para tornar a solução melhor para o usuário bem como atender aos requisitos e normas do comitê de ética.

Agradeço à graduanda Gabriele Serur, que esteve presente nas escolas durante a fase de avaliação e participou ativamente na avaliação da solução, bem como ajudou na identificação de melhorias que tornaram a ferramenta melhor.

E finalizando agradeço a todos que apoiaram e ajudaram de forma direta ou indireta na produção do *software* objeto de estudo desta pesquisa bem como na avaliação do mesmo.

## RESUMO

ROTH, Valmir. Prancha de Comunicação Alternativa por Imagens Empregando Predição de Palavras. 2019. 68-70 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Curitiba, 2019.

A impossibilidade de se comunicar com os outros faz com que as pessoas tenham limitações ou dificuldades só minimizadas com o uso de tecnologias assistivas. Visando proporcionar meios efetivos de comunicação para as pessoas, os pesquisadores da área de Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA) estudam e desenvolvem novos métodos e tecnologias. Assim sendo, esta pesquisa tem por objetivo geral desenvolver uma prancha de comunicação por figuras com predição de palavras, a fim de acelerar a seleção de informação e minimizar o esforço do usuário para efetivar a comunicação. O *software* desenvolvido possui 2000 figuras focadas na cultura brasileira, roda em computadores com Windows 8.1 e versões superiores e também em *Smartphones* e *Tablets* com Android 7.0 e versões superiores. Com características singulares em relação aos demais aplicativos gratuitos de CAA disponíveis no Brasil, a Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT conta com um algoritmo de predição de palavras desenvolvido com base nos Modelos Ocultos de Markov (HMM), o algoritmo (HMM) desenvolvido para uso com nova prancha de comunicação é responsável por filtrar as próximas palavras e gerar uma lista ordenada com base na probabilidade de cada palavra ser selecionada, e realizar a associação das palavras previstas com as figuras do dicionário de figuras. O software da prancha de comunicação exibe as imagens previstas pelo algoritmo distribuindo um total de 12 imagens por prancha, em casos onde são retornados mais de 12 elementos previstos é gerada uma sequência de pranchas. A associação do algoritmo de predição de palavras HMM ao novo *software* de CAA propicia ao usuário e ao interlocutor uma experiência única, pois a aplicação foi desenvolvida com foco nas necessidades do usuário deficiente brasileiro. Por este motivo, esta Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT é flexível quanto à forma de uso e quanto ao contexto em que se deseja trabalhar, tendo em vista que possibilita que sejam utilizados diferentes textos como base para predição das imagens. E a seleção das imagens e expressões pelo usuário pode ser realizada utilizando a técnica de varredura entre linhas e colunas ou com a navegação manual. Ambas as opções são configuráveis no aplicativo, levando em consideração o texto *corpus* carregado ou selecionado pelo interlocutor. Após a seleção das figuras, o usuário tem também a opção de exteriorizar o conteúdo em forma de áudio, tornando a comunicação mais natural. Os resultados obtidos nos testes de bancada e nos ensaios *in vivo* com o algoritmo e a Prancha

desenvolvida nesta pesquisa, mostram que o uso do algoritmo de predição de palavras associado a predição de figuras diminuí consideravelmente a dificuldade na localização das figuras desejadas para seleção na prancha de comunicação, melhorando a eficiência na criação de mensagens e reduzindo o tempo necessário para localização das figuras. Com ela, brasileiros com necessidades complexas de comunicação podem relacionar-se com outras pessoas de uma forma interativa e intensiva.

**Palavras-chave:** Comunicação Alternativa e Ampliada, Tecnologia Assistiva, Modelos Ocultos de Markov, Pessoa com Deficiência, Predição de Palavras.

## ABSTRACT

ROTH, Valmir. Pictures-based Alternative Communication Board Using Word Prediction. 2019. 68-70 f. Master of Science Dissertation. Graduate Program in Electrical and Computer Engineering (CPGEI). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Curitiba, 2019.

The inability to communicate with others means that people can only prevent and hinder the use of assistive technologies. In order to provide effective means of communication for these people, researchers on Alternative and Augmentative Communication (AAC) field investigate and develop new methods and technologies. Thus, in this research, we aim to develop a pictures-based communication board using word prediction to speed up information selection and minimize the user's effort to communicate effectively. The developed software has 2000 figures focused on the Brazilian culture, runs on computers running Windows 8.1 and higher versions and also smartphones and tablets running Android 7.0 and higher. With exclusive features over other free AAC applications available in Brazil, New Free Communication Board - AMPLISOFT implements a word prediction algorithm developed based on Markov's Hidden Models (Markov's Hidden Models - HMM). It is pointed by the literature as one of the most indicated word prediction techniques. A combination of the HMM word prediction algorithm and the new AAC software provides a unique experience for the user and interlocutors because it was specially designed for disabled Brazilian. For this reason, the new free communication board is flexible as to its form of use and the context in which it is intended to work. It allows different texts to be used as a basis for images prediction. And the selection of user images and expressions can be performed applying row and column scanning technique or with manual navigation. Both options are configurable in the software taking into account the *corpus* loaded or selected by the interlocutor. After selecting the pictures, the user also has the option of presenting the content in audio mode, thus facilitating communication. The results obtained from the tests performed on the development bench, and also the *in vivo* tests of the developed board, clearly evidence of the ease of use and efficiency in creating messages that can be externalized in audio form. With this application, Brazilians with severe communication difficulties can be in relation with others in an interactive and intensive way.

**Keywords:** Augmentative and Alternative Communication, Assistive Technology, Markov's Hidden Models, Disabled People, Word Prediction.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Exemplo de uma pasta de comunicação PCS de baixa tecnologia. ....	15
Figura 2 - Prancha Livre de Comunicação .....	16
Figura 3 - Interface do Editor Livre de Prancha de Comunicação .....	17
Figura 4 - Interface do Novo Editor Livre de Prancha de Comunicação .....	17
Figura 5 - Leiaute Emulador de Teclado do ETM.....	18
Figura 6 - Leiaute Emulador de Teclado do ETM.....	18
Figura 7 - Valores obtidos na digitação do texto "A Lagarta" pela criança de 10 anos .....	20
Figura 8 - Exemplo de um digrama de transição de estados de Markov.....	22
Figura 9 - Descrição das três classes principais do padrão de projeto MVVM.....	25
Figura 10 - Diagrama de Entidade Relacionamento da Nova Prancha Livre de Comunicação	26
Figura 11 - Interface de manutenção do cadastro de categorias para classificação das figuras	28
Figura 12 - Interface de manutenção do cadastro de corpus para predição das figuras .....	29
Figura 13 - Interface de manutenção do cadastro do dicionário de figuras.....	30
Figura 14 - Interface de manutenção das definições de execução.....	32
Figura 15 - Estrutura da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT.....	33
Figura 16 - Diagrama de fluxo para inicialização Prancha de Comunicação.....	34
Figura 17 - Diagrama de fluxo para predição de figuras .....	35
Figura 18 - Diagrama de transição de estados usando Modelos Markovianos .....	37
Figura 19 – Leiaute cadastro de categorias. ....	39
Figura 20 – Leiaute cadastro corpus para predição de palavras. ....	40
Figura 21 – Leiaute cadastro dicionário de figuras. ....	40
Figura 22 – Leiaute da interface de manutenção das definições de execução. ....	41
Figura 23 – Leiaute nova prancha de comunicação AMPLISOFT. ....	41
Figura 24 - Esforço em número de elementos percorridos até chegar a opção desejada .....	44
Figura 25 - Esforço em número de pranchas percorridas até chegar a opção desejada .....	44
Figura 26 - Estratégias pedagógicas já utilizadas com alunos.....	47
Figura 27 - Contexto de aplicação das ferramentas de CAA .....	49
Figura 28 - Frequência de uso das pranchas de comunicação.....	50
Figura 29 - Dificuldade de uso da prancha de comunicação.....	50
Figura 30 - Dificuldade de comunicação com o aluno .....	51
Figura 31 - Identificação da necessidade de comunicação.....	52
Figura 32 - Nível de dificuldade no uso da prancha de CAA.....	52

Figura 33 - Nível de dificuldade na comunicação falada do professor para o aluno .....	53
Figura 34 - Requisitos para evolução do uso da comunicação por pranchas .....	54
Figura 35 - Quem pode auxiliar na comunicação do aluno .....	55

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Requisitos Funcionais da Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT..	23
Tabela 2 – Requisitos Não Funcionais da Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT.....	24
Tabela 3 – Perfil das professoras participantes da pesquisa.....	46
Tabela 4 - Conceito de CAA segundo as professoras participantes.....	47
Tabela 5 - Contexto de aplicação das ferramentas de CAA.....	48
Tabela 6 - Respostas a pergunta aberta nº 10.....	54
Tabela 7 - Respostas a pergunta aberta nº 12.....	56
Tabela 8 - Sugestões que facilitariam o uso das pranchas.....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS

CAA	Comunicação alternativa e ampliada
HMM	<i>Hidden Markov Models</i>
MVVM	<i>Model View ViewModel</i>
PCS	<i>Picture Communication System</i>
NCC	Necessidades Complexas de Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	10
1.2	OBJETIVOS .....	13
1.3	ESTUTURA DO TRABALHO.....	13
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	<b>14</b>
2.1	ESTADO DA ARTE .....	14
2.2	PREDIÇÃO DE PALAVRAS.....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
3.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS .....	23
3.2	ARQUITETURA DA NOVA PRANCHA LIVRE DE COMUNICAÇÃO.....	25
3.2.1	Banco de Dados da Aplicação.....	26
3.2.2	Interfaces e Funcionalidades da Aplicação .....	27
3.2.2.1	Interface de Cadastro de Categorias .....	28
3.2.2.2	Interface de Cadastro do <i>Corpus</i> .....	29
3.2.2.3	Interface de Cadastro do Dicionário de Figuras .....	30
3.2.2.4	Interface de Configurações de Execução.....	31
3.2.2.5	Interface da Prancha de Comunicação.....	32
3.2.2.6	Predição de figuras na Prancha de Comunicação .....	33
3.2.3	Predição de Palavras Utilizando Figuras.....	36
3.2.4	Ensaio Experimental <i>in Vivo</i> .....	37
3.2.5	Análise dos Dados .....	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
4.1	O NOVO SOFTWARE DE PRANCHA DE COMUNICAÇÃO .....	39
4.2	TESTES EM LABORATÓRIO – MEDIÇÃO DO ESFORÇO.....	42
4.3	TESTES REALIZADOS COM PROTOCOLO <i>IN-VIVO</i> .....	45
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>57</b>
5.1	O PROJETO AMPLISOFT .....	57
5.2	RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO .....	60
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE A - Questionário Anterior à Utilização do AMPLISOFT</b> .....	<b>71</b>

<b>APÊNDICE B – Questionário Posterior à Utilização do AMPLISOFT .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE C – Algoritmo predição de palavras Markov HMM .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO I - Documento de Aprovação do Projeto de Pesquisa no Comitê de Ética.....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, é assegurado o direito de acesso da pessoa com deficiência a todos os níveis de ensino. Essa lei busca garantir e assegurar o direito ao uso de recursos, estratégias, tecnologias assistivas e de acessibilidade que coloquem o deficiente em condição e igualdade, visando a sua inclusão social e cidadania (Brasil, 2015).

Quando alguém pergunta o que é comunicação, é natural que a primeira ideia a vir em mente seja a fala, talvez por ser o meio mais comum de expressão da vontade, desejos e sentimentos humanos. No entanto, a comunicação vai além de falar e ouvir; a comunicação está presente em um gesto que se faz, seja um sorriso mostrando estar alegre, uma lágrima expressando sentimento de tristeza, fazer cara feia quando se está nervoso ou com raiva, enfim, comunicação é um conjunto de ações verbais e não verbais que podem ser expressas de modo oral ou não mas que leva à compreensão do desejo do indivíduo que está emitindo a mensagem e que espera ser compreendido por outrem também (Manzini, 2004).

Evidencia-se na literatura um enredamento da definição das dificuldades de fala, e mesmo na estatística, esse cenário apresenta complexidade. Aproximadamente 1 em cada 12 norte-americanos de 3 a 17 anos apresentam uma alteração de voz, fala ou linguagem (NIDCD-USA, 2018). Ainda, 25,4 % estão entre 11 e 17 anos, faixa etária em que as relações interpessoais tendem a aumentar e intensificar devido à pré-adolescência e adolescência. Godoy et al. (2019) afirmam que no Brasil, não foram encontradas estatísticas quanto a prevalência dos Distúrbios da Comunicação. Além disso, outros estudos mostram que os Distúrbios da Comunicação na infância quando não tratados, podem ter impactos na vida adulta (Lúcio, Perilo, Vicente & Friche, 2013; Prates & Martins, 2011).

Assim, a comunicação eficaz, além de promover a qualidade de vida e da dignidade humana, é um fator da manutenção da saúde e de avanço social (Chiarai & Goulart, 2009). Por isso, as Tecnologias Assistivas, em especial, a Comunicação Alternativa e/ou Ampliada, são uma possibilidade para o auxílio das pessoas com distúrbios da comunicação.

Segundo a ASHA, a CAA são formas de se comunicar, ou seja, formas que as pessoas compartilham ideias e sentimentos sem o uso da fala (ASHA, 2018). Pode ser

dividida entre sem ou com sistemas auxiliares e é baseada em sinais/símbolos pictográficos, ideográficos e/ou arbitrários. Ainda, utiliza-se de gestos e expressões faciais que aproximam a experiência de comunicação. O objetivo é incorporar as habilidades de comunicação que a pessoa tiver com os sistemas possíveis, desde simples a complexos (Bortagarai & Ramos, 2013; Cesa, Ramos- Souza & Kessler, 2010).

A televisão, o rádio, as redes sociais, os dispositivos móveis, tem levado informação para as pessoas que têm condições de se comunicar usando a linguagem oral. Indivíduos dotados da capacidade de leitura e audição são atendidos por esses meios de comunicação; porém, existe a necessidade de atender aos grupos de pessoas com limitações físicas ou mentais que as impedem de utilizar a comunicação oral. Para suprir essa necessidade, existem estudos e técnicas que buscam empregar métodos e tecnologias de Comunicação Alternativa e Ampliada - CAA.

A CAA contempla o uso de gestos manuais, expressões faciais e corporais, símbolos gráficos, como fotografias, desenhos, figuras e alfabeto, assim como computadores, vocalizadores de voz digitalizada ou sintetizada, como forma de disponibilizar meios a comunicação alternativos ou complementares para pessoas com deficiências fazerem uso da linguagem oral, muitos com problemas congênitos e outros em decorrência de acidentes ou doenças degenerativas (Glennen, 1996).

O uso de recursos de alta ou de baixa tecnologia aliados ao modelo tradicional de ensino busca oferecer assistência como ferramenta facilitadora à pessoa com necessidades complexas de comunicação (NCC) de modo que ele possa desenvolver seu potencial de aprendizado e de comunicação mesmo tendo limitações motoras ou mentais (Lucchini, 2001).

Indivíduos incapazes de se expressarem pela tradicional via oral, a fala, nos últimos 30 anos têm recebido ferramentas e ajuda de recursos auxiliares à comunicação que tem viabilizado uma forma de proporcionar comunicação efetiva mesmo sem a oralidade da fala (Nunes, 2003).

Alunos com déficit intelectual frequentemente apresentam complicações em apropriar-se de conteúdos abstratos, e demandam mais tempo para compreender, sendo necessário o emprego de materiais pedagógicos concretos e estratégias metodológicas que potencializem sua aprendizagem e desenvolvam suas habilidades cognitivas, identificando ou eliminando possíveis barreiras ao seu processo de aprendizado (Souza & Gomes, 2015). Recursos de tecnologia assistiva disponíveis para as pessoas com NCC; no entanto, é



comum as ferramentas existentes não atenderem a todos os casos. Muitas vezes, o uso requerer uma adequação específica, personalização, para cada nível e tipo de limitação encontrada. Em outros casos, não existindo a limitação por parte do usuário, ocorrem situações em que o conteúdo disponível na ferramenta não é suficiente e não contempla o tema que se almeja trabalhar com o educando (Jordan, 2004).

Alguns *sites* na internet apresentam relatos que o uso de ferramentas auxiliares de comunicação tem ajudado pessoas ampliar as relações sociais com outros indivíduos, colocando fim ao isolamento criado pela falta da habilidade em se comunicar por meio da fala e melhorando a qualidade de vida<sup>1</sup>.

Em meados do ano de 2003, foi desenvolvido um projeto intitulado AMPLISOFT, no qual foram desenvolvidos três softwares de CAA, sendo eles um editor livre de prancha, um emulador de teclado e *mouse* e uma prancha de comunicação por imagem. Esse sistema trouxe benefícios no meio educacional para alunos e para professores: para os professores e familiares, houve o benefício de conseguir se comunicar de forma efetiva com o auxílio dos aplicativos; para os alunos e usuários diretos dos aplicativos, houve o benefício de propiciar um mecanismo eficiente de comunicação com os demais, propiciando autonomia e melhora na qualidade de vida (NOHAMA, MATIAS & JORDAN, 2009).

Tendo em vista que os resultados de pesquisas anteriormente realizadas concluíram haver benefícios no uso do AMPLISOFT na educação especial e este conjunto de aplicativos ter ajudado professores e alunos a estabelecerem um meio de comunicação promovendo a comunicação e, por consequência, melhorando a qualidade de vida, identificou-se a oportunidade de aperfeiçoar a técnica utilizada na prancha de comunicação desenvolvida em 2003, criando um algoritmo capaz de reduzir o esforço do usuário deficiente portador de NCC para se comunicar e melhorar a sua interatividade com a sociedade, família, amigos e profissionais.

Nesta pesquisa, busca-se uma solução que complemente a lacuna existente nos sistemas de CAA disponíveis, ou seja, limitação de conteúdo de tais aplicativos bem como limitação tecnológica pela falta de recursos de predição de figuras, que seria um facilitador para localizar e exibir as figuras de comunicação, e um redutor de esforço e o tempo do

---

<sup>1</sup> Como nos sítios: <http://www.bengalalegal.com/>, <https://infoativodefnet.blogspot.com/>

usuário em localizar e selecionar as figuras que desejaria para expressar sua necessidade ou desejo atual.

## 1.2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem por objetivo geral desenvolver uma prancha de comunicação por figuras com predição de palavras, a fim de acelerar a seleção de informação e minimizar o esforço do usuário para efetivar a comunicação.

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram elencados:

- 1) Desenvolver um algoritmo capaz de processar textos e sugerir as próximas possíveis palavras a serem selecionadas com base no contexto atual;
- 2) Elaborar um *corpus* padrão para o algoritmo utilizar como base inicial para predição das figuras;
- 3) Avaliar *in vivo* o aplicativo com alunos de escolas de educação especial.

## 1.3 ESTUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2, faz-se uma revisão da literatura, na qual são apresentadas as principais ferramentas com características e objetivos similares aos da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT, são apresentados os principais conceitos sobre comunicação alternativa e ampliada os quais embasam a necessidade e motivam o desenvolvimento da pesquisa em questão. O capítulo 3 descreve com detalhes os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento da nova solução de comunicação alternativa e ampliada intitulada Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT, prancha esta que substitui e atualiza sua antecessora intitulada Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT desenvolvida inicialmente por Nohama et al. (2003). No capítulo 4, apresentam-se os resultados obtidos durante avaliação de uso da nova prancha livre de comunicação. No capítulo 5, discute-se o trabalho realizado e sugerem-se trabalhos futuros. Finalmente, no capítulo 6, apresentam-se as conclusões extraídas a partir da pesquisa realizada.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo, serão descritos conceitos e soluções de CAA utilizando soluções de baixa e alta tecnologia, o que ilustra a evolução dos meios suplementares à comunicação. Esses conceitos são de fundamental importância para uma melhor compreensão do princípio do funcionamento e das características da solução desenvolvida como objeto desta pesquisa.

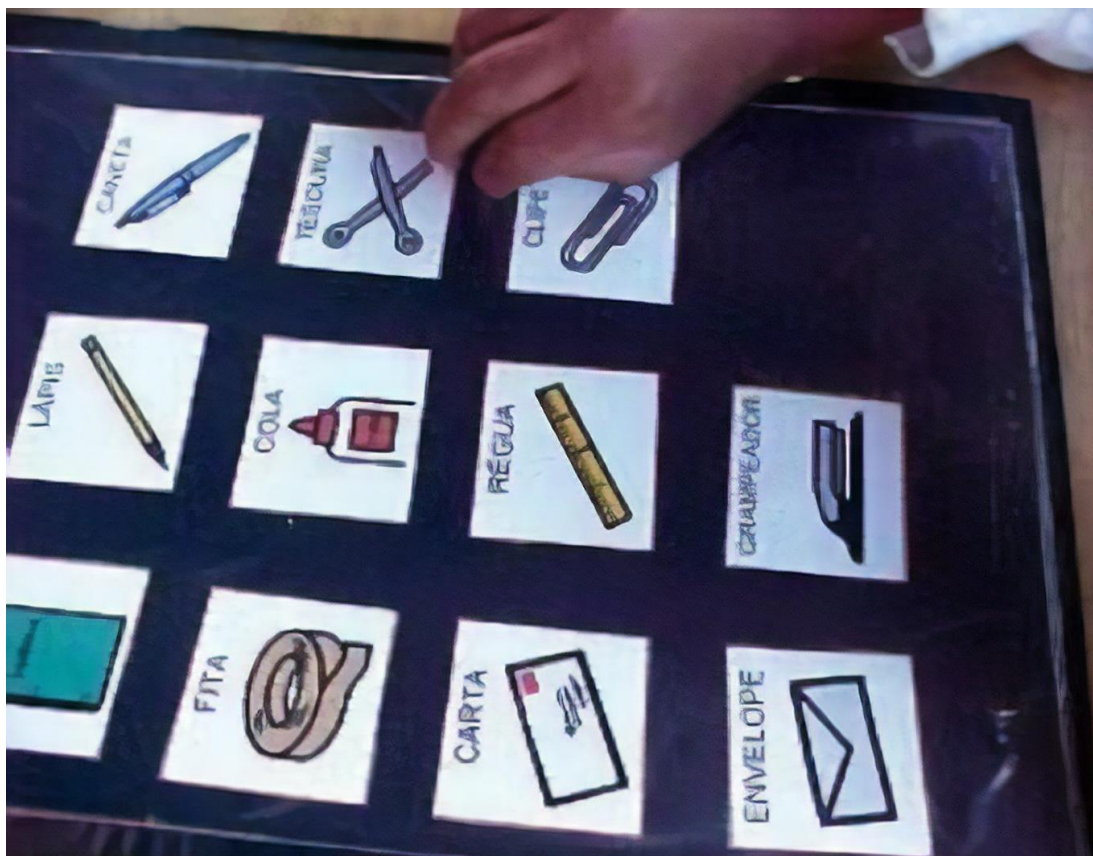
### 2.1 ESTADO DA ARTE

Dentro dos recursos de CAA disponíveis, existem opções de baixa tecnologia e alta tecnologia, sistemas que utilizam objetos concretos, uso de fotografias, símbolos pictográficos ideológicos ou aleatórios, sistemas de seleção de sílabas, letras, e/ou gestos. A definição de qual é a melhor solução a ser adotada deve sempre respeitar as condições mais favoráveis para o aluno. Para chegar à definição, é necessária a avaliação do aluno por parte do professor, da família, do fonoaudiólogo e demais envolvidos no processo de aprendizagem do aluno (Manzini, 2004).

Cada indivíduo com NCC, é singular em suas características, pois as dificuldades cognitivas ou motoras afetam a cada indivíduo com nível de gravidade diferente, o que torna necessária a avaliação minuciosa para seleção dos recursos de CAA que melhor possam auxiliar o indivíduo no aprendizado e na comunicação.

No início dos anos 80, o Sistema Pictográfico de Comunicação (PCS) foi criado pela fonoaudióloga Roxamanna Mayer Jhonson; inicialmente, com aproximadamente 700 símbolos e, hoje, com mais de 11000 símbolos pictográficos. O PCS é um sistema gráfico, visual, de desenhos simples conforme ilustrado na Figura 1 um exemplo de CAA de baixa tecnologia, na medida da necessidade podem-se acrescentar figuras, cores e demais itens auxiliares a comunicação. Desde a sua criação e até os dias atuais, é comum o uso do PCS em pranchas temáticas, aventais, pastas, fichários e outros, devido ao seu baixo custo e praticidade (PCS, 2019).

Figura 1– Exemplo de uma pasta de comunicação PCS de baixa tecnologia.



Fonte: Manzini (2004).

O sistema PCS é utilizado em sistema de CAA de alta tecnologia. Todavia, estes recursos não estão ao alcance de todos devido ao custo de aquisição do *hardware* e licença de uso do *software* muitas vezes inviabilizar a compra por parte de famílias de baixo poder aquisitivo, em outras palavras famílias de baixa renda. Como exemplo de CAA de alta tecnologia, há o *software* BoardMaker, onde *board* significa prancha e *maker* significa produtor. O BoardMaker é um produtor de pranchas personalizadas de comunicação que podem ser impressas para uso em diversos tipos de ambiente. O BoardMaker pode ser associado a um programa chamado Speaking Dynamically Pro, que significa falar dinamicamente, a partir da seleção do símbolo, o aplicativo reproduz a mensagem relacionada ao símbolo escolhido (Boardmaker, 2019).

A Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT, na sua versão atual, foi desenvolvida em meados de 2003 por Nohama et al. (2003). A Prancha utiliza a navegação baseada na classificação das imagens em seis categorias, sendo elas expressões sociais, pessoas, substantivos, verbos, adjetivos e miscelânea. Dentro de cada categoria, existe um número de imagens que estão organizadas em diretórios chamados “pastas”, as quais são

exibidas na tela para o usuário conforme clicado sobre a figura; o clique pode ser diretamente sobre a figura como também pode ser utilizada a técnica de varredura de linhas e colunas (AMPLISOFT, 2003). A Figura 2 ilustra a interface da prancha livre de comunicação.

Figura 2 - Prancha Livre de Comunicação



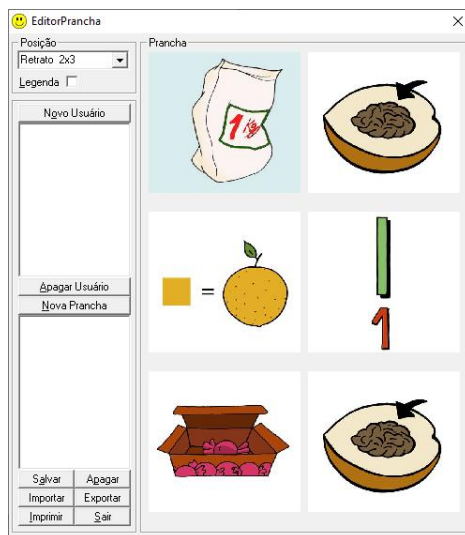
Fonte: Amplisoft.

Dentre os recursos de CAA disponíveis, uma importante solução para uso em escolas e residências, encontram-se os editores de prancha de comunicação, a exemplo, o Editor Livre de Prancha desenvolvido como parte do projeto AMPLISOFT (Nohama et al., 2003). Os editores de prancha possibilitam a criação de materiais personalizados que podem ser impressos para uso em sala de aula e ambientes diversos. Segundo Schirmer (2007), se se pensar em uma pessoa com paralisia cerebral do tipo espástica com disartria moderada, em uma sala de aula, quando a professora faz algum questionamento à turma e este aluno tenta responder, pode-se ter uma fala, nesse momento, ininteligível. Essa é uma situação de grande tensão, que provavelmente elevará ainda mais seu tônus muscular, deixando-o rígido. Se for utilizado um recurso de apoio, como uma prancha com letras, o aluno pode escrever ao menos as primeiras letras do que está tentando falar, obtendo-se, assim, uma comunicação mais eficiente e menos angustiante para todos (Schirmer, p 58, 2007).

A Figura 3 ilustra a interface do Editor Livre de Prancha desenvolvido em 2003 e a Figura 4 ilustra a interface do Novo Editor Livre de Prancha desenvolvido em 2018 por (Roth, 2018), sendo que este conta com um léxico de figuras de mais de 2000 imagens dicionarizadas que podem ser pesquisadas pela palavra ou por uma parte da palavra. O

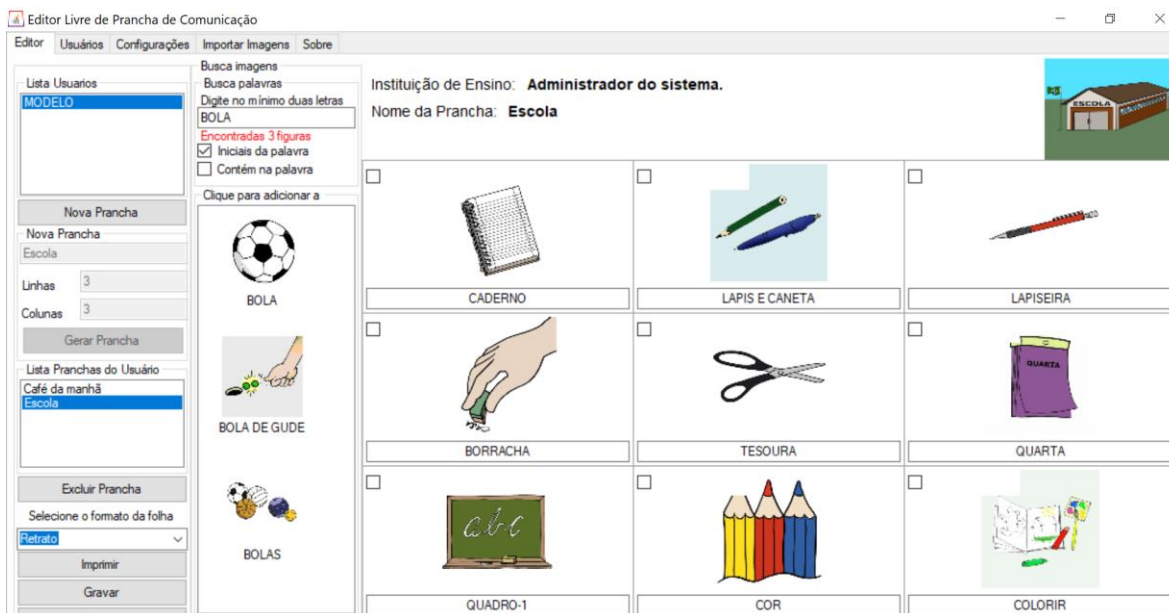
novo editor também possibilita a ampliação do dicionário de figuras bem como a criação de pranchas exclusivas para cada aluno, facilitando, desta forma, o uso em sala de aula em diferentes contextos de uso.

Figura 3 - Interface do Editor Livre de Prancha de Comunicação



Fonte: Amplisoft.

Figura 4 - Interface do Novo Editor Livre de Prancha de Comunicação



Fonte: Autoria própria

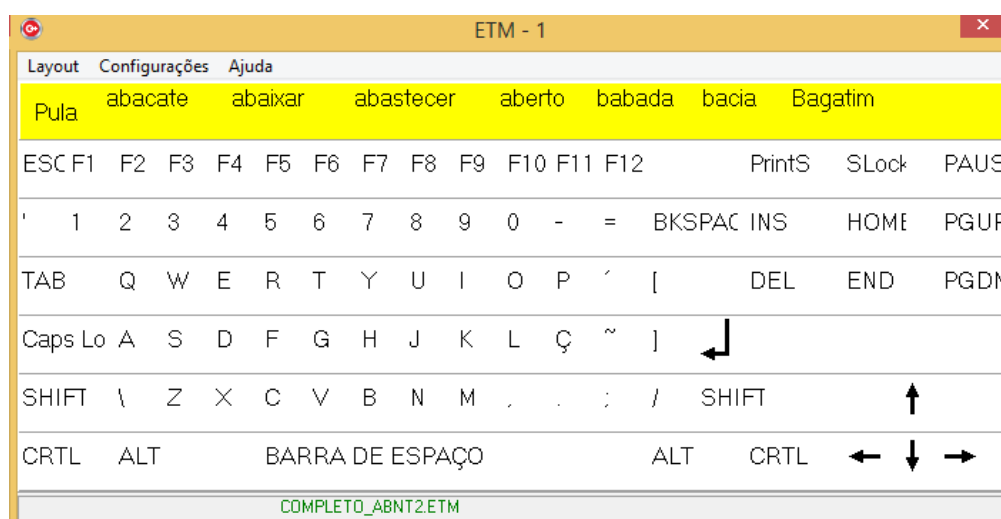
A CAA é composta também por aplicativos baseados em texto, como exemplo, pode-se citar o Emulador de Teclado e Mouse - ETM, que foi desenvolvido a pedido da Associação do Deficiente Motor para atender pessoas com paralisia cerebral (Henzen,

2003). O ETM utiliza sensores conectados às portas de entrada do computador USB (Universal Serial Board), Porta Serial (RS232), Porta Paralela e Microfone.

O ETM capta os sinais das portas de entrada enviados pelos sensores conectados ao alcance do usuário transformando esses sinais em entradas de teclado e *mouse*.

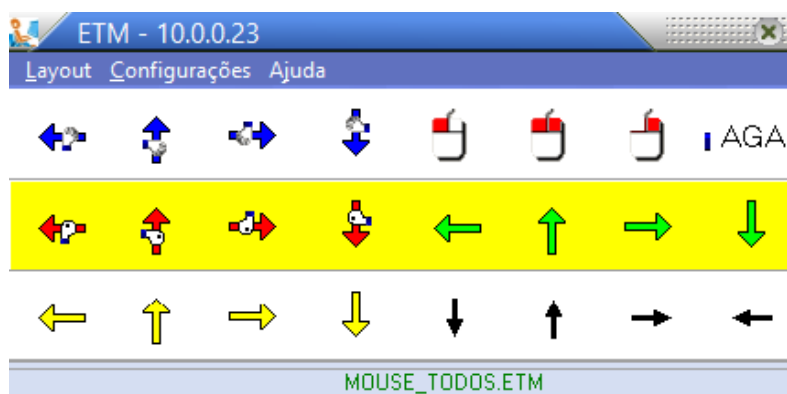
A seleção do texto é feita por meio da varredura de linhas e colunas do teclado virtual disponível na interface do usuário, a cada estímulo gerado pelo sensor uma ação no teclado ou no *mouse* é executada, por exemplo, se está navegando nas linhas do teclado, na próxima ação, a navegação ocorrerá nas colunas da linha selecionada e na próxima ação é realizado o clique sobre o item selecionado. O *software* executa a negação por meio de um tempo padrão que também pode ser definido pelo usuário. Na Figura 5, ilustra-se o *layout* do emulador de teclado e, na Figura 6, o emulador de *mouse*.

Figura 5 - Leiaute Emulador de Teclado do ETM



Fonte: Henzen (2003)

Figura 6 - Leiaute Emulador de Teclado do ETM



Fonte: Henzen (2003)

O *mouse* funciona da seguinte forma: após o usuário selecionar a linha, o temporizador move o curso sobre os botões que indicam a direção que o usuário deseja movimentar o *mouse*. O emulador capta a seleção desejada e executa o movimento. O emulador de *mouse* possui várias teclas de direção: para cima, para baixa, para direita, para esquerda, e teclas que direcionam o *mouse* a 45 °, o que facilita a utilização por parte do usuário.

O Tobbi Communicator 5 oferece uma gama ampla de recursos que permitem produzir fala, permite ao usuário escrever em texto ou em símbolos, enviar mensagens ou e-mails e controlar outros programas do computador, criação de atividades interativas como jogos de computador, e também a criação de pranchas de comunicação. O uso da ferramenta ocorre por meio de toque em tela, *mouse*, *joystick* ou acionadores projetados para necessidades específicas. Embora seja uma solução de CAA com uma grande gama de recursos, é executada apenas em computadores com sistema operacional Windows e tem um custo de licenciamento, não podendo ser baixado e usado de forma gratuita por período superior a 30 dias, que é o período liberado para avaliação do *software* (Tobbi, 2019).

Um importante projeto na área de CAA foi o *software* Comunique, que permitia a criação e impressão de pranchas de comunicação com variado número de figuras por prancha, podendo variar entre 1 e 64 imagens em cada prancha de comunicação. Os símbolos podem estar organizados em uma mesma tela e ser efetuado o encadeamento de telas que o usuário tem autonomia para navegar entre elas (Pelosi, 1998). O *software* Comunique foi distribuído gratuitamente até ser descontinuado no ano de 2010.

O Picto4me foi desenvolvido por Marco Aurelio Zoqui, e é uma aplicação *on-line*, integrada ao Google Drive, que permite a criação e o compartilhamento de pranchas de comunicação estáticas e dinâmicas. O aplicativo é executado *online* direto no navegador de *internet* sem a necessidade de instalação de *softwares* no computador. Possui uma versão gratuita com recursos limitados e uma versão paga mais completa (Picto4Me, 2019). O Picto4me é simples de utilizar, mas necessita da *internet* para a criação das pranchas, o que dificulta o uso nas escolas e salas de aulas.

Segundo (Pelosi & Borges, 2015), as pranchas de comunicação, tanto na forma estática (impressa) ou dinâmica (apresentada em um painel computadorizado), situam-se como os instrumentos mais utilizados para Comunicação Alternativa, mesmo o processo de montagem e criação das pranchas não sendo algo trivial, tendo em vista que o universo de comunicação de cada indivíduo é único.



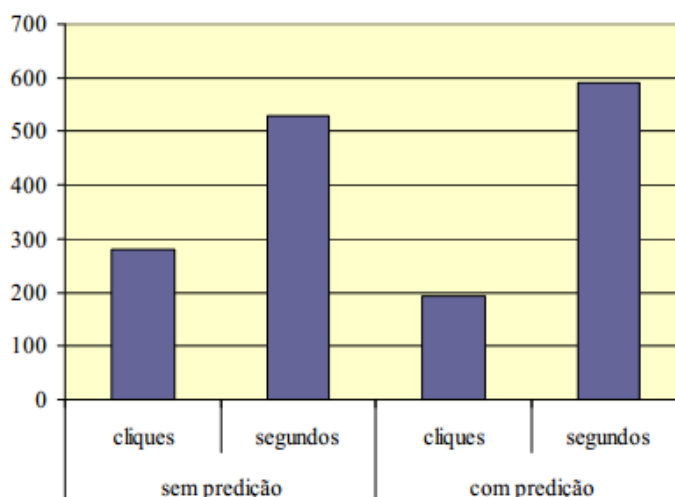
## 2.2 PREDIÇÃO DE PALAVRAS

A predição de palavras consiste em uma técnica de processamento de linguagem que busca minimizar o esforço e o tempo necessários para produção de informação textual em sistemas computacionais. A predição de palavras depende do treinamento do algoritmo com textos existentes em uma base ou de varias seções de uso para que o algoritmo de predição de palavras possa criar uma base de informações para realizar a análises estatísticas que indiquem as palavras com maior probabilidade de se encaixarem adequadamente nas construções dos discursos.

A predição de palavras tem se mostrado uma técnica eficiente para as ferramentas de tecnologia assistiva, possibilitando que um mesmo texto seja produzido com menor esforço. Conforme ilustra a Figura 7, ao digitar o texto "A Lagarta" houve um ganho de aproximadamente 31% na redução do esforço se comparado à digitação do mesmo texto sem uso de predição de palavras (Jordan, 2007).

O algoritmo de predição de palavras utilizado na ferramenta medida baseia-se nos Modelos Ocultos de Markov (HMM), que tem mostrado eficiência na melhora dos processos sociais e educacionais. As Cadeias de Markov para previsão do estado futuro levam em consideração o estado atual, mas não de estados passados (Jordan, 2007).

Figura 7 - Valores obtidos na digitação do texto "A Lagarta" pela criança de 10 anos



Fonte: Jordan (2007).

Um HMM é uma função probabilística de um processo de Markov, segundo (Kepler, 2010, apud Cinlar, 1975; Ross, 1970, 1987) os processos ou cadeias ou modelos de Markov foram inicialmente desenvolvidos por Andrei A. Markov, e sua primeira utilização foi na modelagem de sequência de letras em trabalhos da literatura russa, e desde então desenvolveram-se como ferramenta estatística geral, sendo amplamente usada no processamento de linguagem natural.

Em geral, para compreender o uso da técnica, considera-se uma sequência de possíveis estados no tempo, em cujos valores de cada estado são dependentes dos elementos anteriores nesta sequência, ou seja, os elementos futuros não dependem dos elementos passados, mas somente dos elementos do estado presentes. Seja  $X = (X_1, \dots, X_T)$  uma sequência de variáveis aleatórias que podem assumir os valores de um conjunto finito  $S = (S_1, \dots, S_N)$ , o espaço de estados. Então,  $X$  é considerada uma cadeia de Markov se tiver a propriedade do horizonte limitado, o qual indica que o valor da variável futura só depende do valor da atual.

$$P(X_{t+1} = s_k | X_1, \dots, X_t) = P(X_{t+1} = S_k | X_t)$$

Sendo invariante no tempo, sua dependência não muda no decorrer do tempo.

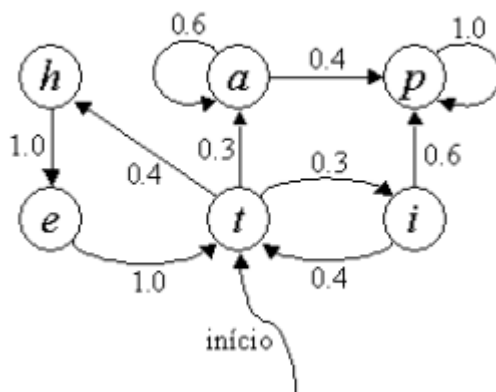
$$P(X_{t+1} = s_k | X_1, \dots, X_t) = P(X_2 = S_k | X_1)$$

Se  $X$  possui essas propriedades, então é considerada uma cadeia de Markov, podendo-se descrevê-la por meio de uma matriz de transição estocástica  $A$ , onde:

$$A_{ij} = (P_{X_{t+1} = S_j | X_t = S_i}).$$

Os modelos de Markov podem ser usados sempre que o objetivo for modelar uma sequência de eventos, podendo ser também representado na forma gráfica por meio de um diagrama de estados conforme ilustrado pela Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de um digrama de transição de estados de Markov



Fonte: GASPERIN & LIMA (2001).

A técnica de predição de palavras usando as Cadeias de Markov foi implementada nesta pesquisa a fim processar o texto (*corpus*) digitado pelo usuário e gerar a lista de possíveis palavras/figuras a serem exibidas na prancha livre de comunicação, desta forma filtrando e reduzindo o conteúdo e número de imagens exibidas para iteração com o usuário, ou seja, a cada elemento selecionado na prancha de figuras é gerada uma nova lista com as possíveis figuras a serem escolhidas pelo usuário, utilizando desta técnica embora a Nova Prancha de Comunicação - AMPLISOFT contenha mais de 2000 figuras catalogadas e etiquetadas, o número de elementos exibidos para o usuário a cada iteração será pequeno, evitando que tenha de navegar através de várias pranchas de figuras até chegar ao elemento desejado.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, descreve-se o projeto da Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT projetada. Elencam-se as funcionalidades do *software* e os requisitos mínimos de *hardware* e sistema operacional para um bom funcionamento da solução criada.

#### 3.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

O levantamento de requisitos de um *software* é uma das mais importantes etapas no processo de desenvolvimento de *software*, ela consiste na elaboração de descrições que separam as atividades do usuário e as atividades ou responsabilidades do *software*. Segundo Sommerville (2011), os requisitos funcionais refletem as necessidades dos clientes para um sistema que tem por finalidade atender a uma necessidade específica (Sommerville, 2011). No caso da Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT, os requisitos funcionais correspondem aos desejos do usuário do *software*. Em outras palavras, pode ser entendido como uma descrição textual de tudo o que o usuário quer que o *software* tenha de funcionalidades e recursos para seu uso. A Tabela 1 lista os requisitos funcionais da Nova Prancha de Comunicação AMPLISOFT.

Tabela 1 – Requisitos Funcionais da Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT.

Chave	Descrição do requisitos
R001	O <i>software</i> deverá permitir cadastrar categorias para classificação das figuras
R002	O <i>software</i> deverá permitir excluir categorias não mais utilizadas para classificação das figuras
R003	O <i>software</i> deverá permitir cadastrar um texto para ser usado como <i>corpus</i> pelo algoritmo de predição de palavras.
R004	O <i>software</i> deverá permitir excluir um texto anteriormente cadastrado para ser usado como <i>corpus</i> pelo algoritmo de predição de palavras.
R005	O <i>software</i> deverá permitir cadastrar palavras associadas a figuras (dicionários de figuras)
R006	O <i>software</i> deverá permitir classificar a palavra cadastrada entre (verbo, substantivo, ...)
R007	O <i>software</i> deverá permitir excluir uma palavra associada a uma figura
R008	O <i>software</i> deverá permitir localizar figuras pesquisando por todas as palavras vinculadas a figura
R009	O <i>software</i> deverá selecionar exibir a legenda das figuras selecionadas
R010	O <i>software</i> deverá selecionar ocultar a legenda das figuras selecionadas
R011	O <i>software</i> deverá permitir ativar ao uso de joystick para seleção de figuras usando a varredura.

R012	O <i>software</i> deverá permitir desativar ao uso de <i>joystick</i> para seleção de figuras usando a varredura
R013	O <i>software</i> deverá permitir ao usuário a ativação do recurso de varredura para seleção das figuras
R014	O <i>software</i> deverá permitir ao usuário a ativação do recurso de varredura para seleção das figuras
R015	O <i>software</i> deverá permitir ao usuário a desativação do recurso de varredura para seleção das figuras
R016	O <i>software</i> deverá permitir o usuário alterar o tempo em segundos de parada em cada salto da varredura
R017	O <i>software</i> deverá permitir ao usuário a ativação do recurso de saída de voz para os elementos selecionados
R018	O <i>software</i> deverá permitir ao usuário a ativação do recurso de saída de voz para os elementos selecionados
R019	O <i>software</i> deverá permitir o usuário selecionar entre a saída de voz usando características masculinas e femininas para geração do áudio
R020	O <i>software</i> deverá permitir ao usuário a seleção do texto a ser usado pelo algoritmo de predição de palavras
R021	O <i>software</i> deverá permitir ao usuário a seleção da cor aplicada a borda das figuras quando ativa a técnica de varredura.
R022	O <i>software</i> deverá permitir exibir na tela junto a prancha um menu de opções para seleção do utilizador com os seguintes itens: "Menu", "Limpar", "Apagar", "Reproduzir", "Ajuda", "Próxima Prancha".

Fonte: Autoria própria.

Após a definição dos requisitos de *software*, faz-se necessária a elicitação dos requisitos não funcionais, segundo Sommerville (2011), são requisitos que não estão diretamente relacionados com os serviços específicos oferecidos pelo sistema a seus usuários. Eles podem estar relacionados às propriedades emergentes do sistema, como confiabilidade e tempo de resposta. A tabela 2 lista os requisitos não funcionais da Nova Prancha Livre de Comunicação - AMPLISOFT.

Tabela 2 – Requisitos Não Funcionais da Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT.

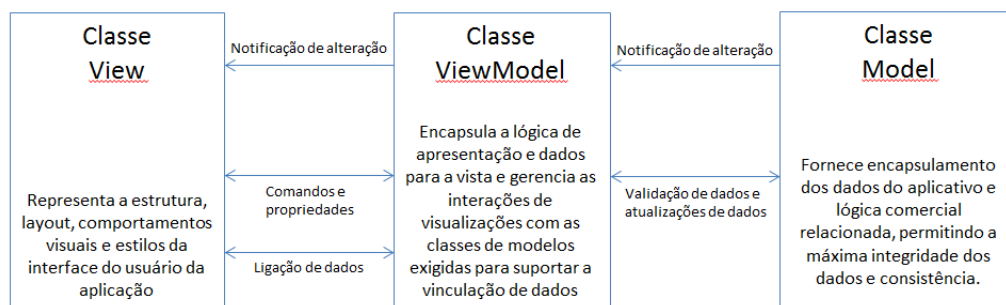
Chave	Descrição do requisitos
NFR001	O <i>Software</i> deverá ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.
NFR002	O <i>Software</i> deverá exteriorizar o texto vinculado a figura em formato de áudio utilizando a uma voz compatível com o sexo do aluno cadastro, podendo ser uma voz masculina ou feminina. Sob o risco de frustração e constrangimento do usuário.
NFR003	A transição entre as pranchas no modo de execução deve ocorrer em no máximo 1 segundo, sem congelamento de telas ou percepção de travamento do sistema.
NFR004	Todas as variáveis de entrada terão valores default e tais valores serão usados sempre que dados de entrada estiverem faltando ou inválidos.
NFR005	O produto será disponibilizado em português, portanto o recurso TextToSpeak deve produzir a saída do áudio idioma português.
NFR006	A documentação do <i>software</i> deve ficar disponível on-line e incluirá um tutorial e um manual de referência.
NFR007	O <i>software</i> se adequar aos diferentes tamanhos de tela sem perda da usabilidade ou característica visual.

Fonte: Autoria própria.

### 3.2 ARQUITETURA DA NOVA PRANCHA LIVRE DE COMUNICAÇÃO

A Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT foi desenvolvida utilizando tecnologias e conceitos modernos de desenvolvimento de *software*. O código fonte da Nova Prancha Livre de Comunicação utiliza como arquitetura o padrão de projeto *Model View View Model* (MVVM), que foi criado em 2005 por John Gossman. Esse padrão de projeto é utilizado no desenvolvimento de *software* para melhorar a qualidade do código fonte, e permitir que o programador crie códigos e interfaces com fraco acoplamento, ou seja, as interfaces e demais classes não estão acopladas com forte nível de dependência, o que facilita a execução de testes unitários, e manutenção do código fonte. A Figura 9 representa o padrão *MVVM* com as responsabilidades de cada uma das camadas do modelo MVVM (Ghoda, 2012):

Figura 9 - Descrição das três classes principais do padrão de projeto MVVM



Fonte: Ghoda (2012).

**View** – a responsabilidade da *VIEW* é definir a aparência da interface do usuário; em outras palavras, é a tela que o usuário visualiza com seus controles e componentes (UserControl, Page, DataTemplate);

**ViewModel** – classe não visual que expõe para *view* uma lógica de apresentação e coordena as interações entre a *View* e o *Model*. A *ViewModel* tem a responsabilidade de expor propriedades e comandos para que a *View* possa preencher seus controles (MVVM, 2019);

**Model** – o *Model* no MVVM encapsula a lógica de negócios e os dados. O *Modelo* nada mais é do que o *Modelo* de domínio de uma aplicação, ou seja, as classes de negócio que serão utilizadas em uma determinada aplicação. O *Modelo* contém os papéis e também a

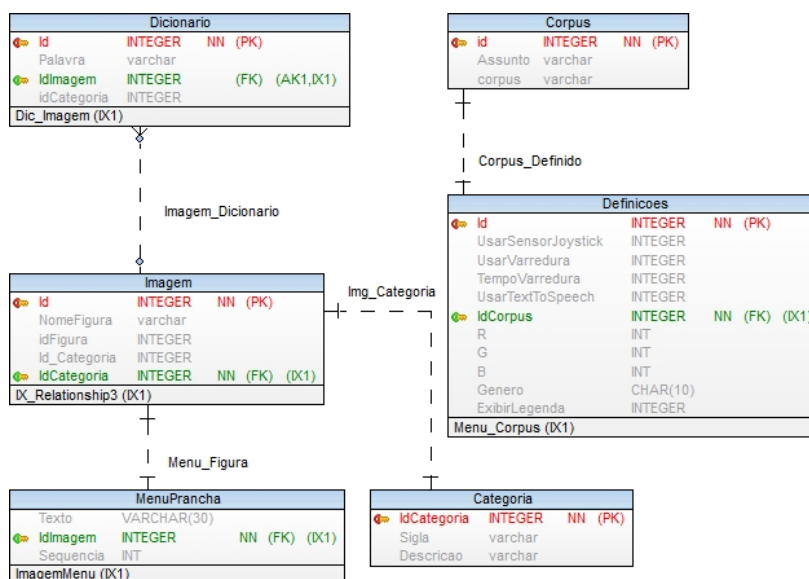
validação dos dados de acordo com o negócio, cuja aplicação em questão visa atender (MVVM, 2019).

A Nova Prancha Livre de Comunicação possui um pequeno banco de dados interno, o banco de dados utilizado é chamado SQLite, que é uma biblioteca de código aberto desenvolvido em linguagem C, que permite que o arquivo contendo a base de dados seja carregado no *software*, sem a necessidade de instalação de *softwares* de terceiros para gerenciamento da base de dados. Esse modelo de banco de dados é indicado para aplicações de pequeno porte que funcionam localmente sem acesso à rede ou à internet (SQLite, 2019). O SQLite tem a característica de ser usado para aplicações multiplataforma, como é o caso da Nova Prancha Livre de Comunicação a qual está disponível para o sistema operacional Android na sua versão 8.0 e superiores e sistema Windows 8.1 e versões superiores.

### 3.2.1 Banco de Dados da Aplicação

A Figura 10 apresenta o digrama de modelo ER – Modelo Entidade Relacionamento da base de dados da Nova Prancha Livre de Comunicação. O modelo ER apresenta como o banco de dados da aplicação é construído, apresentando seus objetos (entidades ou tabelas) e seus atributos (campos), este modelo também apresenta como as entidades estão interligadas e a cardinalidade do relacionamento (Toerey, 2013).

Figura 10 - Diagrama de Entidade Relacionamento da Nova Prancha Livre de Comunicação



Fonte: autoria própria.

O banco de dados da Nova Prancha Livre de comunicação possui seis tabelas para armazenamento das informações e configurações da aplicação, a função e responsabilidade de cada tabela é:

Tabela “**Definicoes**”: responsável por armazenar as configurações da prancha de comunicação, configurações estas que são definição do *corpus* para predição das palavras, uso de *joystick* para seleção das figuras durante a navegação, cor de fundo da borda das imagens para navegação, ativação ou desativação do recurso TextToSpeech, tempo de varredura;

Tabela “**Corpus**”: responsável por armazenar o texto a ser utilizado para predição das figuras dicionarizadas;

Tabela “**Imagem**”: responsável por armazenar os dados referente a base de figuras da aplicação, nesta tabela é armazenado o nome/endereço das figuras para seleção e exibição em na prancha de comunicação;

Tabela “**MenuPrancha**”: responsável por armazenar os dados exibidos na interface principal da prancha de comunicação, dados estes que vão desde os textos do menu da aplicação, até o ID a imagem associada a cada item do menu;

Tabela “**Categoria**”: responsável pelo cadastro de categorias para classificação das figuras em grupo, inicialmente as figuras foram classificadas segundo o modelo sugerido por (JOHNSON, 1998) onde estão dividias em (Social, Pessoas, Verbos, Substantivos, Descritivo, Miscelânea). Sendo incluído apenas um item adicionar que possibilita a entrada da primeira palavra usando a seleção das letras do alfabeto;

Tabela “**Dicionario**”: responsável por armazenar o dicionário de informações referente a cada figura bem como as figuras que representam verbos tem sua conjugação cadastrada para que o algoritmo de predição de palavras possa realizar a associação (palavra x figura).

### 3.2.2 Interfaces e Funcionalidades da Aplicação

A Nova Prancha Livre de Comunicação compõe-se de cinco interfaces que possibilitam a configuração e algumas customizações que objetivam melhorar a experiência de uso do usuário. Neste item, listam-se as funcionalidades de cada interface da Nova



Prancha, que visam atender aos requisitos elencados nos objetivos gerais e específicos do projeto de pesquisa.

### 3.2.2.1 Interface de Cadastro de Categorias

Inicialmente, a Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT, quando instalada, traz na sua configuração inicial cinco categorias cadastradas sendo elas:

**Social:** palavras comumente usadas em interações sociais. Incluem palavras socialmente bem-educadas, palavras para pedir desculpas, expressões de gíria para expressar prazer e desprazer e quaisquer outras palavras e expressões que sejam exclusivas do indivíduo;

**Pessoas:** figuras que representam a pessoa na frase, representação de pessoas e inclusive pronomes pessoais, por exemplo: eu, tu, ele, ela, nós;

**Verbos:** figuras que indicam ações, exemplo: comer, beber, brincar, ...

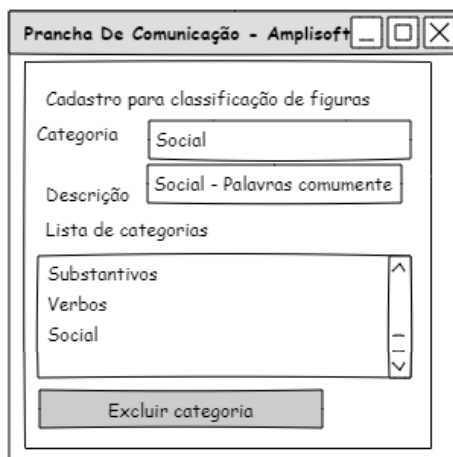
**Substantivos:** figuras que representam palavras que nomeiam seres, lugares, qualidades, sentimentos, emoções, entre outros;

**Descritivo:** primariamente, adjetivos e advérbios;

**Miscelânea:** basicamente são artigos, conjunções, preposições, conceito de tempo, cores, o alfabeto, números e outras palavras abstratas variadas.

A classificação supra listada segue o modelo sugerido por (JOHNSON, 1998) para classificação das figuras conforme sua função. Novas classificações podem ser cadastradas na aplicação, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Interface de manutenção do cadastro de categorias para classificação das figuras



Fonte: autoria própria.

### 3.2.2.2 Interface de Cadastro do *Corpus*

A interface para cadastro do *corpus* permite que o utilizador da Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT inclua na ferramenta um novo contexto para predição das palavras e sugestão das imagens durante a navegação e uso da prancha de comunicação. Inicialmente, a ferramenta traz quatro exemplos de textos que podem ser utilizados para predição das figuras, sendo eles (A bela adormecida, Hora do Almoço, Na escola, e um *corpus* composto por 90 textos extraídos do portal SF – Portal São Francisco).

A Figura 12 mostra o cadastro de um texto simples que pode ser utilizado, por exemplo, durante uma refeição; neste exemplo de *corpus*, mesmo o *software* contendo mais de 2000 figuras, é possível que o usuário solicite itens da refeição com três, ou quatro interações com o *software*, graças ao algoritmo de predição de palavras HMM que filtra as próximas imagens a serem exibidas de acordo com a palavra atual selecionada ou, no caso, a figura.

Figura 12 - Interface de manutenção do cadastro de corpus para predição das figuras

Prancha De Comunicação - Amplisoft Gravar

Cadastro para inclusão/ exclusão do corpus

Assunto Hora do almoço

Corpus

eu quero comer carne.  
eu não quero comer feijão.  
eu quero isso depois,  
eu quero comer salada,  
eu quero beber suco.

Excluir registro selcionado

Lista de corpus cadastrados

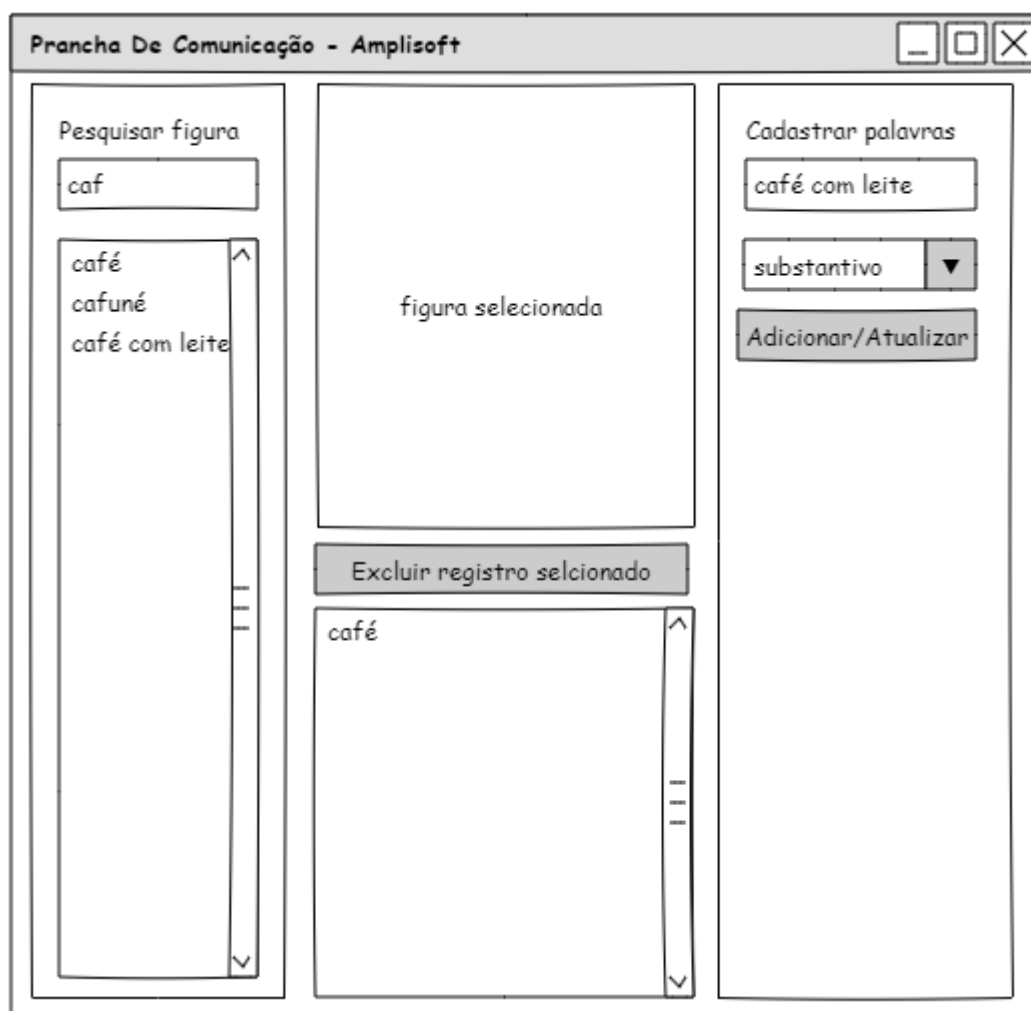
Hora do café  
Jantar  
Na sala de aula

Fonte: autoria própria.

### 3.2.2.3 Interface de Cadastro do Dicionário de Figuras

O dicionário de figuras tem por objetivo dar diferentes significados a uma mesma figura possibilitando um melhor funcionamento do algoritmo de predição. É natural que um mesmo objeto possa ser chamado por diferentes pessoas de diferentes formas a depender das características de regionais onde o aplicativo está sendo utilizado, ou até mesmo a Nova Prancha Livre de Comunicação pode ser utilizada em outras localidades/países alterando-se apenas o texto do *corpus* e o dicionário de figuras para o idioma em que se deseja utilizar a aplicação. A Figura 13 mostra um exemplo no qual a imagem será exibida tanto se no *corpus* contiver a palavra “bife” quando a palavra “carne”.

Figura 13 - Interface de manutenção do cadastro do dicionário de figuras



Fonte: autoria própria.

### 3.2.2.4 Interface de Configurações de Execução

A interface de configurações conforme ilustrado na Figura 14, permite ao usuário definir parâmetros e características de uso que mais se adequam ao contexto de uso. Na sequência, explicam-se todos os ajustes possíveis:

**Exibir Legenda das Figuras:** dado o uso de um algoritmo preditivo de palavras baseado em texto que associa o texto predito às figuras, é possível ativar ou desativar a exibição do texto selecionado em cada figura selecionada;

**Usar Joystick como sensor:** é possível ativar o uso de controles externos para acionamento da seleção das figuras, por exemplo se o usuário não pode usar o toque em tela pode ser utilizado um controle de vídeo game como meio de seleção das figuras utilizando a técnica de varredura;

**Usar Menu com Predição por Markov:** permitir utilizar o menu inicial da prancha formado pelas palavras previstas pelo algoritmo de predição de palavras. Com essa opção desativada, o menu apresentado é baseado na classificação das palavras em categorias;

**Usar Varredura para Seleção:** permite utilizar a varredura de linhas e colunas onde cada clique alterna entre navegar em linha, navegar em coluna e selecionar um item da tela;

**Tempo em segundos:** permite alterar o tempo de navegação a cada acionamento usando a técnica de varredura, por exemplo se definir o valor dois, o sistema irá pular para próxima navegação a cada 2 segundos;

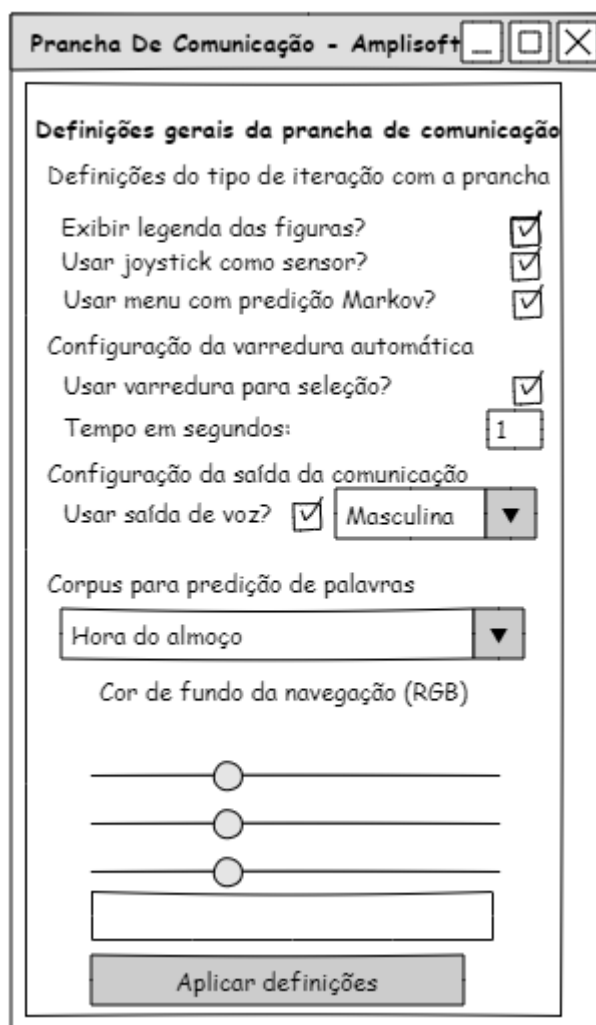
**Usar Saída de voz:** permite ativar a saída do texto selecionado através da seleção de figuras usando do recurso de voz computadorizada TextToSpeech;

**Gênero:** para uso em computadores é possível alternar entre voz masculina e voz feminina. Em *Tablets* e celulares, utiliza-se a voz padrão das definições do aparelho;

**Corpus para Predição de Palavras:** permite selecionar o texto mais apropriado para uso com o algoritmo de predição de palavras, objetivando menor esforço para que haja comunicação;

**Cor de Navegação:** permite ajustar a cor da borda das figuras para navegação usando a técnica de varredura.

Figura 14 - Interface de manutenção das definições de execução



Fonte: autoria própria.

### 3.2.2.5 Interface da Prancha de Comunicação

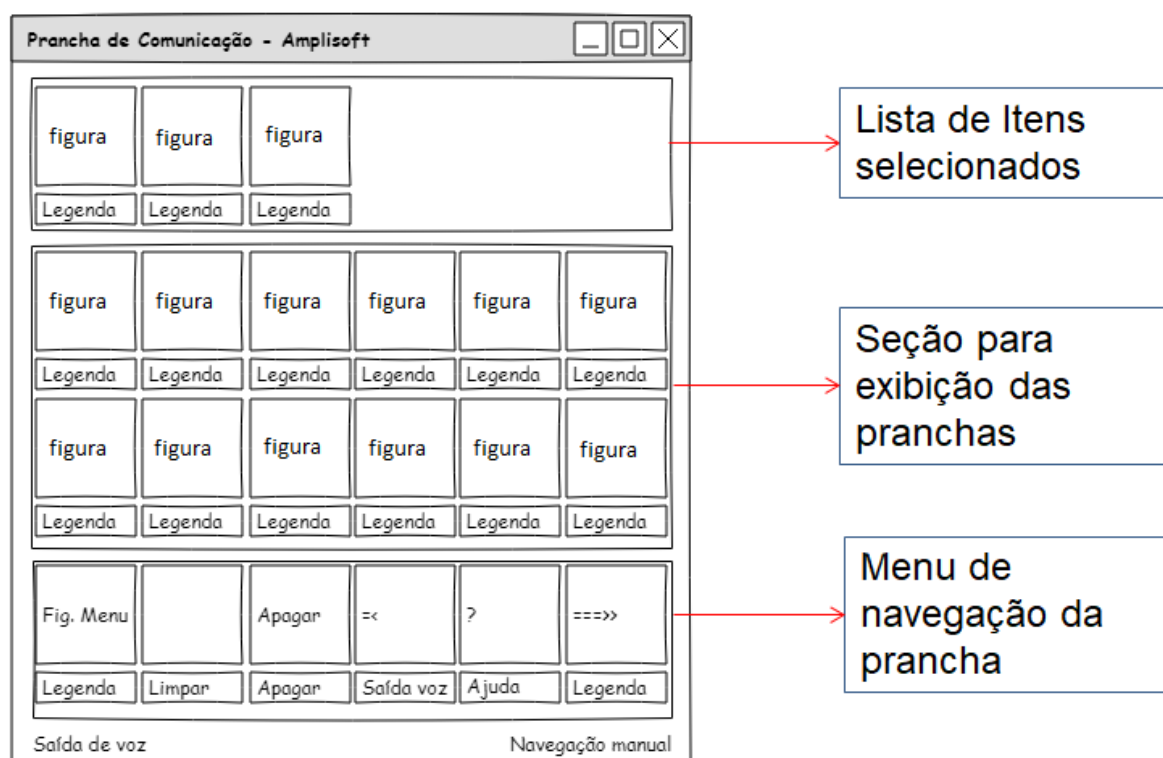
A interface da Nova Prancha Livre de Comunicação está dividida em três partes: figuras selecionadas, prancha de comunicação e menu de navegação, conforme ilustrado na Figura 15.

**Figuras selecionadas:** a primeira linha de figuras contendo o texto “Amplisoft Brasil” é preenchida pelas figuras selecionadas pelo usuário, sendo este texto substituído imediatamente após a seleção da primeira figura;

**Prancha de Comunicação:** as duas linhas de figuras ao centro contemplando 12 posições apresentam a prancha inicial, listando as categorias definidas por (Jhonson, 1998) como essenciais para classificação das imagens;

**Menu de Navegação:** permite ao usuário acesso executar ações como limpar as figuras selecionadas, apagar a última figura selecionada, atalho de acesso rápido para pedir ajuda, navegar para próxima prancha ou reproduzir o texto das figuras selecionadas em forma de áudio.

Figura 15 - Estrutura da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT



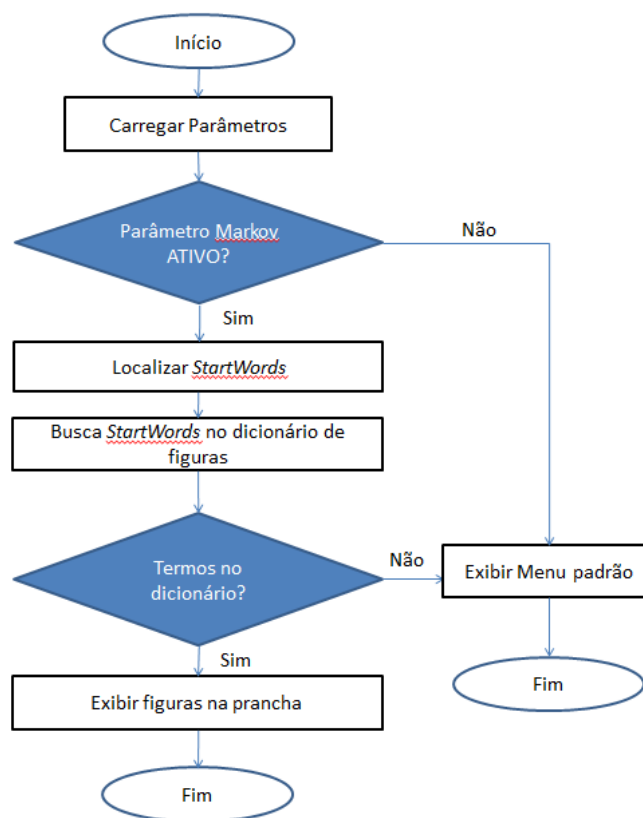
Fonte: autoria própria.

### 3.2.2.6 Predição de figuras na Prancha de Comunicação

O aplicativo objeto de estudo desta pesquisa é parametrizável quando a forma de uso das figuras na prancha da prancha de comunicação. Conforme ilustrado e explicado no item anterior e pela Figura 15, o *software* permite ativar e desativar o uso da predição de figuras na prancha na prancha de comunicação. O filtro das figuras preditas pelo algoritmo ocorre com base no *corpus* selecionado para ser utilizado com como parâmetro na interface de configurações.

Os diagramas de fluxo representados pelas Figuras 16 e 17 apresentam a sequência de passos executados pelo *software* para que seja possível exibir somente as figuras sugeridas pelo algoritmo de predição de palavras.

Figura 16 - Diagrama de fluxo para inicialização Prancha de Comunicação



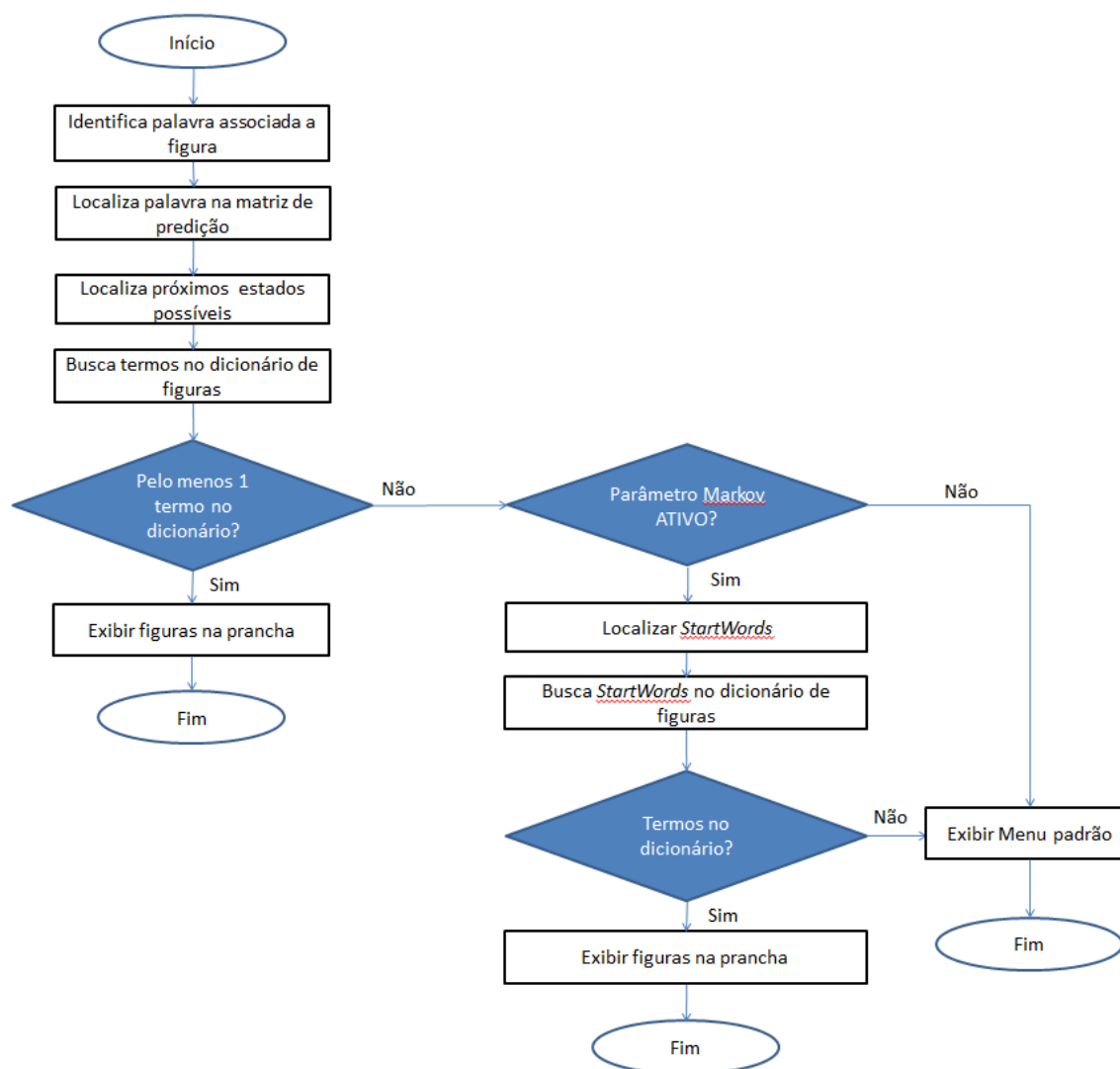
Fonte: autoria própria.

Durante a inicialização da prancha de comunicação, o *software* carrega os parâmetros definidos pelo usuário. Se foi selecionada a opção de usar o “Menu com predição de Markov”, o sistema localiza todas as “*StartWords*” que são as palavras localizadas no início das frases no *corpus* carregado e cria o menu de abertura de modo a apresentar primeiramente as figuras com maior número de ocorrências no texto. Caso não esteja ativo, o parâmetro anteriormente citado o sistema carrega o menu padrão contendo as 6 categorias (social, pessoas, verbos, descritivo, substantivos e miscelânea) e uma opção de alfabeto para que possa ser também utilizada no processo de alfabetização.

Depois de inicializado o *software* e realizada a primeira iteração selecionando uma das figuras exibidas na prancha de comunicação, todas as interações seguintes passam a ser processadas pelo algoritmo de predição de palavras, o qual tem a função de identificar e filtrar as possíveis próximas iterações do usuário da prancha de comunicação. Uma vez selecionada uma figura, o *software* identifica a palavra/termo que está associado à figura e o algoritmo de predição de figuras faz buscas pelas possíveis palavras sucessoras. A lista com as palavras preditas e carregadas em um dicionário em memória, para cada palavra o

*software* busca no dicionário uma figura correspondente. Quando o número de figuras excede ao limite de 12 figuras que podem ser apresentadas simultaneamente, o *software* separa em grupos de 12 figuras criando uma lista de pranchas, adicionando a cada prancha 12 das figuras.

Figura 17 - Diagrama de fluxo para predição de figuras



Fonte: autoria própria.

Na Figura 17, observa-se que existe um fluxo alternativo de desvio para o caso de não serem localizadas figuras que atendam as palavras preditas pelo algoritmo de predição de palavras. Quando este evento ocorre, o *software* volta ao estado inicial, carregando novamente o menu inicial para que seja iniciada uma nova frase.



### 3.2.3 Predição de Palavras Utilizando Figuras

A escolha da técnica de predição de palavras empregada na Nova Prancha Livre de Comunicação levou em consideração outros trabalhos já realizados na área, os quais tem apontado o HMM como um método com resultados satisfatórios.

Em 2007, a pesquisadora Monica Jordan implementou a técnica dos Modelos Ocultos de Markov no aplicativo de CAA chamado Teclado Virtual Livre, os resultados mostraram-se promissores pois apontaram para redução entre 20 e 35% no esforço realizado pelo usuário do Teclado virtual livre para digitação de textos segundo (Jordan, 2004).

Segundo Jordan (2007) apud Kuhn, Niemann & Schukat-Talamazzini (1994); Zimmermann & Bunke (2004); Law & Chan (2006); Clarkson (1999) e Nakamura et al. (1990), Gustavii & Pettersson (2003) e Hunnicutt, Nozadze & Chikoidze (2006), na revisão da literatura foram encontrados trabalhos semelhantes que utilizaram a técnica de predição baseado nos Modelos Ocultos de Markov, nos quais, segundo a pesquisadora foram obtidos resultados satisfatórios para predição de palavras nos idiomas Inglês, Espanhol e Russo.

Utilizando do modelo citado pela pesquisadora Monica Jordan e retirando alguns pontos não essenciais em se tratando da seleção de figuras e não da produção de texto o algoritmo foi ajustado para gerar a matriz de predição de palavras utilizando apenas o texto informado pelo usuário sem a etiquetagem da conjugação verbal, e sem trabalhar com termos e elementos de ligação que não seriam alcançados utilizando imagens abstratas para representação destes.

Do portal São Francisco ([www.portalsaofrancisco.com.br](http://www.portalsaofrancisco.com.br)), coletou-se um total de 90 textos infantis, com o objetivo de formar um *corpus* padrão para uso na Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT. Com base na frequência em que as palavras aparecem no texto, gera-se dinamicamente as pranchas desejadas, sendo estas recriadas com novas figuras cada vez que o usuário seleciona um elemento na prancha. Os textos foram armazenados na prancha de comunicação como o *corpus* chamado “90 Textos infantis (Portal SF)”. A coletânea de textos totalizou 176.308 *tokens* (texto dividido em palavras para cálculo da frequência de ocorrência).

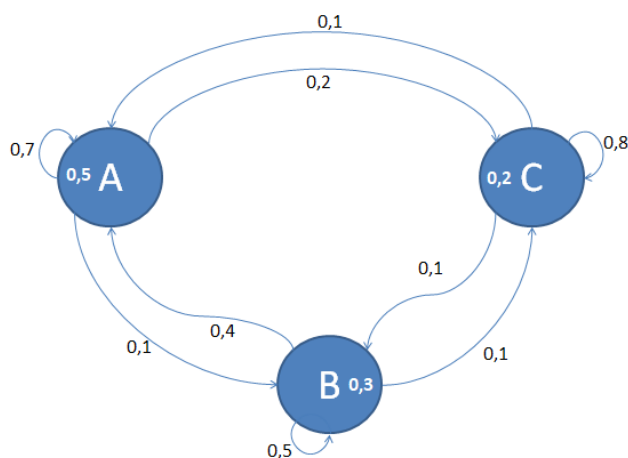
O *corpus* usado pela Nova Prancha Comunicação com predição das palavras é inicialmente processado pelo algoritmo baseado em HMM o qual define o peso de cada palavra do texto com base no número de ocorrências da mesma no texto e suas sucessoras,

criando uma matriz estocástica que representa as possíveis transições de estado entre as palavras.

Durante o uso da Nova Prancha, a cada frase formada e exteriorizada o *software* adiciona a frase ao final do *corpus* selecionado, criando desta forma um mecanismo de atualização constante da estatística das pranchas de comunicação com base na experiência do usuário, ou seja, toda vez que o usuário utiliza a prancha de comunicação o *software* aprende com o uso do usuário, reposicionando a ordem exibição das figuras, de modo a listar primeiro os elementos utilizados com maior frequência.

A Figura 18 representa em um exemplo simples contendo apenas três estados sendo eles A, B e C, como seria a representação gráfica do modelo de transição de um estado para outro. Como exemplo, sendo o estado atual A, a palavra “comer”, a matriz estocástica indica quais os possíveis estados para o estado B futuro. Considerando o uso de um *corpus* adaptado para o horário das refeições seriam exibidas apenas as figuras que representem os alimentos listados no *corpus* carregado para predição.

Figura 18 - Diagrama de transição de estados usando Modelos Markovianos



Fonte: adaptado de GASPERIN & LIMA (2001)

O algoritmo foi implementado utilizando a linguagem de programação C# e pode ser consultado no Apêndice C.

### 3.2.4 Ensaio Experimental *in Vivo*

A Nova Prancha Livre de Comunicação - AMPLISOFT foi avaliada em bancada de desenvolvimento para obtenção de dados relativos ao esforço mínimo para uso da

solução e viabilidade de uso, os dados obtidos foram comparados com a versão anterior do *software*, a Prancha de Comunicação AMPLISOFT (Nohama, et.al. 2003).

A segunda fase de avaliação do *software* consistiu em avaliá-lo aplicando o protocolo *in-vivo*. Nesta etapa, foram selecionadas 10 professoras da rede pública de ensino, as professoras foram submetidas a uma avaliação pré-interventiva, que inicialmente foi apresentado, explicado e assinado o termo de consentimento livre e esclarecido e, em seguida, foi realizada a avaliação com as perguntas enunciadas no Apêndice A. Esse questionário foi estruturado, com perguntas abertas e fechadas. Ele teve como objetivo avaliar o conhecimento prévio das profissionais de educação a respeito de *softwares* para a CAA.

Em seguida, foi realizado um treinamento presencial com o objetivo de capacitá-los para a utilização do *software* AMPLISOFT no processo educacional de seus alunos. As professoras utilizaram em seus contextos o AMPLISOFT tendo que atender a dois critérios para passar para a avaliação seguinte: 10 utilizações em um mês. Foi realizada a avaliação pós-intervenção, onde os professores foram indagados sobre a utilização do AMPLISOFT e propostas melhorias conforme disposto no (apêndice B).

### 3.2.5 Análise dos Dados

Os dados coletados em testes de bancada com um usuário hígido foram analisados levando em consideração o tempo e número de ações necessárias para montar uma mesma frase em ambos os *softwares*, os dados foram avaliados quanto ao número de cliques, tempo e número de figuras que o *software* precisou percorrer até chegar ao elemento desejado.

Os dados coletados nos questionários pré e pós-intervenção foram tabelados e comparados estatisticamente usando o *software* Microsoft Excel para geração dos gráficos de análise. Cada questão foi avaliada de modo individual a fim de identificar a existência de dados anômalos, após a análise individual de cada pergunta do questionário pré e pós intervenção, realizou-se a análise de correlação das respostas com entre os dois questionários, buscando identificar a alteração da percepção da importância do assunto e sua aplicabilidade. As questões fechadas foram analisadas utilizando a escala de Likert de cinco pontos, onde foi possível medir o nível de aceitação da nova prancha livre de comunicação com base na opinião das avaliadoras.

## 4 RESULTADOS

Os resultados são apresentados em três grupos, sendo o primeiro a apresentação do software de CAA desenvolvido no decorrer desta pesquisa, o segundo baseado na medição feita em laboratório e o terceiro baseado nos resultados coletados aplicando o protocolo *in-vivo*.

### 4.1 O NOVO SOFTWARE DE PRANCHA DE COMUNICAÇÃO

A Nova Prancha de Comunicação AMPLISOFT mantém as mesmas características visuais independente do sistema operacional em execução (Android ou Windows). A Figura 19 apresenta o resultado do desenvolvimento da interface para cadastro das categorias para classificação das figuras da nova prancha livre de comunicação AMPLISOFT, atendendo as especificações listadas no item 3.2.2.1.

Figura 19 – Leiaute cadastro de categorias.

Fonte: autoria própria

A Figura 20 apresenta o resultado do desenvolvimento da interface para cadastro do *corpus* para predição de palavras na nova prancha livre de comunicação AMPLISOFT, atendendo às especificações listadas no item 3.2.2.2.

Figura 20 – Leiaute cadastro corpus para predição de palavras.

Fonte: autoria própria

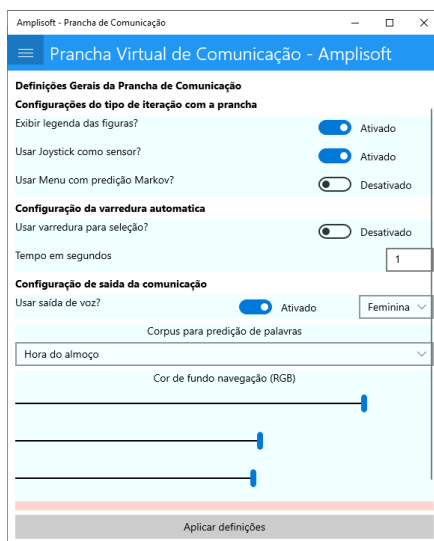
A Figura 21 apresenta o resultado do desenvolvimento da interface para cadastro do dicionário de figuras da nova prancha livre de comunicação AMPLISOFT, atendendo às especificações listadas no item 3.2.2.3.

Figura 21 – Leiaute cadastro dicionário de figuras.

Fonte: autoria própria

A Figura 22 apresenta o resultado do desenvolvimento da interface para configuração e ajuste das características de funcionamento da nova prancha livre de comunicação AMPLISOFT, atendendo as especificações listadas no item 3.2.2.4.

Figura 22 – Leiaute da interface de manutenção das definições de execução.



Fonte: autoria própria

A Figura 23, apresenta o resultado do desenvolvimento da interface para configuração e ajuste das características de funcionamento da nova prancha livre de comunicação AMPLISOFT, atendendo as especificações listadas no item 3.2.2.5.

Figura 23 – Leiaute nova prancha de comunicação AMPLISOFT.



Fonte: autoria própria

## 4.2 TESTES EM LABORATÓRIO – MEDIÇÃO DO ESFORÇO

A Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT é promissora quanto à facilidade de uso pois, independentemente do dicionário catalogado, o esforço em número de *clicks* para o usuário localizar o elemento desejado torna-se pequeno uma vez que são expostas ao usuário apenas as imagens relacionadas ao contexto em uso.

Utilizando o modelo sugerido por Jhonson (1998), que propõe a classificação das figuras em seis categorias (social, pessoas, verbos, descritivo, substantivos e miscelânea), ao classificar as 2000 figuras da Nova Prancha Livre de Comunicação, a serem apresentadas para o usuário. O modelo atual de pranchas de comunicação as imagens seriam exibidas de modo sequencial ou em ordem alfabética, distribuídas dentre as seis categorias. Esse modelo de uso de prancha de comunicação quando utilizado com um número grande de figuras, como é o caso da Nova Prancha com 2000 figuras, embora funcional, exige um esforço e tempo maior por parte do usuário para localização do elemento desejado na prancha de comunicação, tendo em vista que o elemento desejado pode ser o último da lista ou o primeiro, a depender única e exclusivamente da ordenação em ordem alfabética dos elementos, assim sendo, se o aluno tentasse selecionar por exemplo uma figura que indique “pizza”, devido à palavra relacionada iniciar com as letra “P”, o aluno teria de passar por todas as figuras anteriores até chegar ao elemento desejado.

Neste ponto, a Nova Prancha Livre de Comunicação recebe destaque, pois os verbos estão conjugados em conformidade com o português brasileiro; logo, o texto do *corpus* pode ser escrito usando os tempos verbais adequados e o *software* fará a devida seleção e associação à figura. E com a síntese de fala computadorizada utilizando o recurso TextToSpeech, a comunicação torna-se mais natural e acessível para quem recebe a mensagem.

Utilizando um contexto amostral em ambiente de desenvolvimento da solução, trabalhou-se com um *corpus* base com poucas palavras, totalizando 47 palavras, que após inferência do algoritmo baseado nos Modelos Ocultos de Markov – HMM, traz para o usuário no máximo 4 possibilidades de escolha para cada interação realizada na prancha. Utilizando técnicas convencionais de navegação somadas à classificação das imagens em categorias, tem-se um esforço excessivo por parte do usuário para chegar até a comunicação ou escrita de uma frase.

A fim de ilustrar o fato com um exemplo prático da vida real, utilizou-se a métrica de comparar o esforço empregando os dois modelos de *software* (Prancha Virtual Livre e a Nova Prancha Livre de Comunicação) para produção de uma mesma frase: “eu quero comer carne”.

Dados referentes à base de figuras e suas classificações:

**Sujeitos da oração:** 9 possibilidades disponíveis;

**Verbos:** 134 possibilidades;

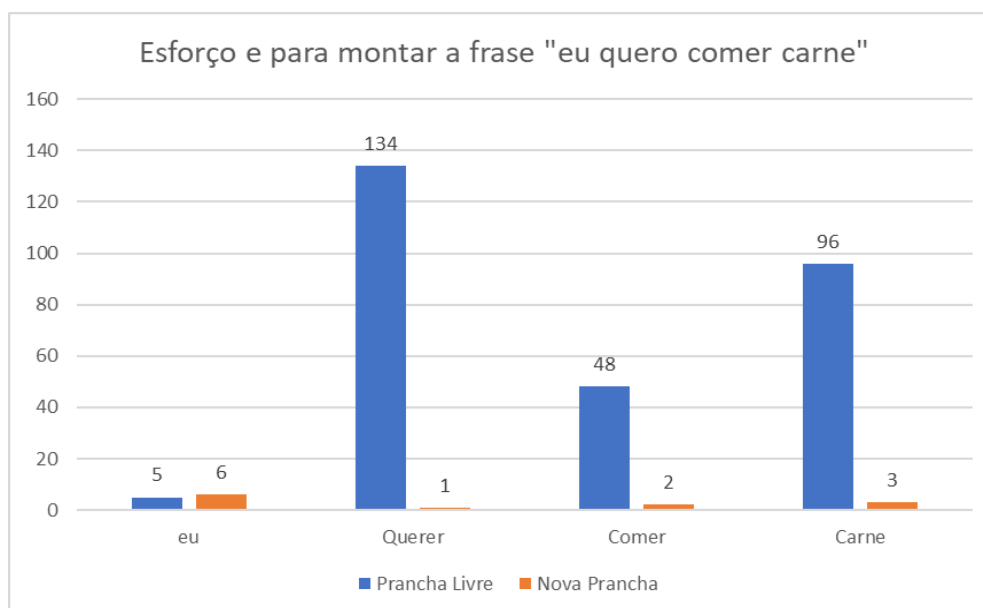
**Substantivos:** 374 possibilidades.

Dada a lista de possibilidades, iniciou-se a busca pela seleção do sujeito, em ambos os aplicativos, utilizando a classificação proposta por Jhonson (1998), que sugere a classificação das figuras categorias (social, pessoas, verbos, descritivo, substantivos e miscelânea), nesta primeira seleção tem-se um tempo similar, pois o algoritmo ainda não entrou em ação, tendo em vista o estado inicial vazio.

O segundo passo a Prancha Virtual Livre continua a percorrer todas as imagens em ordem alfabética até encontrar o termo que o usuário deseja selecionar, o esforço é alto se comparado com a Nova Prancha Livre de Comunicação, contando o número de elementos que o usuário precisa percorrer visualmente para localizar a segunda palavra, “quero”, que não conjugada é exibida como “querer” são 134 elementos. A Nova Prancha Livre de Comunicação, utilizando o algoritmo HMM, este número foi somente de 1 elemento, pois considerada a estatística de uso do verbo querer conjugado em primeira pessoa “eu quero”, este foi o primeiro objeto exibido na prancha de comunicação após a seleção do sujeito “eu”. A Figura 24 exibe um gráfico comparativo do esforço entre as duas soluções. O gráfico mostra que o total de figuras visualizada até gerar a comunicação utilizando a Prancha Virtual Livre foi de 283 figuras. Comparando com a Nova Prancha Livre de Comunicação, este número foi de apenas 12 figuras, o que corresponde a 4 % do esforço em relação à versão anterior.



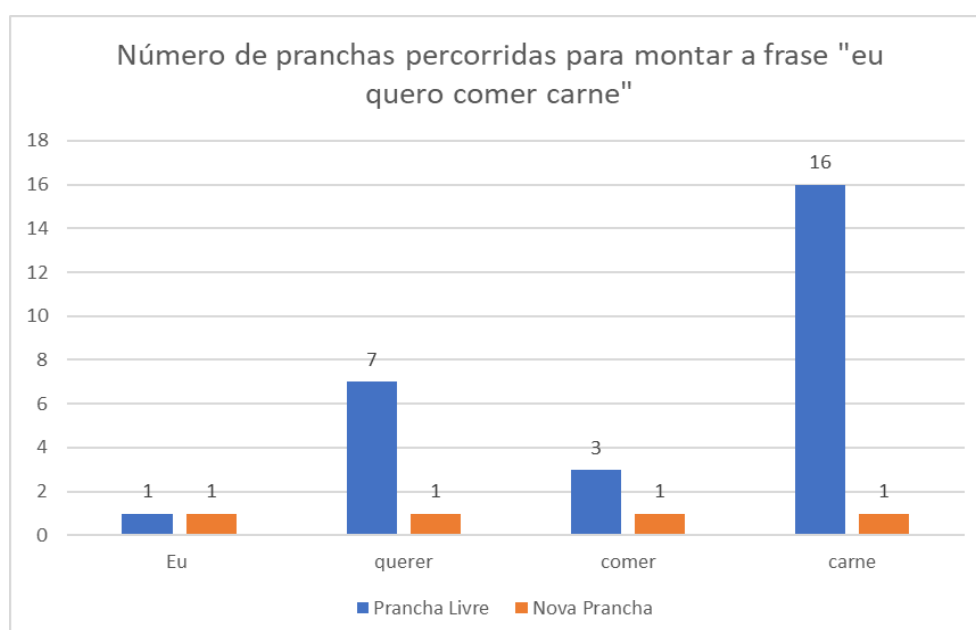
Figura 24 - Esforço em número de elementos percorridos até chegar a opção desejada



Fonte: autoria própria

A Figura 25 mostra que o esforço para montar a mesma frase utilizando a Nova Prancha Livre de Comunicação corresponde a 4% em comparação à Prancha anterior. Na nova versão, foram navegadas em 4 pranchas para seleção das figuras correspondentes; na versão anterior, foi necessário a navegação em um total de 27 pranchas de comunicação.

Figura 25 - Esforço em número de pranchas percorridas até chegar a opção desejada



Fonte: autoria própria

### 4.3 TESTES REALIZADOS COM PROTOCOLO *IN-VIVO*

Em conformidade com o parecer n. 2.979.775, do Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, foram realizados ensaios *in vivo* sobre a usabilidade do *software* no processo de ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência e/ou transtornos de aprendizagem com necessidades complexas de comunicação. Para tanto, realizou-se um estudo longitudinal com professores da rede pública de ensino.

Os testes iniciaram-se com a aplicação de um questionário a fim de identificar o perfil e conhecimento prévio dos professores com o uso de tecnologias assistivas. Foram selecionados 10 professores do sexo feminino para participação do ciclo de avaliação do Sistema AMPLISOFT. Durante a fase de avaliação com o aluno, uma das professoras desistiu de participação em função das características de seu aluno serem incompatíveis com o protocolo, restando nove participantes. A tabela 3 apresenta o perfil geral das professoras participantes da pesquisa, e indica a faixa etária, área de formação, faixa de idade dos alunos, conhecimento prévio de outras soluções de CAA da alta tecnologia e quais já foram utilizadas.

O resultado da coleta evidenciou que 67 % das professoras participantes possui formação em pedagogia e que 78 % das professoras participantes tem mais de 6 anos de experiência na atuação com alunos da educação especial. Dentre as participantes, 78% das voluntárias não fizeram uso de nenhum *software* de tecnologia assistiva até a data desta pesquisa, sendo que apenas uma dessas voluntárias conseguiu listar os nomes aplicativos anteriormente utilizados ou de conhecimento prévio. Uma outra apenas informou ter usado recursos na internet e *tablet*.

A Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT tem sido avaliada por profissionais com ampla experiência no campo da educação especial, dentre as quais 78% relata não ter tido nenhum contato ou experiência anterior com o uso de aplicativos de comunicação alternativa e ampliada, dado que pode influenciar positiva ou negativamente na coleta, este dado será discutido posteriormente.

Tabela 3 – Perfil das professoras participantes da pesquisa.

Prof.	Idade (anos)	Formação	Tempo de atuação (anos)	Atua com alunos de idade (anos)	Conhece CAA?	Já fez uso de alguma tecnologia assistiva?	Qual?
1	37	Pedagogia	6 a 10	6 a 8	Não	Não	
2	40	Educação Física	0 a 5	15 a 18	Não	Não	
3	42	Pedagogia	11 a 20	15 a 18	Não	Não	
4	43	Pedagogia	6 a 10	15 a 18	Não	Não	
5	47	Pedagogia	6 a 10	6 a 8; 9 a 10	Sim	Não	
6	47	Pedagogia	acima de 20	15 a 18; 18 a 65	Sim	Sim	ETM, Dosvox, Prancha livre
7	56	Pedagogia	acima de 20	11 a 14	Sim	Não	
8	67	Ciências biológicas	0 a 5	15 a 18	Sim	Não	
9	70	Não informado.	acima de 20	18 a 65	Sim	Sim	Tablet, internet

Fonte: autoria própria

A segunda questão (Apêndice A), teve como finalidade identificar o conhecimento conceitual prévio de CAA das professoras participantes da pesquisa, com este dado foi possível identificar o nível de conhecimento de CAA de cada participante, viabilizando ao final da coleta uma conclusão mais assertiva dado o perfil do profissional e seu usuário. Na Tabela 4, foram listadas as respostas apresentadas de modo textual, escrito por cada professora. As respostas não serão discutidas individualmente, pois não é esse o objetivo da pesquisa mas sim identificar se o conceito de CAA era de conhecido por todas as participantes, uma vez que é essencial o conhecimento do conceito para uma boa aplicação e avaliação das ferramenta de CAA objeto de estudo desta pesquisa.. De modo geral, considera-se este dado para conclusão e resultados após aplicação do questionário após o uso da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT.

Tabela 4 - Conceito de CAA segundo as professoras participantes

Professora	2. Descreva em poucas palavras o que é a CAA para você?
1	Forma de adaptação para entender o que o aluno deseja.
2	Participante não respondeu a pergunta
3	Participante não respondeu a pergunta.
4	Penso que seja uma forma de comunicação alternativa para aprendizagens funcional.
5	Auxiliar junto com o aluno e professor.
6	É a forma de se comunicar de forma autônoma.
7	Forma complexa de comunicação, não só falada, mas acompanhada de diversas tecnologias.
8	Vários tipos que podem ser por apontamentos, leitura labial, figuras.
9	Possibilidade de o aluno ter sucesso em educação.

Fonte: autoria própria

A questão de número 4 (Apêndice A), buscou identificar o tipo mais frequentes de estratégias de comunicação utilizadas pelas professoras para comunicação com os alunos, a Figura 26 reproduz o resultado da coleta mostrando que as estratégias mais utilizadas são o uso de fotos, figuras, música e gestos. Entende-se como figuras os desenhos, ilustrações, e fotos que representam o objeto real. Exemplos são as fotos da família, do animal de estimação e outros.

Figura 26 - Estratégias pedagógicas já utilizadas com alunos



Fonte: autoria própria

Após o treinamento, iniciou-se a fase de aplicação do questionário posterior ao uso do AMPLISOFT (Apêndice B). Com este questionário, buscou-se identificar as limitações, possibilidades de melhoramentos, e alcance da ferramenta como mecanismo auxiliar e complementar de comunicação. A primeira pergunta do questionário (apêndice B), buscou identificar, na visão dos professores, em quais contextos de uso é considerado importante o uso de ferramentas de CAA. Os dados obtidos encontram-se na tabela 5, este dado foi comparado com pergunta número 5 (apêndice A), respondida no questionário anterior ao uso da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT, objetivando avaliar se houve alteração na percepção da importância das ferramentas de CAA e seus benefícios.

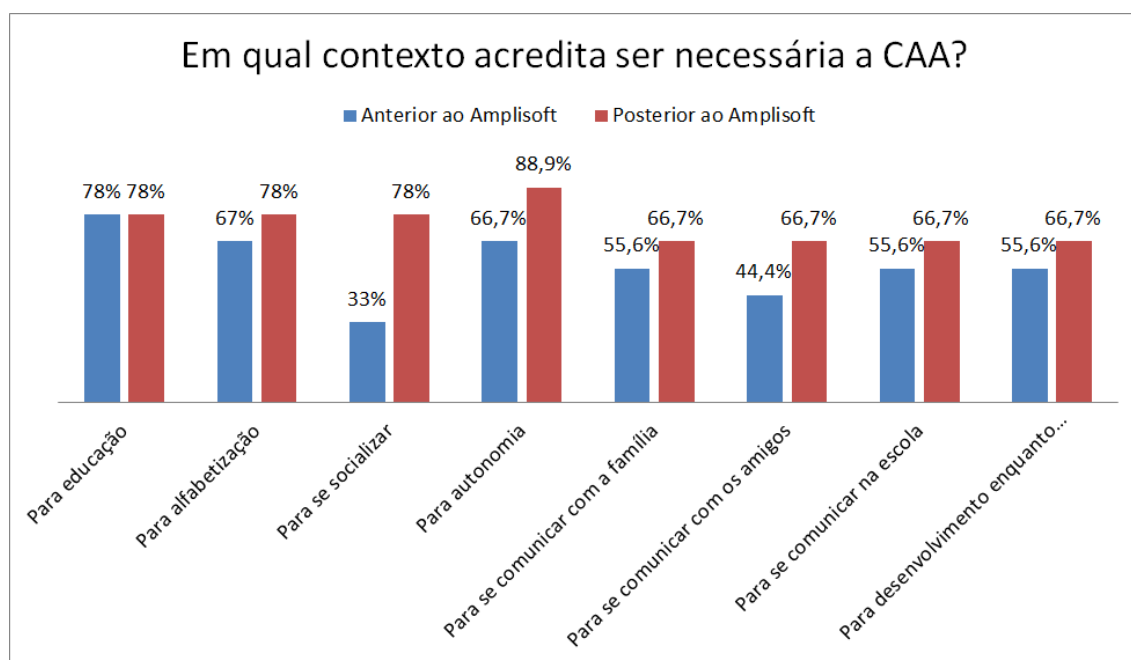
Tabela 5 - Contexto de aplicação das ferramentas de CAA

	Anterior ao Amplisoft	Posterior ao Amplisoft
Para educação	77,8%	77,8%
Para alfabetização	66,7%	77,8%
Para se socializar	33,3%	77,8%
Para autonomia	66,7%	88,9%
Para se comunicar com a família	55,6%	66,7%
Para se comunicar com os amigos	44,4%	66,7%
Para se comunicar na escola	55,6%	66,7%
Para desenvolvimento enquanto cidadão	55,6%	66,7%

Fonte: autoria própria

Dentro dessa questão, cada professor assinalou dentre as opções de contextos que acredita ser importante o uso de ferramentas de CAA, tendo como resultado o dado exposto no gráfico ilustrado pela Figura 27. O dado exibido no gráfico mostra que após o treinamento e uso do novo AMPLISOFT, houve uma variação positiva na percepção da importância do uso de ferramentas de CAA em diferentes contextos de uso.

Figura 27 - Contexto de aplicação das ferramentas de CAA



Fonte: autoria própria

A questão de número 2 (Apêndice B) foi removida da pesquisa devido não ter relação direta com o tema desta pesquisa.

As questões de número 3 e 6 foram medidas utilizando uma escala de 5 pontos distribuindo os valores nos grupos (nunca, raramente, as vezes, frequentemente, sempre), para medição do resultado foram somados e agrupados os dados da seguinte forma:

0 : Nunca;

1 : Raramente;

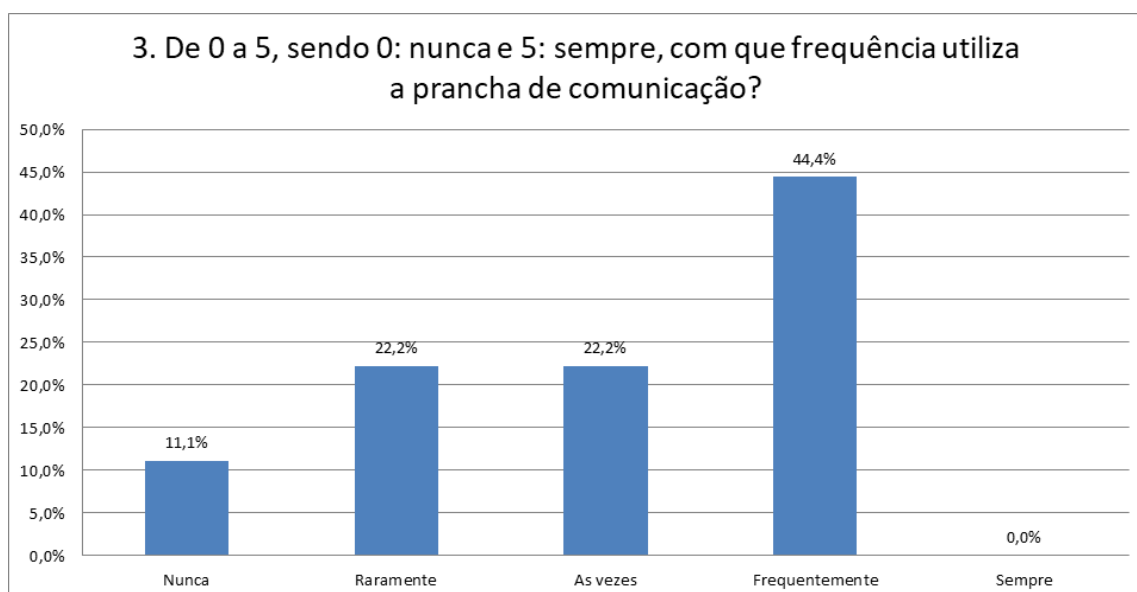
2 : As vezes;

3 e 4 : Somados os valores e agrupado no grupo Frequentemente;

5 : Sempre.

A questão número 3 (Apêndice B) buscou identificar a frequência de uso de pranchas de comunicação considerando o uso de pranchas de baixa e alta tecnologia, o resultado para esta pergunta mostra que apesar de 67,7% das professoras participantes (antes do AMPLISOFT) e 88,9% das professoras participantes (após AMPLISOFT), considerar importante o uso de CAA para autonomia, apenas 44% utiliza as pranchas de comunicação frequentemente com seus alunos, 11% nunca utiliza, e 22% utiliza com muito baixa frequência ou raramente. Este número levou em consideração também o uso de pranchas de baixa tecnologia, pranchas impressas, conforme ilustrado pela Figura 28.

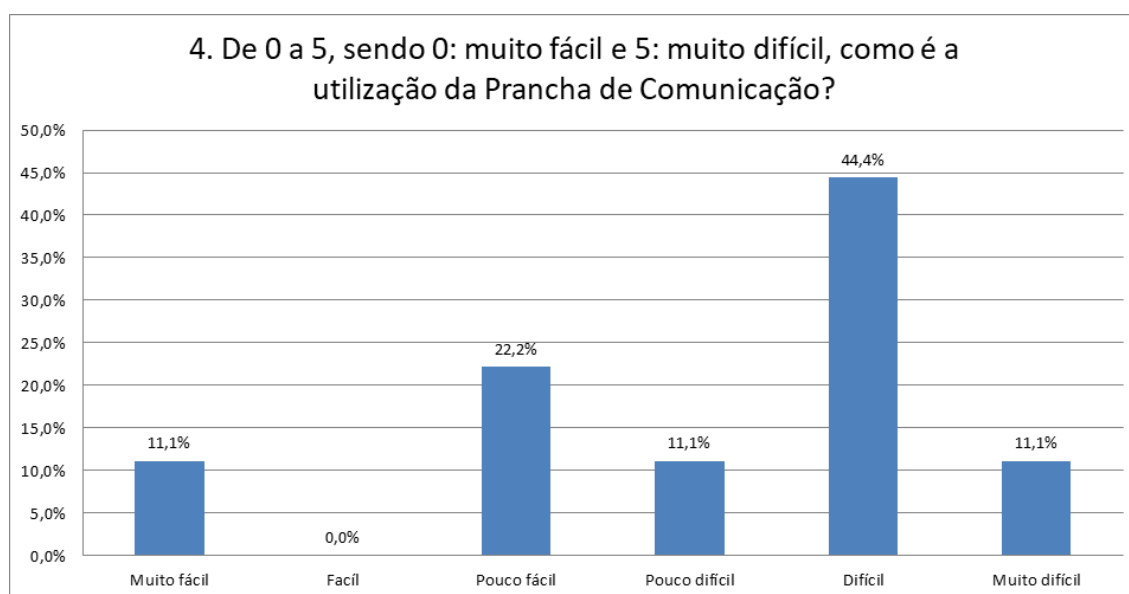
Figura 28 - Frequência de uso das pranchas de comunicação



Fonte: autoria própria

A questão número 4 (Apêndice B), mostra que o grau de dificuldade encontrada para o uso da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT foi considerado difícil para 44,4% dos usuários e muito difícil para 11,1% dos usuários. Este dado pode ter sofrido influência e possuir anormalidades devido a 78% dos professores relatarem nunca ter utilizado ferramentas de CAA de alta tecnologia anteriormente (Tabela 5), o gráfico ilustrado pela Figura 29 mostra a distribuição em cada grupo.

Figura 29 - Dificuldade de uso da prancha de comunicação

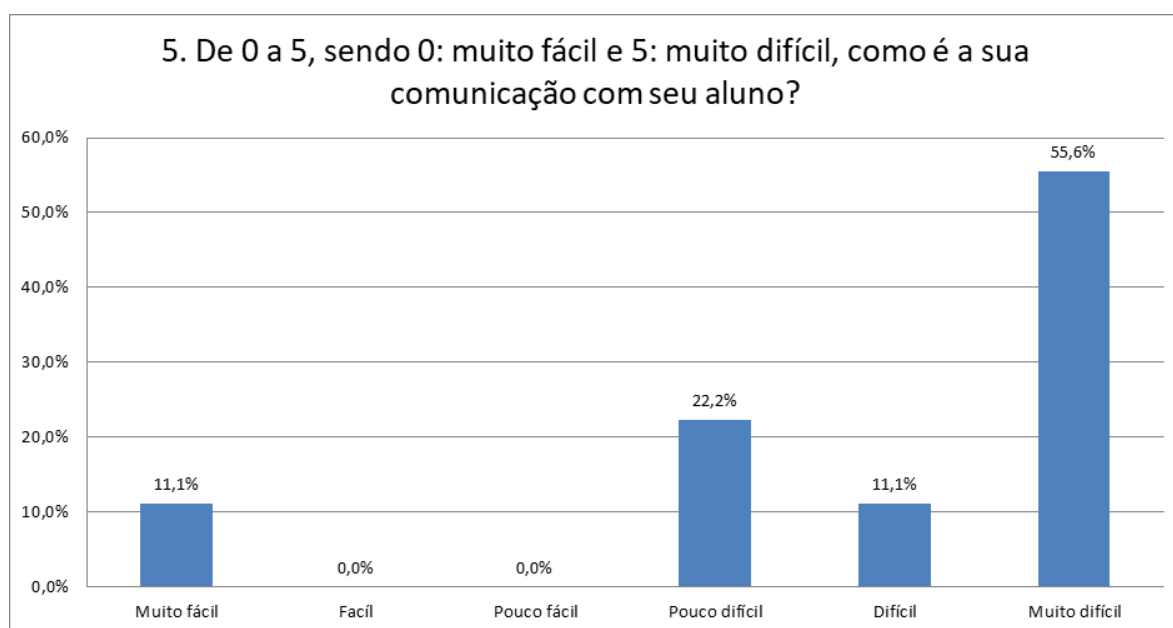


Fonte – autoria própria

A questão número 5 (Apêndice B), mostra que o grau de dificuldade existente na comunicação entre professor e aluno é difícil e em 11,1% dos casos e muito difícil em 55,6% dos casos, conforme gráfico ilustrado na Figura 30.

Segundo relatado pelas professoras participantes da pesquisa os elementos mais comuns de uso como ferramenta auxiliar são cartões e pranchas de comunicação impressas; ainda segundo as professoras participantes da pesquisa, o Novo Editor de Prancha de Comunicação AMPLISOFT tem ajudado diariamente na confecção de novas pranchas de comunicação para uso no formato impresso com os alunos.

Figura 30 - Dificuldade de comunicação com o aluno



Fonte: autoria própria

A questão número 6 (Apêndice B) mostra que existem dificuldades no entendimento da comunicação entre o aluno e o professor. Neste quadro, evidencia-se que em apenas 22,2% dos casos os professores conseguem identificar a necessidade e sabem como ajudar o aluno quando ele quer se comunicar, conforme resultados ilustrados no gráfico da Figura 31. Acredita-se que com o uso da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT, a qual possibilita que o aluno materialize sua necessidade utilizando a voz digitalizada do dispositivo esta necessidade e dificuldade deve ser superada ou minimizada após passagem dos alunos e professores pela curva de aprendizagem de uso do *software*.



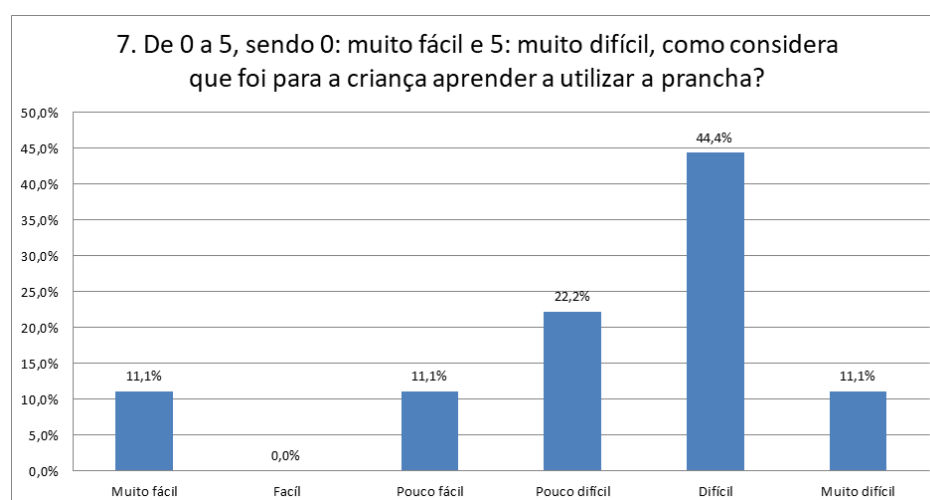
Figura 31 - Identificação da necessidade de comunicação



Fonte: autoria própria

A questão número 7 (Apêndice B) avalia o grau de dificuldade no aprendizado do uso da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT por parte dos alunos. O resultado mostra que na concepção das professoras, para 44,4% delas foi difícil para os alunos, e para 11,1% foi considerada muito difícil de ser utilizada, conforme mostra o gráfico ilustrado na Figura 32. Em um estado da arte, Pelosi & Borges, (2015) encontraram as mesmas dificuldades para o uso de diversos *softwares* de pranchas de comunicação, sendo eles de universidades ou de empresas. Todos os *softwares* mostraram dificuldades para serem aprendidos pelos seus usuários, por complexidade, tempo de uso ou até mesmo pelo espaço das Tecnologias Assistivas dentro de cursos de formação profissionais e universidades.

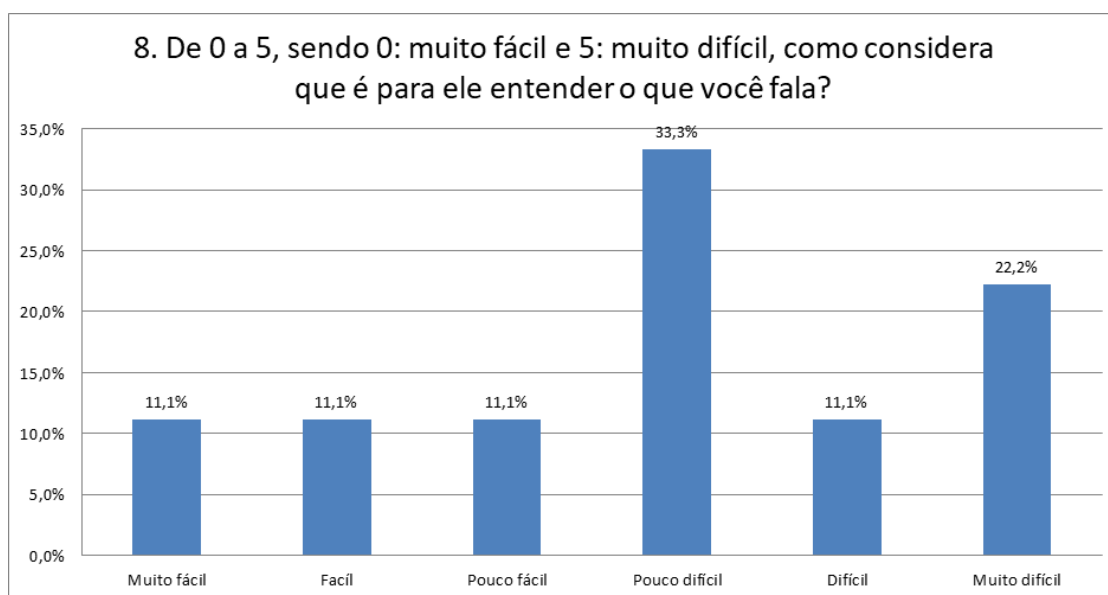
Figura 32 - Nível de dificuldade no uso da prancha de CAA



Fonte: autoria própria

A pergunta número 8 (Apêndice B), avalia como os professores acreditam ser o entendimento da fala dos professores pelos alunos. Neste item, observa-se uma concentração maior de alunos com dificuldade para entender a mensagem passada pelos professores, dado que aponta para a necessidade de usar objetos como figuras, fotos e outros que possam auxiliar no entendimento e interpretação da mensagem do professor para o aluno, conforme ilustra a Figura 33.

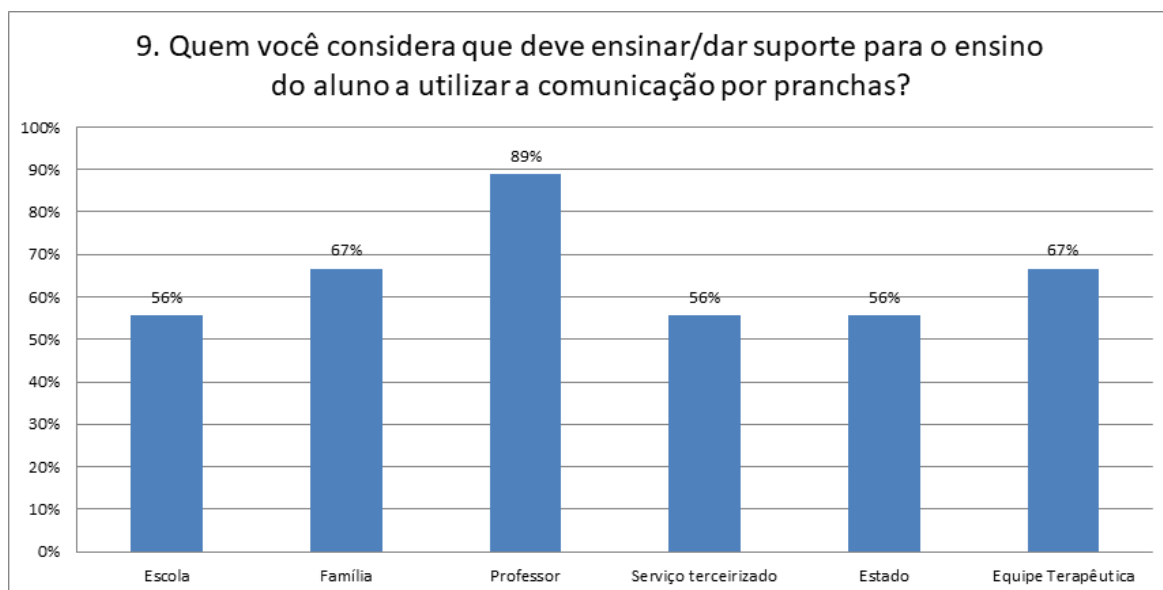
Figura 33 - Nível de dificuldade na comunicação falada do professor para o aluno



Fonte: autoria própria

A pergunta número 9 (Apêndice B) mostra, na visão dos professores, quem deveria ajudar na aplicação do uso de pranchas de comunicação com os alunos. Pode-se observar que os professores, a família e a equipe terapêutica são essenciais para que haja sucesso no uso de pranchas de comunicação com indivíduos com NCC, conforme o gráfico ilustrado na Figura 34. Este dado evidencia que para haver efetividade e bons resultados no uso das ferramentas de CAA é necessário, principalmente, o engajamento da família em ajudar a criança a desenvolver o interesse pelo recurso de CAA apresentado.

Figura 34 - Requisitos para evolução do uso da comunicação por pranchas



Fonte: autoria própria

A pergunta número 10 (Apêndice B) foi uma questão do tipo aberta para que os professores pudessem descrever a percepção e dificuldades encontradas no uso da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT, a tabela 6 apresenta na íntegra as considerações de cada uma das professoras.

Tabela 6 - Respostas a pergunta aberta nº 10.

10. Quais as dificuldades que você já teve no uso da comunicação alternativa e ampliada (CAA)?	
Prof.	Resposta
1	Pelo aluno não se interessar.
2	Dificuldade está no uso de símbolo, pois, utilizam muitos gestos e apontamento não entendendo a funcionalidade devido a de ficar repetindo os gestos sem comunicação e (ilegível)
3	Faltou suporte efetivo.
4	Por serem bem comprometidos os alunos não reconhecem imagem e as letras.
5	Prender a atenção do estudante para realizar a comunicação
6	Os alunos entenderem a funcionalidade
7	Não há registro
8	As atualizações travam o tempo todo
9	Não há registro

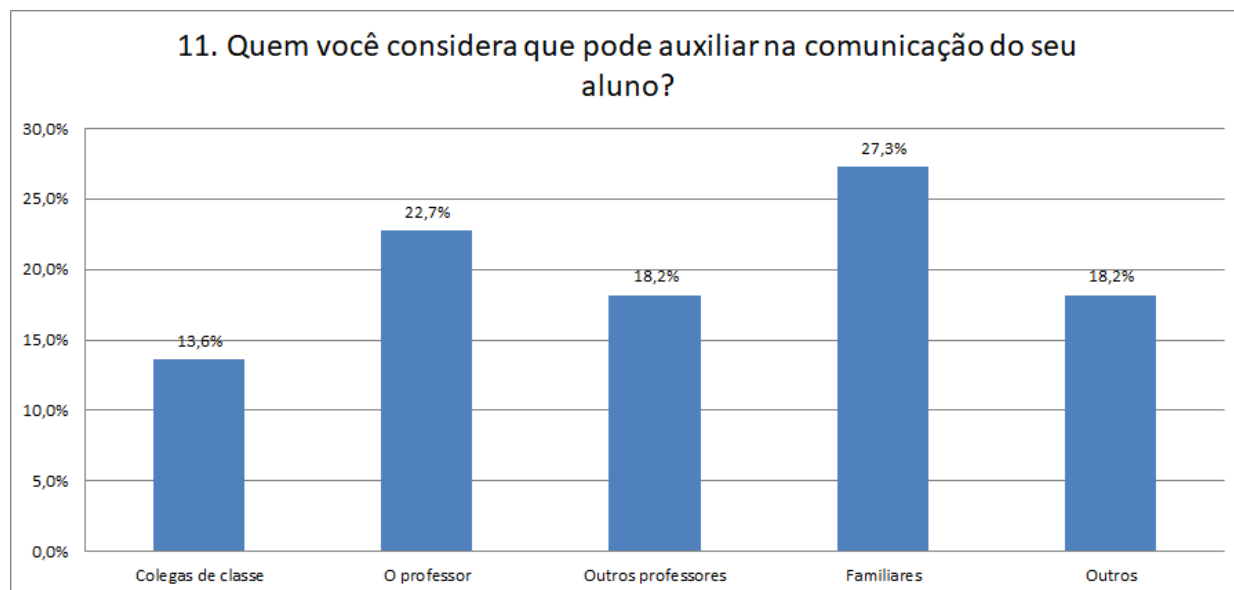
Fonte: autoria própria

Analisando as considerações descritas pelas voluntárias, as duas principais barreiras na utilização do recurso estão na dificuldade de entendimento por parte dos alunos da função

do *tablet* como prancha de comunicação, motivo este que foi identificado pela dificuldade em focar a atenção do usuário na ferramenta, a segunda maior dificuldade foram os travamentos no uso da ferramenta, estes causados pelos dispositivos obsoletos com *hardware* abaixo do mínimo necessário para o bom funcionamento da solução. Uma das características dos *tablets* que dificultou o uso foi a tela sensível ao toque do tipo tela resistiva. Esse tipo de tela detecta o toque devido à junção de duas placas sobrepostas, ou seja, no momento em que o usuário toca a tela, inclusive com uma caneta ou objetos sólidos, é gerado um sinal elétrico, conforme a posição do toque, e uma placa encosta na outra. A precisão das telas resistivas varia entre 75 e 85 % e devem ser calibradas constantemente a fim de manter a precisão do toque em tela (Adami, 2019).

A questão número 11 (Apêndice B), buscou identificar na visão das professoras quem tem um papel importante e pode auxiliar na comunicação dos alunos. O gráfico ilustrado na figura 35 mostra que, na concepção das professoras, os principais influenciadores são os próprios professores e os familiares do aluno.

Figura 35 - Quem pode auxiliar na comunicação do aluno



Fonte: autoria própria

A pergunta de número 12 (Apêndice B), do tipo aberta, serviu para que as professoras descrevessem as situações difíceis encontradas no uso do *software* para a comunicação com os alunos. Pode-se concluir que as respostas apresentadas nesta questão são similares às respostas da pergunta número 10, onde as principais críticas apontam para

a falta de formação continuada, equipamentos obsoletos que causam travamento e dificuldades no uso e para a falta de interesse do aluno.

Tabela 7 - Respostas a pergunta aberta nº 12

12. Descreva uma situação que você passou com a utilização do software a qual considera que foi difícil para a comunicação com a criança.	
Prof.	Resposta
1	O aluno não mostrar interesse, pois olha e coloca do lado.
2	Utilização do software no <i>tablet</i> , a dificuldade este que trava e às vezes para som e aluno perde o interesse.
3	Não foi utilizado com estudante.
4	Por ser um aluno muito agitado e a internet ser lenta o aluno perdeu o interesse no aparelho rápido esta foi a maior dificuldade.
5	O estudante aceitar a realizar e visualizar as imagens.
6	Utilização do <i>tablet</i> , pois travava ai o estudante perdia interesse.
7	A dificuldade do <i>tablet</i> travar.
8	O tempo de uso.
9	

Fonte: autoria própria

A pergunta número 13 (Apêndice B), do tipo aberta, buscou levantar na visão das professoras com base na experiência de uso, os pontos e melhorias que podem facilitar o uso das pranchas de comunicação no processo educacional. Analisando as respostas, é possível concluir que o principal ponto levantado é a carência de formação continuada e treinamento para uso das soluções existentes.

Tabela 8 - Sugestões que facilitariam o uso das pranchas

13. O que você sugere que facilitaria o uso das pranchas para o processo educacional?	
Prof.	Resposta
1	Deve ser iniciado nos primeiros anos de vida da criança e dar continuidade na escola, junto à família.
2	Nesta instituição formação continuada no uso do recurso. Grupo de estudo da metodologia a ser usada na escola para estudantes com autismo.
3	Capacitação dos usuários.
4	Maior formação para utilizar o software.
5	O uso do notebook
6	Uso frequente e em todos os ambientes. Nessa instituição é necessário o apoio mais direcionado na formação do profissional e família.
7	Tornar o recurso para uso da prancha mais viável, sem a necessidade da internet
8	Uma aula só de computação
9	

Fonte: autoria própria

## 5 DISCUSSÃO

Neste capítulo, são discutidos os resultados da análise do novo projeto de Prancha de Comunicação - AMPLISOFT e comparados ao antigo projeto de Prancha Livre de Comunicação do Sistema AMPLISOFT (2003).

### 5.1 O PROJETO AMPLISOFT

O projeto AMPLISOFT desenvolvido em 2003 deixou disponível três *softwares* de comunicação alternativa e ampliada, sendo eles um teclado virtual, um editor de prancha e uma prancha de comunicação por imagem. Segundo relato dos professores entrevistados, o mais utilizado dentre os aplicativos de CAA que compõem o projeto AMPLISOFT é o Editor Livre de Prancha, que permite a criação de pranchas de comunicação para uso no formato impresso em salas de aula. O ponto principal de críticas à versão desenvolvida em 2003 é a falta de atualização do *software* após sua publicação.

O resultado apresentado para este item foi superado com a criação e publicação do Novo Editor Livre de Prancha de Comunicação. A nova versão do editor livre de prancha conta com uma base de mais de 2000 figuras ante as 764 figuras disponíveis na versão anterior. O novo editor permite a busca por palavras filtrando e facilitando a localização e a seleção das figuras, o seu antecessor dependia da navegação em diretórios e pastas do sistema operacional a fim de localizar a imagem desejada para inclusão na prancha de comunicação. O Novo Editor tornou-se a ferramenta padrão para criação de pranchas de comunicação para uso no meio impresso na escola onde foi feita a avaliação da solução.

A Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT, desenvolvida em 2003, também tem apresentado êxito de uso, oferecendo ao seu público alvo um *software* livre, com código fonte aberto e acesso irrestrito (JORDAN, MATIAS & NOHAMA, 2006). O seu funcionamento fora classificado como adequado despertando e prendendo atenção dos usuários, além de poder ser utilizada como ferramenta de comunicação e aprendizado, segundo Nohama, Matias & Jordan (2009). A Prancha desenvolvida e publicada em 2003 foi construída utilizando a linguagem de programação C++ e as figuras disponibilizadas em um conjunto de pastas classificadas em categorias sendo elas (Expressões Sociais, Pessoas, Substantivos, Verbos, Adjetivos, Miscelânea). Após a seleção de uma das opções, a prancha lista em ordem alfabética todas as imagens contidas no respectivo diretório, por

exemplo, selecionando o item “Verbos” são listadas todas as figuras que estão no diretório “Verbos” cabendo ao usuário da prancha de comunicação localizar a que deseja e, então, selecionar. Este formato é complexo do ponto de vista técnico operacional para o utilizador, considerando as 134 imagens existentes na versão do *software* desenvolvida em 2003, o usuário tem de navegar em até 22 pranchas para chegar até o item desejado se o verbo iniciar com as últimas letras do alfabeto visto que a disposição das figuras na prancha de comunicação ocorre pela ordem alfabética classificando de “a à z”. A Nova Prancha Livre de Comunicação - AMPLISOFT 2018 foi construída utilizando novas tecnologias disponíveis no mercado de *software* para desenvolvimento multiplataforma: a linguagem de programação utilizada C# utilizando Xamarin Forms e SQLite como banco de dados para catalogar as imagens da base de figuras.

A Nova Prancha Livre de Comunicação - AMPLISOFT 2018 possui dois formatos de inicialização do menu inicial para o utilizador da prancha, a primeira delas é similar a sua antecessora, contendo as classificações (Social, Pessoas, Verbos, substantivos, Descritivo, Miscelânea, Alfabeto). Neste quesito, ela se iguala à antecessora, pois permite trabalhar com a navegação de acordo com a classificação das figuras em categorias.

A diferença é que ela permite a reclassificação da categoria de cada uma das 2000 figuras disponíveis, podendo o professor reduzir o número de figuras disponíveis em cada categoria para simplificar a comunicação com seu aluno, ou até mesmo criar expressões que sejam de uso frequente e deixar estas disponíveis no menu “Social” como frases pré-programadas. A nova versão também permite ao professor a substituição, alteração, ou inclusão de um novo texto relacionado a figura. Com essa característica, buscou-se dar flexibilidade quanto ao conteúdo e forma de uso do *software*.

A segunda opção de inicialização da Nova Prancha Livre de Comunicação é a utilização de um *corpus* para predição das figuras para o usuário. Utilizando esta opção o *software* analisa o texto selecionado como *corpus*, gera uma base estatística da frequência de cada palavra contida após cada estado, apresentando no menu somente as figuras que representam início de frase no *corpus* carregado. A navegação e disposição das próximas figuras são geradas de maneira randômica: para a figura selecionada, o *software* analisa as possíveis ocorrências seguintes e lista um número reduzido de opções de seleção, simplificando a navegação nas pranchas e reduzindo o esforço para localização de figuras.

Durante a avaliação, observou-se a falta de familiaridade no uso de recursos tecnológicos avançados por parte dos professores, informação evidenciada nas questões 9,

10, 12 e 13 do questionário aplicado após o uso do novo AMPLISOFT. Dentro dessas questões, do tipo abertas, para que fossem descritos de modo textual as dificuldades encontradas, encontraram-se respostas como (uma aula só de computação; maior formação para utilizar o *software*; capacitação dos usuários), evidenciando a falta de conhecimento do uso de soluções digitais, observa-se ainda que a escola está focada no uso do modelo tradicional, usando pranchas impressas. De fato, as pranchas impressas são importantes e indispensáveis em casos específicos, mas com o avanço tecnológico e digital faz-se necessária a evolução das ferramentas, e também alfabetização digital dos educadores de modo mais efetivo, a fim de que possam usufruir dos recursos de alta tecnologia, os quais objetivam melhorar a qualidade de vida tanto dos alunos quanto dos professores. Houve dificuldades no entendimento do conceito da predição de figuras por parte do algoritmo baseado nos Modelos Ocultos de Markov. Dentro do grupo de professores surgiram as seguintes indagações: “a cada navegação a ordem das figuras é alterada”, ou “ as figuras não estão sempre na mesma posição”. Esta alteração de posicionamento das figuras decorre da atualização constante da frequência de uso de cada figura; a cada vez que o usuário cria uma frase, esta é adicionada na base de conhecimento do aplicativo, passando a fazer parte da estatística de predição de figuras, ou seja, se o usuário montar várias vezes, a frase “eu quero comer carne”, em um dado momento, o termo “carne” será posicionado como a figura mais importante para uso após a seleção da imagem relacionada a palavra “comer”, isso porque as figuras são exibidas em conformidade a frequência que são utilizadas.

A Nova Prancha Livre de Comunicação – AMPLISOFT difere da anterior também no requisito plataforma de uso. Enquanto a versão inicial funciona apenas em computadores com sistema operacional Windows, a nova versão manteve a compatibilidade com sistema operacional Windows mas adicionou a possibilidade de execução em *tablets* e em Smartphones com sistema operacional Android.

Os testes realizados pelos professores e alunos com a Nova Prancha utilizaram *tablets* da marca Multilaser de 7”, com tela sensível ao toque do tipo resistiva. O modelo usado em laboratório para desenvolvimento da solução foi um *tablet* da marca Samsung de 10”, com tela sensível ao toque do tipo capacitiva. O uso de um equipamento com baixa capacidade de processamento, tendo em vista o tipo de aplicação implementado, reduziu o desempenho do aplicativo produzindo, inclusive, alguns travamentos e aumento do tempo de resposta, conforme apontado pelo questionário no (Apêndice B) na análise das respostas das perguntas 10, 12 e 13. Infelizmente, a infraestrutura tecnológica das escolas públicas



sofre com equipamentos de baixa qualidade e com mau funcionamento dos mesmos, dado o tempo de uso, e a falta de manutenção e atualização.

## 5.2 RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

O uso de dois questionários sendo um antes do uso do novo AMPLISOFT e outro após o uso do novo AMPLISOFT, permitiu identificar características importantes para compilação dos resultados e análise e conclusão do porquê chegou-se a tal resultado, sendo ele bom ou ruim. Observa-se que o perfil das avaliadoras do novo AMPLISOFT é diferente do perfil esperado. Nota-se claramente a carência de educação digital, algumas não sabem nem mesmo utilizar o computador, outras apenas usam *tablets* e celulares para acesso de vídeos no “YouTube”. Frustrou as expectativas notar que dentro do grupo nove avaliadoras das quais a 78% com mais de seis anos de experiência na área da educação especial, apenas uma delas já avalia utilizado softwares de CAA como ETM, DoxVox, e outros. O perfil esperado era de professoras que com um bom conhecimento do uso de tecnologias assistivas, dada à existência de um leque de mais de 300 opções de softwares de comunicação alternativa e ampliada de alta tecnologia disponíveis na internet, e com um bom conhecimento de uso de computadores e *tablets*.

A questão de número 2 do questionário aplicado antes do uso do novo AMPLISOFT mostrou que algumas das participantes tinham um conhecimento muito superficial do que é CAA (Comunicação Alternativa e Ampliada), embora 78% tenham mais de seis anos de experiência atuando na educação especial. Esta questão apontou para uma deficiência na formação continuada dos professores que atendem a este grupo de alunos, a falta de cursos e treinamentos que apresentem os benefícios que podem ser obtidos usando ferramentas de alta tecnologia leva professores a terem resistência ao uso das soluções de alta tecnologia.

Observa-se ainda no questionário anterior ao uso do novo AMPLISOFT, que as principais estratégias pedagógicas utilizadas para se comunicar com os alunos são o uso de fotos, figuras, músicas e gestos, estratégias estas que podem ser melhor empregadas com o apoio das tecnologias assistivas.

O questionário presente no Apêndice B objetivou avaliar a facilidade proporcionada à comunicação usando a Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT, pois, com a nova técnica proposta de predição de figuras, facilita a localização de uma figura que

represente o desejo ou vontade do utilizador em dado momento. Não se encontrou na literatura teste semelhante a este para comparação do resultado.

A pergunta número 5 do questionário anterior ao uso do AMPLISOFT (Apêndice A), foi repetida na pergunta número 1 do questionário aplicado após o treinamento e uso do novo AMPLISOFT (Apêndice B). Observa-se que mesmo com as dificuldades encontradas para uso da solução devido limitações tecnológicas encontradas e conhecimento digital limitado por parte das professoras avaliadoras, a percepção das professoras quando aos contextos que pode ser aplicado e o uso de CAA para melhorar a comunicação com o aluno foi afetada em todos os pontos de modo positivo, a exemplo no item “para socializar” houve um saldo de 33,3% para 77,8%, um avanço de 44,5%. Dado que confirma os dados do questionário anterior ao uso do AMPLISOFT, evidenciado a falta de conhecimento prévio das soluções de CAA e os benefícios que podem ser obtidos com as soluções.

A pergunta número 3 avaliou a frequência de uso de pranchas de comunicação de baixa ou alta tecnologia, com o objetivo de medir se já utilizavam ou não a técnica. Após responder se já utilizavam pranchas de comunicação foi questionado sobre o grau de dificuldade de uso da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT. Observou-se que as avaliadoras tiveram dificuldades por falta de conhecimento de recursos de alta tecnologia e pela limitação imposta pelo equipamento disponível na escola. Dentro desta questão volta-se à avaliação pré-interventiva, onde se buscou avaliar se as professoras já conheciam ou usaram algum *software* de CAA anteriormente, como apenas 1 das professoras relatou ter feito uso de outros *softwares* anteriormente ao novo AMPLISOFT, não existiram dados que permitam as avaliadoras a comparação do grau de dificuldade de uso da Nova Prancha de Comunicação AMPLISOFT com outros *softwares*, deixando a resposta das professoras vinculadas apenas ao *software* avaliado.

Avaliando o conjunto de respostas apresentadas no questionário (Apêndice B) observou-se que a Nova Prancha não teve a aceitação prevista, pois foi considerada entre pouco difícil e muito difícil de ser utilizada por 77,7% dos utilizadores. Este dado pode ter sido comprometido pela qualidade do *hardware* disponível na escola para a realização dos ensaios, e pela falta de educação digital dos professores, que em sua maioria não fazem uso de soluções de alta tecnologia, dessa forma não tendo condições de avaliar se o *software* avaliado é mais fácil ou difícil de ser usado em comparação a outras soluções existentes.

As demais respostas às questões apresentadas no Apêndice B confirmam a importância do uso de ferramentas de comunicação alternativa e ampliada com alunos

portadores de NCC; todavia, o uso destes recursos é apontado como necessários desde os anos iniciais e deve ser usado não apenas nas escolas, mas também pelos familiares dos alunos, a fim de que se torne efetivo o interesse o resultado.

## 6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, identificou-se trabalhos que podem ser realizados de modo a contribuir com a evolução das ferramentas de comunicação alternativa e ampliada criadas desde o início do projeto AMPLISOFT, em 2003.

Esta pesquisa trabalhou com o vínculo direto das palavras extraídas do texto de forma unitária a figuras, de modo que cada figura correspondesse com uma palavra predita pelo algoritmo markoviano. Embora funcional, o método estudado evidenciou-se na validação, usando o protocolo descrito anteriormente, que existe a possibilidade de trabalhar com textos e frases contendo sentimentos e não apenas palavras associadas às figuras. Como trabalho futuro objetivando melhoramento da técnica e avanço das soluções de comunicação alternativa e ampliada evidencia-se a viabilidade de criar uma rede neural artificial capaz de considerar as variáveis do contexto onde se encontra o usuário, para que as figuras sejam preditas representando desejos e frases completas, não apenas palavras. Descrevendo em um exemplo prático de contexto, o algoritmo criado para o *software* deverá ser capaz de avaliar o local em que se encontra o usuário, horário, clima tempo, histórico das últimas iterações, nível de ruído do ambiente, entre outros elementos do contexto do usuário, e com base em um modelo de aprendizado de máquina, o algoritmo do aplicativo deverá sugerir figuras que se encaixem com as necessidades desse usuário para cada momento em que ele se encontra, com base nos elementos históricos de sua rotina, atuando como a figura de um assistente virtual do deficiente.

A avaliação da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT junto aos professores da área de Educação Especial deixou clara também a necessidade da realização uma pesquisa que busque identificar, definir e criar um modelo adequado às técnicas de ensino e aprendizagem para inclusão das ferramentas e CAA nas escolas. Comprovou-se que a falta de habilidade e prática com o uso de recursos de tecnologia sejam eles *tablets* ou computadores por parte de professores gera uma barreira para aplicação e uso de ferramentas de CAA de alta tecnologia.

De modo resumido, estão elencadas algumas das possibilidades de trabalhos relacionados que podem contribuir para o avanço e melhoria das soluções de comunicação alternativa e ampliada existentes:

1. Avaliar e ampliar a lista as palavras e figuras dicionarizadas criando um conjunto de *corpus* para uso em diferentes contextos, a exemplo: escola, com a família, no shopping, no parque e outros que possam facilitar a interação no ambiente social em que se encontra o deficiente;
2. Analisar e criar um modelo padrão de implementação de ferramentas de CAA nas escolas, considerando cursos, tempo de treinamento, e indicando o formato adequado de aplicação das técnicas para que o resultado seja alcançado;
3. Criar uma rede neural artificial (RNA) para atuar como assistente do deficiente, gerando a predição de elementos necessários à comunicação com base no contexto em que se encontra o usuário e os exibindo na tela na forma de uma prancha de comunicação por imagem.

## 7 CONCLUSÕES

A comunicação é um dos elementos fundamentais para que um indivíduo tenha autonomia, independência e autoestima elevada; para que seu ambiente familiar seja positivo, animador e maximamente saudável; e para consiga seja plenamente incluído na sociedade. Considerando os benefícios gerados pela capacidade de se comunicar, pesquisadores do mundo todo têm trabalhado na criação de ferramentas auxiliares e complementares de comunicação, não objetivando substituir mas propiciar, facilitar e ampliar os meios de comunicação para aquelas que apresentam deficiências ou mesmo impossibilidade de se comunicar autonomamente.

Nesta pesquisa, buscou-se melhorar um meio de comunicação alternativa já utilizada ao longo do tempo: as pranchas de comunicação. Em 2003, foi criado um conjunto de aplicativos de CAA como parte do projeto AMPLISOFT, baseado nas soluções criadas à época. Procurou-se melhorar a técnica utilizada naquela Prancha Livre de Comunicação, buscando reduzir o esforço do usuário e prover uma maior facilidade no uso da solução.

Pode-se considerar que o principal objetivo deste trabalho, de desenvolver uma prancha de comunicação por figuras com predição de palavras, a fim de acelerar a seleção de informação e minimizar o esforço do usuário para efetivar a comunicação foi alcançado com criação da Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT.

A solução criada para atender aos alunos da educação especial com NCC manteve os recursos da sua versão original e ampliou a possibilidade de acesso, podendo, a partir da versão desenvolvida no decorrer desta pesquisa, ser utilizada também em *tablets* e *smartphones* com sistema operacional Android.

Com a implementação do algoritmo de predição de palavras associando-as a figuras dicionarizadas, o número de elementos que o usuário precisa percorrer para localizar uma figura que demonstre o objeto que deseja comunicar foi reduzido, na versão anterior do software, ao procurar uma figura que estivesse na categoria de “substantivos” havia um lista com 374 figuras organizadas em ordem alfabética, na nova versão o algoritmo implementado faz o filtro mostrando na interface para o usuário apenas as figuras que estão associadas ao contexto do *corpus* de comunicação selecionado.

O algoritmo implementado nesta pesquisa para predição de palavras com base na última palavra selecionada, mostrou-se eficiente nos ensaios realizados. O filtro aplicado

pelo algoritmo para prever as palavras seguintes ao estado atual respeita a frequência em que os termos aparecem no texto usado como *corpus*. O modelo também é atualizado com base na experiência do usuário, ou seja, a cada iteração concluída pelo usuário o modelo passa a contar com este dado para uma classificação e predição futura.

O *corpus* criado a partir de uma coletânea de 90 textos selecionados no Portal São Francisco ([www.portalsaofrancisco.com.br](http://www.portalsaofrancisco.com.br)), mostrou-se ineficiente uma vez que parte dos termos listados no texto não estão contidos na lista de figuras dicionarizadas, gerando uma lista vazia de figuras preditas. Em se tratando de predição de textos, o funcionamento do algoritmo é adequado, pois consegue prever os estados futuros adequadamente; todavia, em se tratando de filtrar e associar o texto a figuras não cumpriu com os requisitos de usabilidade. Para este ponto, identificou-se que o funcionamento adequado ocorreu com textos criados especificamente para cada contexto de uso da ferramenta, como foi o caso de 3 exemplos de “*corpus*” listados para demonstração da ferramenta.

A Nova Prancha Livre de Comunicação AMPLISOFT, fruto desta pesquisa, implementou o algoritmo de predição de palavras para predição de figuras cumprindo os requisitos de usabilidade, pode-se também concluir que o *software* objeto de estudo desta pesquisa deixou disponível um novo modelo de *software* de CAA para uso de pranchas de comunicação com figuras. Até a data desta pesquisa, não foi localizado na literatura nenhum *software* de prancha de comunicação que use um algoritmo de predição de palavras para filtro e listagem das figuras similar ao desenvolvido nesta pesquisa, sendo este o primeiro a testar a técnica de prancha de comunicação por imagem empregando predição de palavras.

Os resultados coletados para o *software* e algoritmo de predição desenvolvidos nesta pesquisa por meio do questionário (Apêndice B) mostram que não houve uma aceitação completa por parte dos alunos e professores; ambos mostraram dificuldades no uso, e certo desconforto no uso do *tablet*; este pode estar relacionado à falta de experiência no uso de mecanismos de CAA ou à implementação de uma técnica nunca utilizada anteriormente em pranchas de comunicação, a predição de figuras. De acordo com os resultados *in vivo*, observou-se que 44% dos professores participantes da pesquisa não conheciam CAA, sendo que apenas um dos participantes conseguiu listar ao menos um *software* de CAA de alta tecnologia que já havia utilizado anteriormente, tendo esses maior dificuldade para entendimento do conceito e forma de funcionamento da solução. Logo, são necessários testes mais aprofundados por maior período de tempo para que seja aceita ou refutada de

maneira efetiva a técnica apresentada nesta pesquisa. Considerando os resultados obtidos com a avaliação da nova prancha livre de comunicação usando o protocolo *in vivo* com alunos da educação especial, conclui-se que a nova prancha livre de comunicação é razoavelmente fácil de ser aprendida, todavia, para que o uso seja efetivo o tempo de aprendizado e treino com os alunos precisa ser superior ao utilizado nos ensaios aplicados neste projeto, bem como precisa ser utilizada também pelos familiares do aluno para que possa ser entendido pelo aluno o objetivo da ferramenta e suas características de funcionamento, isso devido ao fato das figuras mudarem de posição ou serem substituídas por outras figuras a cada interação com a prancha de comunicação.

Desta forma, com base na literatura citada neste trabalho, a importância social das inclusões digital e social, aponta-se a importância de agregar aos sistemas de comunicação ferramentas que possam ser complementares à comunicação e possam ajudar pessoas desprovidas da fala e coordenação motora a se comunicarem, permitindo, desta forma, proporcionar maior autonomia às pessoas que não conseguem se comunicar com as outras pessoas.



## REFERÊNCIAS

AMPLISOFT. Projeto Amplisoft .Disponível em: <<http://www.ler.pucpr.br/amplisoft/>>. Acesso em: 01/09/2019

ASHA 2017. Practice Implications for ASHA's Position Statements on Facilitated Communication (FC) and the Rapid Prompting Method (RPM): FAQs. 2017, disponível em: <https://www.asha.org/SLP/FC-and-RPM-FAQs/> Acesso em 02 Dezembro. 2019.

BANDEIRA, F. M.; FARIA, P.F.; ARAUJO, B. A. Quality assessment of in-hospital patients unable to speak who use alternative and extended communication. Einstein [2011], p 477-82. ISSN 2317-6385

BOARDMAKER. Software Boardmaker. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/ca.html#bm>>. Acesso em: 01/09/2019

BORTAGARAI, F.; RAMOS, A. P. A. Comunicação Suplementar e/ou alternativa na sessão de fisioterapia. Revista CEFAC, v. 15, n. 3, p. 561–571, 2013.

BRASIL 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Acesso em: 02 Dezembro 2019.

CESA, C. C.; RAMOS-SOUZA, A. P.; KESSLER, T. M. Novas perspectivas em comunicação suplementar e/ou alternativa a partir da análise de periódicos internacionais. Revista CEFAC, v.12, n. 5, p. 870–880, 2010.

CHIARI, B.M.; GOULART, B.N. “The role of research methodology in the rational use of technology in monitoring and preventing communication disorders”. An. Acad. Bras. Cienc., v. 81, n. 3, p. 497-502, 2009.

GASPERIN, C.V., LIMA, V.L.S. Fundamentos do Processamento Estatístico da Linguagem Natural. PUCRS: Technical Report Series, n.21, 2001.

GHODA, A. NANAVATY, J. Windows 8 MVVM Patterns Revealed Covers both c# and JavaScript. 2012, ISBN10 1430249080

GLENNEN S. L. , DECOSTE D. C. Handbook of Augmentative and Alternative Communication. Cengage Learning, Ed. 1996, 97 p. ISBN 1-56593-684-1

GODOY, V.B.; FAIAD, L.N.; MACHADO, M.A.; CRENITTE, P.A.; LAMÔNICA, D.A.; HAGE, S.R. Legislação brasileira e a inclusão escolar de indivíduos com distúrbios da comunicação. Revista CEFAC, v. 21, n.3, 2019.

HENZEN, F. A. Acessibilidade ao Computador para Portadores de Paralisia Cerebral. Dissertação de Mestrado, UTFPR, 2003.

JOHNSON, R. Guia dos Símbolos de Comunicação Pictórica. Porto Alegre: Clik, 1998

JORDAN M. Predição de palavras baseada em modelos ocultos de Markov. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, 2007.

JORDAN, M., MATIAS, D.H., NOHAMA, P. Amplisoft: Comunicação Alternativa para Todos. Anais do IV Congresso Iberoamericano sobre Tecnologias de Apoio a Portadores de Deficiência. Vitória: Copigraf, fev., 2006

KEPLER, F. N. Modelagem de Contextos Para Aprendizado Automático Aplicado à Análise Morfossintática. Tese Doutorado, USP, 2010.

LUCCHINI F. L. P. Controle do computador usando movimentos do corpo, identificados por um adesivo, capturados por uma câmera de vídeo webcam. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2001 3 p.

LÚCIO, G.S.; PERILO, T.V.; VICENTE, L.C.; FRICHE, A.A. Impacto dos distúrbios da fala na qualidade de vida: proposta de questionário. CoDAS, v. 25, n.6, p. 610- 613, 2013.

MANZINI E. J., DELIBERATO D. Recursos para comunicação alternativa. DF, 2004, 3 p. ISBN 85-86738-26-3

MVVM. Entendendo o Pattern Model View ViewModel MVVM. Disponível em:<<https://www.devmedia.com.br/entendendo-o-pattern-model-view-viewmodel-mvvm/18411>>. Acesso em: 01/09/2019

NIDCD-USA. National Institute On Deafness And Other Communication Disorders. 2018. Disponível em <<https://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/quick-statistics-voice-speech-language>>. Acesso em 02 Dezembro. 2019.

ADAMI, A. Telas Resistivas e Capacitivas. Disponível em <<https://www.infoescola.com/electronica/telas-resistivas-e-capacitivas/>>; Acesso em 29 Dezembro 2019.

NOHAMA, P.; MATIAS, D. H.; JORDAN, M. Comunicação Alternativa e Ampliada Para o Brasileiro. ABPEE, Edição 1, Volume 2, 2009. (p. 29-45) ISBN 978-85-99643-17-4

NUNES, L. R. O. P (2003). Favorecendo o desenvolvimento da comunicação em crianças e jovens com necessidades especiais. Rio de Janeiro: Dunya, 2003, ISBN: 8586558222

OLIVEIRA, L.; SOUSA, E. Brincar para Comunicar: A ludicidade como forma de Socialização das Crianças. Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste – São Luis, MA, 2008

PCS. PCS - Picture Communication Symbols. Disponível em:<<http://www.assistiva.com.br/ca.html#ssg>>. Acesso em: 01/09/2019

PELOSI, B. M. Software Comunique – Software de Comunicação. IV Congresso RIBIE, Brasília 1998

PELOSI, M.B., & BORGES, J.A. (2015). Prancha Fácil: uma nova abordagem para a produção de pranchas para comunicação alternativa. ResearchGate. DOI 10.13140/RG.2.1.3399.7286.

PICTO4ME. Software Picto4Me. Disponível em:<<https://www.picto4.me/site#product>>. Acesso em: 04/12/2019

ROTH. Novo Editor Livre de Prancha de Comunicação - Amplisoft. Disponível em: <<http://www.projetoamplisfot.com.br/>>. Acesso em: 01/09/2019

SCHIRMER, R. C.; BROWNING, N.; BERSCH, R. DE C. R.; MACHADO, R. Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado. SEESP / SEED / MEC. Brasília/DF – 2007

SOMMERVILLE, IAN. Engenharia de Software / Ian Sommerville. Tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves; revisão técnica Kechi Hiramã. — 9. ed. — São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN 978-85-7936-108-1

SOUZA, M.C.D.; GOMES, C. Neurociência e o déficit intelectual: aportes para a ação pedagógica. Rev. psicopedag., São Paulo , v. 32, n. 97, p. 104-114, 2015 . Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862015000100011&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862015000100011&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 02 dez. 2019.

SQLITE. About SQLite. Disponível em:<<https://www.sqlite.org/about.html>>. Acesso em: 01/09/2019

TOBII. Software Communicator 5. Disponível em: <<https://www.tobiidynavox.com/software/windows-software/communicator-5>>. Acesso em: 04/12/2019

TOEREY, T.; LIGHTSOTNE, S.; NADEUA, T. JAGADISH, H.V. Projeto e Modelagem de Banco de Dados. Elsevier; Edição: 2ª , 2013. ISBN-10: 8535264450

## APÊNDICE A - Questionário Anterior à Utilização do AMPLISOFT

Conforme combinado no termo de consentimento livro e esclarecido, esse questionário deverá ser respondido para a realização da pesquisa. Lembre-se que o conteúdo aqui inserido é confidencial e não acarretará em nenhum prejuízo para sua pessoa. Você tem direito a se retirar da pesquisa a qualquer momento, sem ônus.

Obrigada por participar.

**Idade:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** ( ) F ( ) M

### Escolaridade:

- ( ) Ensino Fundamental
- ( ) Ensino Médio
- ( ) Magistério
- ( ) Ensino Superior – qual curso? \_\_\_\_\_

### Para que turmas você leciona?

- ( ) Educação infantil – creche
- ( ) Educação infantil – pré-escola
- ( ) Ensino fundamental – anos iniciais
- ( ) Ensino fundamental – anos finais
- ( ) Ensino médio

### Em que modalidade você atua?

- ( ) educação regular – professor titular
- ( ) educação regular – professor tutor
- ( ) educação regular – sala de recursos
- ( ) educação especial
- ( ) EJA
- ( ) outros \_\_\_\_\_

Faixa etária de seus alunos: ( ) 0 a 3 anos ( ) 4 a 5 anos ( ) 6 a 8 anos ( ) 9 a 10 anos ( ) 11 a 14 anos ( ) 15 a 18 anos ( ) 18 a 65 anos ( ) 65 anos ou mais

Tipo de necessidade dos seus alunos

- ( ) Deficiência física neuromotora (como paralisia cerebral, lesão medular, distrofias)

- Deficiência intelectual
- Deficiência múltipla
- Deficiência auditiva
- Dificuldades de aprendizagem (como dislexia, disgrafia, TDAH)

Qual o tipo de escola você trabalha

- Privada
- Pública
- ONG

Quantos alunos que necessitam de auxílio especial? \_\_\_\_\_

Tempo de atuação:  0 a 5 anos  6 a 10 anos  11 a 20 anos  acima de 20 anos

**1. Você já conhece Comunicação alternativa e ampliada (CAA)?**

- Sim  Não

**2. Descreva em poucas palavras o que é a CAA para você?**

---

---

---

---

**3. Já fez uso de alguma tecnologia assistiva?**

- Sim  Não

Qual? \_\_\_\_\_

**4. Quais estratégias pedagógicas já utilizou como formas diversas de se comunicar com o seu aluno?**

- Gestos
- Músicas
- Figuras
- Fotos
- Comunicação Alternativa e Ampliada
- Objetos
- Outros?

Qual? \_\_\_\_\_

**5. Assinale em qual contexto acredita ser necessária a CAA?**

- Para educação
- Para alfabetização
- Para se socializar
- Para autonomia
- Para se comunicar com a família
- Para se comunicar com os amigos
- Para se comunicar na escola
- Para o desenvolvimento enquanto cidadão

**6. De 0 a 5, sendo 0: pouco importante e 5: muito importante, qual a importância do brincar para a comunicação da criança?**

- 0     1     2     3     4     5

**APÊNDICE B – Questionário Posterior à Utilização do AMPLISOFT**

Você terminou sua participação no estudo! Muito obrigada, agora temos mais algumas perguntas para que possamos melhorar a utilização do Amplisoft.

**1. Assinale em qual contexto acredita ser necessária a CAA?**

- Para educação
- Para alfabetização
- Para se socializar
- Para autonomia
- Para se comunicar com a família
- Para se comunicar com os amigos
- Para se comunicar na escola
- Para o desenvolvimento enquanto cidadão

**2. De 0 a 5, sendo 0: pouco importante e 5: muito importante, qual a importância do brincar para a comunicação da criança?**

- 0     1     2     3     4     5

**3. De 0 a 5, sendo 0: nunca e 5: sempre, com que frequência utiliza a prancha de comunicação?**

- 0     1     2     3     4     5

**4. De 0 a 5, sendo 0: muito fácil e 5: muito difícil, como é utilização da Prancha de Comunicação?**

- 0     1     2     3     4     5

**5. De 0 a 5, sendo 0: muito fácil e 5: muito difícil, como é a sua comunicação com seu aluno?**

- 0     1     2     3     4     5

**6. De 0 a 5, sendo 0: nunca sei o que fazer e 5: sempre sei o que fazer, você sabe como ajudar seu aluno quando ele quer se comunicar?**

0    1    2    3    4    5

**7. De 0 a 5, sendo 0: muito fácil e 5: muito difícil, como considera que foi para a criança aprender a utilizar a prancha?**

0    1    2    3    4    5

**8. De 0 a 5, sendo 0: muito fácil e 5: muito difícil, como considera que é para ele entender o que você fala?**

0    1    2    3    4    5

**9. Quem você considera que deve ensinar/dar suporte para o ensino do aluno a utilizar a comunicação por pranchas?**

- Escola
- Família
- Professor
- Serviço terceirizado
- Estado
- Equipe terapêutica

**10. Quais as dificuldades que você já teve no uso da comunicação alternativa e ampliada (CAA)?**

---

---

**11. Quem você considera que pode auxiliar na comunicação do seu aluno?**

- Colegas de classe
- O professor
- Outros professores
- Familiares
- Outros \_\_\_\_\_

**12. Descreva uma situação que você passou com a utilização do software a qual considera que foi difícil para a comunicação com a criança.**

---



**13. O você sugere que facilitaria o uso das pranchas para o processo educacional?**

---

---

---

## APÊNDICE C – Algoritmo predição de palavras Markov HMM

**// Classe Child**

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
```

```
namespace Amplisoft.Markov
```

```
{
    public class Child
    {
        public int Occurrence { get; set; }
        public String Word { get; set; }
    }
}
```

**// Classe RootWord**

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
```

```
namespace Amplisoft.Markov
```

```
{
    class RootWord
    {
        public Boolean StartWord { get; set; }

        public Boolean EndWord { get; set; }
    }
}
```

```

public String Word { get; set; }

public int Occurrence { get; set; }

public int ChildCount { get; set; }

public Dictionary<string, Child> Childs { get; set; }
}
}

// Implementação algoritmo MarkovChain
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Text.RegularExpressions;
using System.Threading.Tasks;

namespace Amplisoft.Markov
{
    class MarkovChain
    {
        public Boolean NextIsStart { get; set; }
        public List<String> Tokens { get; set; }
        public List<String> startindex { get; set; }
        public Boolean FSortWordsByFrequence { get; set; }
        public Dictionary<String, RootWord> Words { get; set; }

        public MarkovChain()
        {
            Words = new Dictionary<string, RootWord>();
            Tokens = new List<String>();
        }
    }
}

```

```

        startindex = new List<string>();
    }

    public List<Child> GetChilds(RootWord RootWord)
    {
        List<KeyValuePair<String, Child>> ListChilds;
        ListChilds = new List<KeyValuePair<String, Child>>(RootWord.Childs);
        ListChilds.Sort((x, y) => x.Value.Occurrence - y.Value.Occurrence);
        var b = new List<Child>();
        foreach (KeyValuePair < String, Child > Wc in ListChilds)
        {
            b.Add(Wc.Value);
        }

        var d = b.OrderByDescending(x => x.Occurrence).ToList< Child > ();

        return d;
    }

    private List<string>getListTokens(string txt)
    {
        List<string> list = new List<string>();
        var tks = Regex.Split(txt, " ");
        foreach(string element in tks)
        {
            list.Add(element);
        }
        return list;
    }

    public void Load(String Text)
    {

```

```
int i;
string s1;
RootWord w;
Child c;

Words.Clear();
Tokens.Clear();
Tokens = getListTokens(Text);

for (i = 0; i < Tokens.Count - 1; i++)
{
    s1 = (Tokens[i]);
    if ( s1 == "" )
        continue;
    w = new RootWord();
    w.Childs = new Dictionary<string, Child>();
    c = new Child();

    if (Words.ContainsKey(s1))
    {
        if (i < Tokens.Count - 1)
        {
            w = Words[s1];
            w.Occurrence = w.Occurrence + 1;
            if (i < Tokens.Count - 1)
            {

                if (NextIsStart)
                {
                    w.StartWord = true;
                    NextIsStart = false;
                    startindex.Add(s1);
                }
            }
        }
    }
}
```

```

    }
    if (w.Chlds.ContainsKey(Tokens[i + 1]))
    {
        c = w.Chlds[Tokens[i + 1]];
        c.Occurrence = c.Occurrence + 1;
        w.Chlds.Remove(Tokens[i + 1]);
    }
    else
    {
        c.Word = Tokens[i + 1];
        c.Occurrence = 1;
    }
    w.ChildCount = w.ChildCount + 1;
    w.Chlds.Add(Tokens[i + 1], c);
    Words.Remove(s1);
    Words.Add(s1, w);
}
}
else
{
    if (i == 0)
    {
        w.StartWord = true;
        startindex.Add(s1);
    }
    w.Word = Tokens[i];
    w.Occurrence = w.Occurrence + 1;
    if ( i < Tokens.Count - 1 )
    {
        c.Word = Tokens[i + 1];
        w.Occurrence = w.Occurrence + 1;
        w.Chlds.Add(Tokens[i + 1], c);
    }
}
}

```

```
w.ChildCount = w.ChildCount + 1;

}
else
    w.EndWord = true;

if (s1.Substring((s1.Length - 1), 1) == ".")
{
    w.EndWord = true;
    NextIsStart = true;
}
else if (NextIsStart)
{
    w.StartWord = true;
    NextIsStart = false;
    startIndex.Add(s1);
}
Words.Add(s1, w);
}

}
}
}
```

**ANEXO I - Documento de Aprovação do Projeto de Pesquisa no Comitê de Ética**





Comitê de Ética  
em Pesquisa da  
PUCPR

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO PARANÁ - PUC/  
PR



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

**Pesquisador:** Percy Nohama

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 00765018.3.0000.0020

**Instituição Proponente:** Pontifícia Universidade Católica do Parana - PUCPR

**Patrocinador Principal:** Fundação Araucária  
FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP  
MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.402.141

#### Apresentação do Projeto:

O Amplisoft é um conjunto de softwares para comunicação alternativa e ampliada (CAA) desenvolvido e que tem como objetivo ajudar na comunicação, educação e formação cidadã de pessoas de diversas idades com necessidades complexas de comunicação e que tenham ou não deficiência motora associada. Embora o Amplisoft exista desde 2002, ainda não houveram testes para comprovar sua eficácia. Por isso, esse estudo tem como objetivo principal avaliar a eficácia do Amplisoft como ferramenta de apoio a professores no processo de ensino aprendizagem de pessoas com deficiência e/ou transtornos de aprendizagem com necessidades complexas de comunicação. Para isso, será realizado um estudo longitudinal, para a avaliação da utilização deste software no contexto educacional. A pesquisa será realizada com professores da rede básica de ensino. A primeira etapa será uma avaliação pré-interventiva a qual será utilizado um questionário estruturado com perguntas abertas e fechadas, com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos profissionais de educação a respeito de softwares para a CAA. Os professores, então passarão por um treinamento e utilizarão o AMPLISOFT por no mínimo 10 sessões e um mes (tendo que ser atendidos ambos os critérios) e serão reavaliados. Esta avaliação pós-intervenção visa a repetição do questionário aplicado na primeira etapa para comparar os

**Endereço:** Rua Imaculada Conceição 1155

**Bairro:** Prado Velho

**CEP:** 80.215-901

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3271-2103

**Fax:** (41)3271-2103

**E-mail:** nep@pucpr.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa da  
PUCPR

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO PARANÁ - PUC/  
PR



Continuação do Parecer: 3.402.141

dados coletados, em resposta ao objetivo geral do projeto. Com essa pesquisa, espera-se confirmar as potencialidades da utilização desse software e também propor melhorias para sua continuidade como uma ferramenta útil.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

De acordo com o descrito no PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1231821.pdf, encaminhado em 08/10/18, os objetivos deste projeto de pesquisa são:

Objetivo Primário: Avaliar a eficácia do Amplisoft como ferramenta de apoio a professores no processo de ensino aprendizagem de pessoas com deficiência e/ou transtornos de aprendizagem com necessidades complexas de comunicação.

Objetivos Secundários: Avaliar o perfil dos professores usuários do Amplisoft; Coletar dados para aperfeiçoamento do Amplisoft.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

De acordo com os descritos no PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1231821.pdf, encaminhado em 08/10/18, os riscos e benefícios do projeto são:

Riscos: "Como risco, destacamos a possibilidade do voluntário não conseguir utilizar o sistema, o que pode causar frustração, irritação pelo insucesso e constrangimento frente aos pesquisadores. Também há uma mínima chance de risco físico, não maior do que o risco cotidiano ao se utilizar de dispositivos eletrônicos".

Benefícios: " Os professores que participarão da pesquisa terão como benefício o conhecimento de como usar mais essa tecnologia assistiva, podendo ser usada como método de comunicação alternativa e ampliada e como material de suporte ao processo de ensino aprendizagem".

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa de relevância acadêmico-científica.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Instrumento de coleta de dados (questionário) foi adequadamente apresentado.

Modelo de autorização foi adequadamente apresentado.

TCUD foi apresentado.

TCLE foi encaminhado, mas necessita de adequações.

#### **Recomendações:**

Recomenda-se que:

1. De acordo com a Resolução CNS N° 466 de 2012, item IV.5.d, deve constar no TCLE "o endereço e contato telefônico ou outro, dos responsáveis pela pesquisa e do CEP local". Portanto,

**Endereço:** Rua Imaculada Conceição 1155

**Bairro:** Prado Velho

**CEP:** 80.215-901

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3271-2103

**Fax:** (41)3271-2103

**E-mail:** nep@pucpr.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa da  
PUCPR

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO PARANÁ - PUC/  
PR



Continuação do Parecer: 3.402.141

telefones de todos os pesquisadores devem ser descritos no TCLE.

2. Substituir o termo SUJEITO de pesquisa por PARTICIPANTE da pesquisa, nos espaços de rubrica e assinatura.

### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto de pesquisa apresenta-se em consonância com a Res. 466/12.

### Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEPPUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1231821.pdf	06/06/2019 13:47:14		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoAMPLISOFTTEABA.pdf	06/06/2019 13:47:01	Mariana de Mello Gusso	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCUD3.pdf	06/06/2019 13:45:15	Mariana de Mello Gusso	Aceito
Outros	questionarioAmplisoft.docx	24/04/2019 18:46:58	Mariana de Mello Gusso	Aceito
Outros	questionarioTEAba.docx	24/04/2019	Mariana de Mello	Aceito

**Endereço:** Rua Imaculada Conceição 1155

**Bairro:** Prado Velho

**CEP:** 80.215-901

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3271-2103

**Fax:** (41)3271-2103

**E-mail:** nep@pucpr.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa da  
PUCPR

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO PARANÁ - PUC/  
PR



Continuação do Parecer: 3.402.141

Outros	questionarioTEAba.docx	18:46:30	Gusso	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEAMPLISOFT.docx	24/04/2019 18:44:28	Mariana de Mello Gusso	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLETEAba.docx	24/04/2019 18:44:20	Mariana de Mello Gusso	Aceito
Brochura Pesquisa	projetoAMPLISOFTTEABA.docx	24/04/2019 18:43:50	Mariana de Mello Gusso	Aceito
Folha de Rosto	20181004094445502.pdf	08/10/2018 10:45:30	Mariana de Mello Gusso	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 19 de Junho de 2019

---

**Assinado por:**  
**NAIM AKEL FILHO**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Imaculada Conceição 1155

**Bairro:** Prado Velho

**CEP:** 80.215-901

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3271-2103

**Fax:** (41)3271-2103

**E-mail:** nep@pucpr.br