

INTERFACE DE USUÁRIO TANGÍVEL PARA TRABALHAR COM O PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO FURBOT

Jonathan Michels Kuntz, Dalton Solano dos Reis – Orientador

Curso de Bacharel em Ciência da Computação

Departamento de Sistemas e Computação

Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil

jonathan.michels7@gmail.com, dalton@furb.br

Resumo: Este artigo apresenta o processo de desenvolvimento de um módulo que tem como objetivo auxiliar o aprendizado computacional com interface tangível no FURBOT, assim proporcionando a imersão do usuário na resolução dos exercícios e aumentar a usabilidade nas instituições de ensino. Desenvolvido utilizando a plataforma Unity com scripts em C#. Para realizar o processamento de imagem das peças, fazendo assim a interação do mundo real com o mundo digital, foi utilizado a biblioteca OpenCV. A aplicação está disponível para plataforma Android. Foi possível alcançar bons resultados, conseguindo reconhecer as peças posicionadas no mundo real para o mundo digital, tendo algumas limitações. Sendo assim é possível utilizar a mesma nos ambientes escolares, mas controlando as limitações, prevenindo assim o mal funcionamento da aplicação.

Palavras-chave: Interface de usuário tangível. Pensamento computacional. FURBOT.

1 INTRODUÇÃO

Os últimos anos tem sido marcado em nosso país e no mundo por mudanças educacionais em que a predominância do uso de novas tecnologias tem se destacado (DINIZ, 2001). Para Koch (2013, p.11), “a educação se depara com um duplo desafio: adaptar-se aos avanços das tecnologias e orientar o caminho de todos para o domínio e a apropriação crítica desses novos meios”. Segundo Thoaldo (2010, p.9), “a educação no mundo de hoje tende a ser tecnológica, por isso, exige entendimento e interpretação, tanto dos professores quanto dos alunos em relação a essas novas tecnologias”. Com as novas tecnologias de comunicação e informação, não se pode ignorar os avanços tecnológicos, em que se tem uma nova cultura educacional (SCHMITT, 2009).

Conforme Tolentino (2013, p.20), “os alunos dentro do contexto escolar utilizam essas tecnologias o tempo todo, na hora da entrada, no intervalo na hora da saída e possível observar os alunos com celulares, tablet e computadores portáteis”. Segundo Otto (2016, p.6), “apesar de todas as vantagens oferecidas, deve-se também analisar a forma que as tecnologias nas escolas devem ser introduzidas e os limites que devem ser respeitados”. Alguns professores ainda acabam tendo receio quando se fala de introduzir as tecnologias no ambiente escolar.

Um dos benefícios que a introdução da tecnologia na escola poderia trazer é trabalhar com o pensamento computacional. Ignácio (2018) afirma que o pensamento computacional que pode fazer com que as pessoas, ao atuarem nas diversas áreas, tenham maior facilidade para organizar o pensamento, para assim resolver problemas e trabalhar de forma colaborativa. Para Blikstein (2008, p.1), “pensamento computacional é saber usar o computador como um instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional humano”.

Diante do assunto abordado, este trabalho tem como objetivo criar um módulo para utilização de interface tangível no FURBOT, assim proporcionando a imersão do usuário na resolução dos exercícios trabalhando com pensamento computacional. Os objetivos específicos são: permitir o usuário visualizar as peças identificadas pela aplicação; aplicação deve movimentar o robô seguindo a sequência de peças definidas no mundo real.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os aspectos teórico para o desenvolvimento desta aplicação. Na primeira seção vai ser abordado brevemente os conceitos base para o desenvolvimento da aplicação. Na segunda seção apresenta a versão anterior do FURBOT. Na terceira seção são apresentados três trabalhos correlatos a este artigo.

2.1 CONCEITOS

Este capítulo descreve os dois principais assuntos abordados no desenvolvimento da aplicação: Interfaces de usuário tangível, pensamento computacional.

2.1.1 Interfaces de usuário tangível

Interface de usuário tangível (*tangible user interfaces* - TUI) é a interação com objetos virtuais que ocorre utilizando objetos localizados no “mundo real”, podendo ser meios de entrada ou saída (JORGE, 2012). Esses objetos do mundo real podem ser um cubo, bola copo ou qualquer objeto do uso do dia a dia. Jorge (2012, p.21) diz que, “quando qualquer objeto sendo rastreado pelo sistema é manipulado por usuário, a alteração sofrida pelo objeto é

1 Interface de Usuário Tangível

2 Notei que alteraste um pouco os objetivos específicos ...

- a) disponibilizar a programação dos movimentos dos robôs com interface usuário tangível;
- b) disponibilizar interface 2D com a programação informada pelo usuário;
- c) disponibilizar a simulação dos movimentos do robô;
- d) criar as peças de ações para utilizar na aplicação.

3 seção se aborda brevemente

4 aplicação, Interface de Usuário Tangível e Pensamento Computacional.

5 Remover ... desnecessário em um artigo.

6 2.1

7 Interface de Usuário Tangível

8 Tangible User Interfaces

9 Arrumar, aparece dois tipos de aspas duplas diferentes.

10 bola, copo

1	Iniciar o item com letra
2	Terminar a frase com
3	Terminar a frase com
4	Iniciar o item com letra
5	Iniciar o item com letra
6	Formato errado dos
7	Interface de Usuário
8	Tangível
9	Não criar sub-seção.
10	classe definidas
11	metáfora e personificação. A
12	possível. E a de
13	Lembre de na seção de Resultados comentar qual tipo de parâmetro estais usando no seu
14	A classe metáfora pode
15	Iniciar o item com letra
16	Terminar a frase com
17	Iniciar o item com letra
18	Terminar a frase com
19	Formato errado dos
20	Iniciar o item com letra
21	Formato errado dos
22	Iniciar o item com letra
23	Terminar a frase com
24	Iniciar o item com letra
25	Terminar a frase com
26	Iniciar o item com letra
27	Terminar a frase com
28	Iniciar o item com letra
29	Terminar a frase com
30	Iniciar o item com letra
31	luzes, entre outras;
32	Terminar a frase com
33	“Engordar” ...
34	2.2 VERSÃO ANTERIOR
35	O Furbot iniciou em 2016, como um framework desenvolvido em JAVA, onde teve a necessidade de criar o seu próprio compilador para execução das tarefas no ambiente. Criado inicialmente para auxiliar nas atividades de ensino da matéria Introdução de Programação, ofertada nos cursos de graduação de Sistema de informação e Ciência da Computação. Posteriormente passou se para formato de jogo, pois percebeu se que os jogos digitais acabam muitas vezes sendo mais atrativos, mudando então o propósito, passando agora introduzir o Pensamento Computacional em crianças dos anos iniciais do ensino até adultos. Atualmente o jogo se encontra em desenvolvimento na plataforma Unity utilizando a linguagem C#, com técnicas de game design, também passando agora a ser chamado de Furbot Móvel. É possível encontrar até o momento uma versão beta para dispositivos Android.
36	O jogo tem como objetivo programar um robô chamado de Furbot, que conta com um ajudante, o drone S-223, que irá auxiliá-lo com dicas, a chegar ao fim de cada fase. O robô deve tomar cuidado com obstáculos ao meio do caminho, tentando sempre capturar os objetos no meio da fase que ajudam a terminar, como energias, tesouros etc. Sempre deve ser tomado cuidado para se manter fora da grama, pois caso acabe andando por cima da grama, consome mais energia, fazendo assim acabar não tendo energia suficiente para conclusão da fase.
37	Trabalho de Conclusão de Curso - Ano/Semestre: 2020/1
38	2

refletida e interpretada pelo sistema e poderá ser gerada uma mudança no estado e na saída de dados do sistema”. As TUIs seguem as seguintes premissas (ANNA; FERRONATO, 2017):

- Tenha algum evento realizado pelo usuário, normalmente algum movimento como pressionar, sacudir, empurrar, girar e mover um objeto fisicamente.
- A aplicação detecta esse evento e faz o processamento, alterando assim o seu estado interno.
- Por fim, a aplicação executa um evento de saída, a partir da mudança física.

Os objetos das aplicações que utilizam interface de usuário tangível, acabam tendo grandes restrições físicas e não digitais como as aplicações que utilizam outros tipos de interface, pois os objetos do mundo real não conseguem estar no mesmo espaço tempo que outro objeto (JORGE, 2012).

2.1.1.1 Classificação de TUIs

As interfaces tangíveis possuem duas classes, definidas por dois parâmetros, sendo eles metáfora, que explora a relação dos objetos do mundo real com os digitais, buscando deixar a interação mais natural possível, e o parâmetro de personificação, que estuda a distância entre as entradas e saídas produzidas, quanto ao dispositivo que capta a entrada e exibe a saída (ANNA; FERRONATO, 2017).

Metáfora pode ser dividida entre subcategorias como (ANNA; FERRONATO, 2017):

- Metáfora de nome: O objeto real assemelha-se com o objeto digital, tendo características semelhantes como aparência e som, mas as ações provocadas sobre tal objeto, são diferentes nas provocadas no objeto digital.
- Metáfora de verbo: As aparências entre os objetos real e objeto digital são irrelevantes, mas já as ações, são refletidas entre eles.
- Metáfora completa: Não existe analogia entre os objetos, aqui o objeto do mundo digital é o próprio objeto real.

Personificação pode ser dividida entre subcategorias como (ANNA; FERRONATO, 2017):

- Personificação completa: A interface de entrada e saídas são iguais, assim o dispositivo que captou a entrada exibe a saída.
- Personificação próxima: As interfaces de entrada e saída são próximas, mas matêm-se separadas.
- Personificação ambiente: O ambiente do usuário exibe as saídas, em formas de sons, luzes etc.
- Personificação distante: A interface de saída é diferente da que faz o reconhecimento das entradas.

2.1.2 Pensamento computacional

Para Wing (2006) Pensamento Computacional não é tentar fazer pessoas pensarem como computadores, mas sim utilizar o raciocínio heurístico na descoberta de uma solução utilizando como base os fundamentos da Ciência da Computação. Wing (2006, p.1) também afirma que, “pensamento computacional é uma habilidade fundamental para todos, não somente para cientistas da computação”.

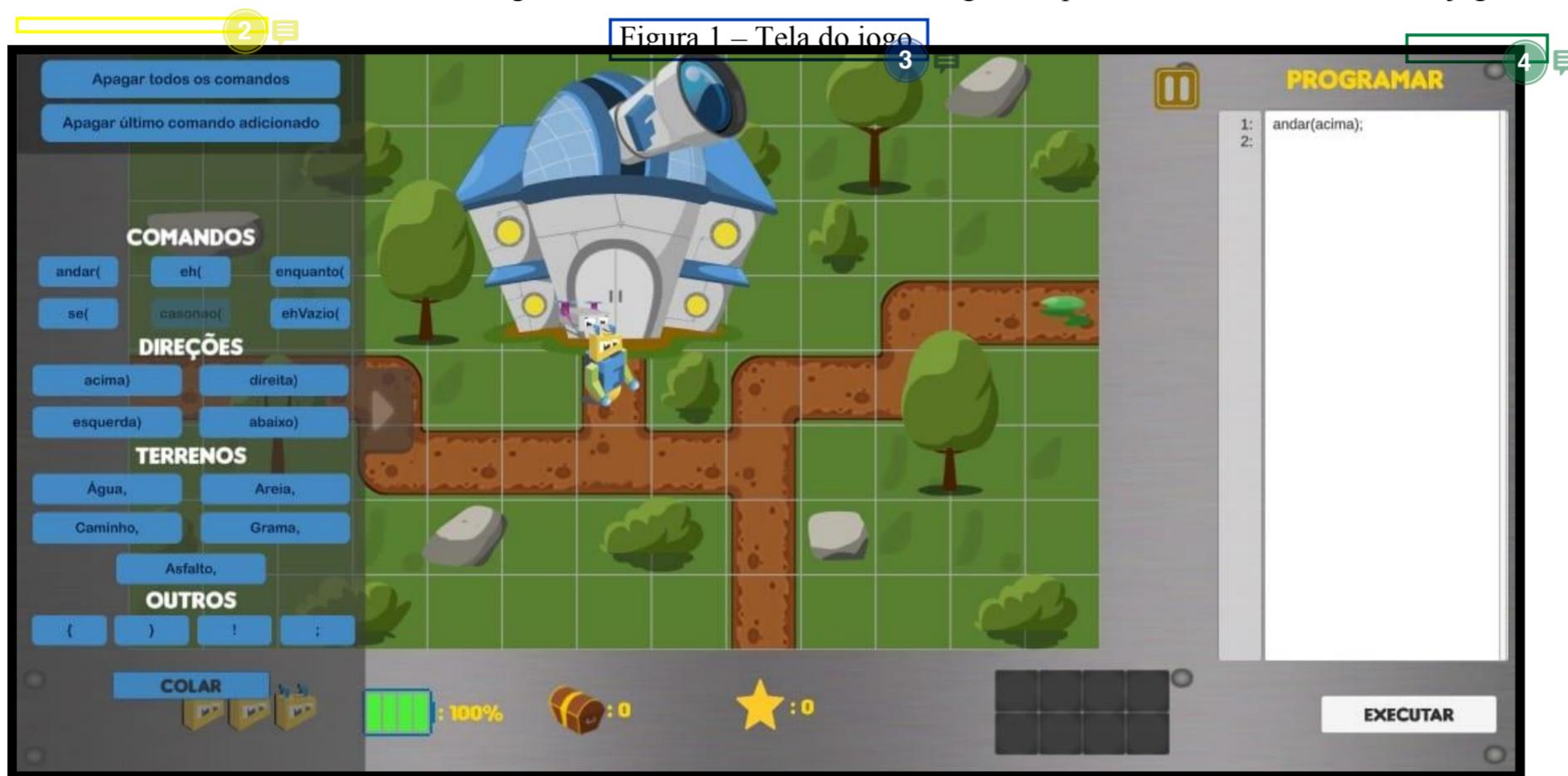
Blikstein (2008) diz que, o pensamento lógico é saber utilizar o computador como instrumento de aumento do poder cognitivo, aumentando assim nossa produtividade, inventividade e a criatividade. Não se trata por exemplo de saber utilizar um computador para acessar ou enviar e-mails. Ramos (2014) fala também que o Pensamento Computacional não serve somente para os seres humanos, mas sim para todos e em qualquer lugar que estejam.

2.2 VERSÃO ANTERIOR

O Furbot iniciou em 2016, como um framework desenvolvido em JAVA, onde teve a necessidade de criar o seu próprio compilador para execução das tarefas no ambiente. Criado inicialmente para auxiliar nas atividades de ensino da matéria Introdução de Programação, ofertada nos cursos de graduação de Sistema de informação e Ciência da Computação. Posteriormente passou se para formato de jogo, pois percebeu se que os jogos digitais acabam muitas vezes sendo mais atrativos, mudando então o propósito, passando agora introduzir o Pensamento Computacional em crianças dos anos iniciais do ensino até adultos. Atualmente o jogo se encontra em desenvolvimento na plataforma Unity utilizando a linguagem C#, com técnicas de game design, também passando agora a ser chamado de Furbot Móvel. É possível encontrar até o momento uma versão beta para dispositivos Android.

O jogo tem como objetivo programar um robô chamado de Furbot, que conta com um ajudante, o drone S-223, que irá auxiliá-lo com dicas, a chegar ao fim de cada fase. O robô deve tomar cuidado com obstáculos ao meio do caminho, tentando sempre capturar os objetos no meio da fase que ajudam a terminar, como energias, tesouros etc. Sempre deve ser tomado cuidado para se manter fora da grama, pois caso acabe andando por cima da grama, consome mais energia, fazendo assim acabar não tendo energia suficiente para conclusão da fase.

A programação é feita através do editor localizado no lado direito, quando clicado no mesmo, abre uma aba no lado esquerdo com as possíveis ações a serem escolhidas pelo usuário. De acordo com a seleção de cada comando, o jogo vai indicando qual é a próxima opção válida para seleção. Os comandos são executados a partir do momento que o usuário pressionar o botão “executar”. Os comandos do usuário passam pelos analisadores semântico e analítico, se encontrar algum problema é informado para o usuário que existem problemas, se não houver nenhum erro, é executado de forma decrescente, mostrando em negrito cada comando executado. A Figura 1 apresenta como é a estrutura do jogo.



Fonte: elaborado pelo autor.

2.3 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção é apresentando três trabalhos correlatos, que possuem características relacionadas ao objetivo de estudo deste trabalho. O primeiro trabalho descreve o RoboEduc (CASTRO, 2008), aplicação educacional para ensino da robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital e apresentado no Quadro 1. O segundo trabalho descreve o Coding Awbei (OSMO, 2015), aplicação feita para trabalhar com pensamento computacional entre crianças de 5 a 12 anos e apresentado no Quadro 2. O último trabalho descreve o VisEdu-CG (MONTIBELER, 2014), aplicação didática para visualizar material educacional e apresentado no Quadro 3.

Quadro 1 – RoboEduc

Referência	Castro (2008).
Objetivos	Facilitar o ensino para pessoas iniciantes no mundo da tecnologia, de forma de desenvolver suas potencialidades.
Principais funcionalidades	Permitir programar de diferentes níveis, desde visual até linguagem textual a ser interpretada ou compilada.
Ferramentas de desenvolvimento	Utilizou a modelagem UML para planejamento da arquitetura da aplicação. Também é utilizado a tecnologia Lego, com os kits Lego Mindstorms.
Resultados e conclusões	Tanto os alunos que participaram quanto os professores e diretoria da instituição participante, ficaram satisfeitos. O autor conclui falando que foi possível concluir que a aplicação se mostrou mais indicada à crianças dos oito aos dez anos de idade.

Fonte: elaborado pelo autor.

O trabalho de Castro (2008) possui níveis diferentes de programação, para que possa ser utilizado com crianças de seis anos até jovens de nível universitário. No primeiro nível a programação é visual, à medida que for passando os níveis irá chegar na linguagem textual a ser interpretada ou compilada. Pode ser utilizada sem conexão com a internet, pois funciona off-line.

Quadro 2 – Coding Awbei

Referência	Osmo (2015).
Objetivos	Auxiliar as crianças de 5 a 12 anos a entrar no mundo digital, trabalhando com o pensamento computacional.
Principais	A aplicação identifica os movimentos do robô e explora o ambiente, através da interface

1 Remover aspas duplas.
Fonte: courier.

2 Poderia explicar um pouco mais o que aparece na Figura 1.

3 Arrumar o espaçamento entre a legenda e a figura.

4 Diminui um pouco o tamanho da figura.

5 Arrumar espaçamento entre figura e fonte.

6 são apresentados

7 digital (Quadro 1).

8 anos (Quadro 2).

9 educacional (Quadro 3).

10 Alinhamento da margem direita.

funcionalidades	tangível.
Ferramentas de desenvolvimento	As ferramentas de desenvolvimento não são acessíveis devido ser uma aplicação comercial.
Resultados e conclusões	O autor diz que teve bons resultados quando aplicou o Coding Awbie em crianças 5 a 9 anos. Quando elas viam o Awbie mastigando os morangos ficavam entretidas. Contudo crianças acida de 9 anos já ficavam entediadas rapidamente com a jogabilidade depois de um tempo.

Fonte: elaborado pelo autor.

O Coding Awbie (OSMO, 2015) é um jogo onde a criança controla um robô chamado de Awbie, utilizando interface de usuário tangível para movimentar as peças e explorar um ambiente. Para utilizar a aplicação é necessário o kit com a base, espelho e as peças para mover o personagem. As peças possuem um imã para facilitar os encaixes e possuem uma sequência lógica para ser encaixada. Cada uma das peças possuem uma cor diferente assim facilitar a sua identificação. Os movimentos possíveis são: andar (azul), pular (vermelho), pegar (laranja), jogar (verde), loop (amarelo) e as direções que cada peça tem (Figura 2).

Figura 2 – Peças utilizadas para movimentar o Awbie



6 Fonte: Osmo(2019).

Quadro 3 – VisEdu-CG

Referência	Montibeler (2014).
Objetivos	Auxiliar os professores e permitir os alunos praticarem o que foi aprendido em sala de aula.
Principais funcionalidades	A aplicação VisEdu-CG é composta por cinco painéis principais: a) visão da Câmera: Permite visualizar a cena 3D formada pelo exercício de um ângulo diferente. b) Comandos em JOGL: Mostra códigos fontes em Java que são necessários para reproduzirem o mesmo efeito da peça selecionada. c) Fábrica de peças: Ficam as ações que podem ser executadas chamado de Fábrica e o painel de montagem que está denominado como Renderizador. d) Fábrica: Possibilita a criação ou remoção das peças existentes no painel de montagem.

1 Antes de entregar o artigo verificar se quadros, figuras, legendas e fontes não se separam com as quebras de páginas.

2 acima

3 Alinhamento da margem direita.

4 Arrumar o alinhamento da figura.

5 Podes diminuir um pouco esta figura (20%).

6 Arrumar o alinhamento da fonte.

7 Terminar a frase do item com ponto e vírgula.

8 Terminar a frase do item com ponto e vírgula.

9 Terminar a frase do item com ponto e vírgula.

Ferramentas de desenvolvimento	Desenvolvido na linguagem HTML5, utilizando framework Three.js e API WebGL.
Resultados e conclusões	Montibeler (2014) teve resultados positivos, pois mesmo sendo uma aplicação simples, acaba desertando a curiosidade dos alunos, onde começam a “brincar” com a aplicação para ver o que acontece ao ir encaixando as peças nos locais esperados.

Fonte: elaborado pelo autor.

O VisEdu-CG (MONTIBELER, 2014) é uma aplicação web de encaixe de peças com formas geométricas, que permite o estudo de alguns conceitos, sendo eles câmera sintética, grafo de cena, transformações geométricas, composição de transformações geométricas e texturas.

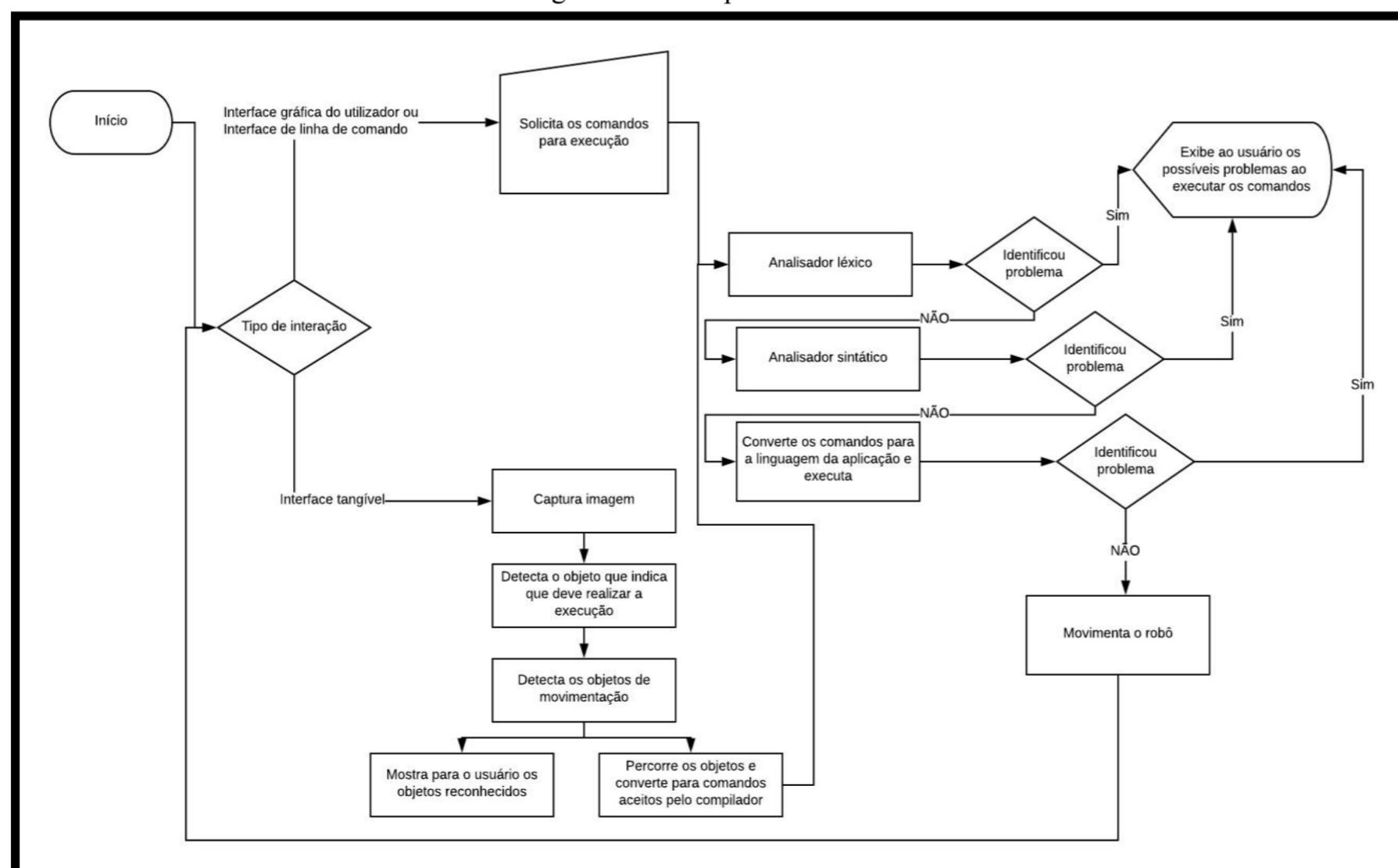
3 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO

Este capítulo pretende apresentar os detalhes de especificação e implementação da aplicação. Para tanto, são apresentadas três seções. A primeira seção apresenta uma visão geral, descrevendo funcionamento da aplicação e forma de utilização. A segunda seção apresenta as tecnologias utilizadas para a construção da aplicação. A terceira seção apresenta as técnicas utilizadas para o reconhecimento de imagem dos objetos.

3.1 VISÃO GERAL

A aplicação disponibiliza para o usuário uma nova forma de desenvolver o pensamento computacional, onde o usuário movimenta um robô (o robô) em um mundo bidimensional. O processo de movimentação pode ser feito de duas formas. Na primeira opção o usuário tem um editor onde deve ser indicado a sequência de comandos que deseja executar, podendo ser “andar (DIRECAO);” (cima, baixo, esquerda e direita) ou laço de repetição tendo algum tipo critério referente ao cenário, por exemplo o tipo de caminho. A segunda opção detecta os contornos da imagem capturada, assim com base nos contornos obtidos é percorrido os mesmos com a intenção de identificar os seguintes objetos: tipos de comandos (Laco de repetição ou andar), quantidade de vezes que deve ser repetido e se deve realizar a execução dos objetos encontrados. Após a indicação dos comandos desejados para execução, os mesmos são passados para o compilador, assim os comandos passam pelos analisadores léxico e sintático, caso os dois retornarem verdadeiro os comandos são convertidos e executados na linguagem da aplicação. A Figura 3 exibe o fluxograma com as principais atividades.

Figura 3 – Principais atividades



Fonte: elaborado pelo autor.

A tela inicial da aplicação exibe alguns personagens, sendo eles o FURBOT personagem principal, a S-223 e o alienígena chamado de Buggien conforme é possível observar na Figura 4. A mesma fornece três funções, sendo elas: JOGAR, MENU e SAIR. A primeira função, JOGAR redireciona para próxima tela, sendo possível ser a tela de tutorial de

despertano

capítulo apresenta os

tipo de critério

capturada. E assim, com

laço

compilador. Depois

sintático, e caso

com estas atividades.

FURBOT (personagem principal),

Buggien (Figura 4).

Esta tela fornece

1

2

3

4

5

6

7

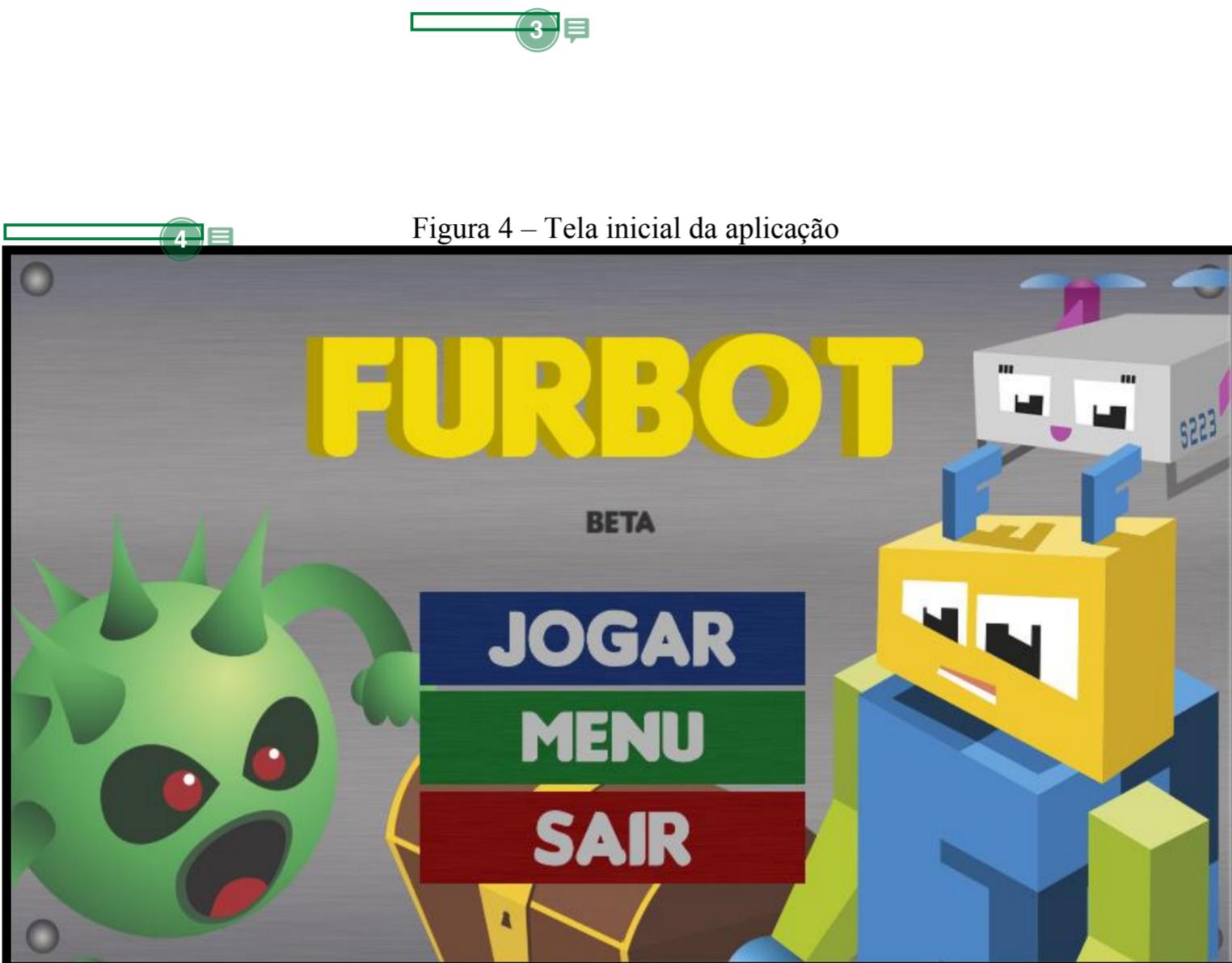
8

9

10

11

funcionamento da aplicação ou caso esteja utilizando interface tangível vai direto para tela de seleção de fase. A segunda função, MENU disponibiliza duas opções de interações, como interface tangível ou Interface gráfica do utilizador/linha de comando. A terceira função SAIR, encerra a aplicação.



Fonte: elaborado pelo autor.

Se a função MENU for acionada e em seguida a opção de interface tangível, vai abrir a tela para configuração de identificação da peça principal. Quando aberta, é carregado todos os dispositivos de câmera conectados, também é verificado se já tem alguma configuração realizada e salva anteriormente, caso seja encontrado é carregado as configurações, sendo assim se a peça principal estiver visível pela câmera é apresentada ao usuário a marcação ao redor da mesma com a cor branca (Figura 5). Existem quatro funções na tela de configuração, sendo elas configurar o intervalo de cor da peça principal, mudar de câmera, salvar e cancelar alterações. A função de realizar a configuração de intervalo de cor, é acionada quando selecionado o local da peça principal no display da aplicação, marcando assim, com branco, a maior área encontrada nas coordenadas selecionadas. Caso a função de mudar de câmera seja pressionada, vai ser alternado entre os dispositivos de câmera conectados. Ao acionar a função para salvar, vai ser gravado as informações como, o intervalo de cor encontrado anteriormente, o dispositivo que estava utilizando para captura de imagem e a indicação que vai utilizar a TUI para programação do robô. Por fim a função cancelar volta para tela principal cancelando todas as alterações realizadas anteriormente.

Figura 5 – Tela de configuração da interface tangível

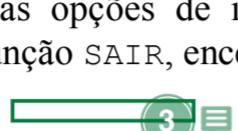


Figura 4 – Tela inicial da aplicação

- 1 Interface Tangível
Fonte: courier.
- 2 Interface Gráfica
Fonte: courier.
- 3 Não deixar linha em branco.
- 4 Diminui um pouco a figura (30%).

- 5 Interface Tangível
Fonte: courier.
- 6 anteriormente. Caso
- 7 sendo elas: configurar
- 8 cor é acionada
- 9 aplicação. Marcando
- 10 pressionada vai
- 11 salvar vai
- 12 Por fim, a função
- 13 Não separar a legenda da figura nas quebras de página.



Fonte: elaborado pelo autor.

Após a seleção da fase desejada e esteja utilizando a interface tangível, quando entrado na mesma é carregado as configurações realizadas inicialmente carregando a classe InterfaceTangivel. No meio do jogo é possível alternar entre os dispositivos acessíveis de captura de imagem e tambem mostra o que está sendo visível pelos mesmos. Caso não esteja em diálogo com o usuário e posicione as peças em frente ao dispositivo de captura de imagem, juntamente com a peça configurada inicialmente, a aplicação verifica a existência de três frames onde teve a existência do mesmo conjunto de comandos, após a identificação de todos os comandos, é mandado para compilador os códigos encontrados, listando no canto direito a sequência de comandos identificados (Figura 6).

Figura 6 – Utilização da interface tangível no jogo



Fonte: elaborado pelo autor.

É importante que o usuário posicione o dispositivo de captura da mesma maneira que estão posicionados as peças, pois o ângulo das peças interfere no resultado esperado, como acabar identificando que é para andar para direita, mas o esperado seria estar indo para esquerda. A aplicação faz uma pequena correção no ângulo, tentando assim resolver possíveis problemas futuros.

1
Reducir um pouco o tamanho da figura (30%).

2
tangível, é

3
a aplicação verifica se em três frames ocorreu o mesmo

4
comandos. Após

5
comandos é mandado

6
esperado. Como

7
Alinhamento da margem direita.

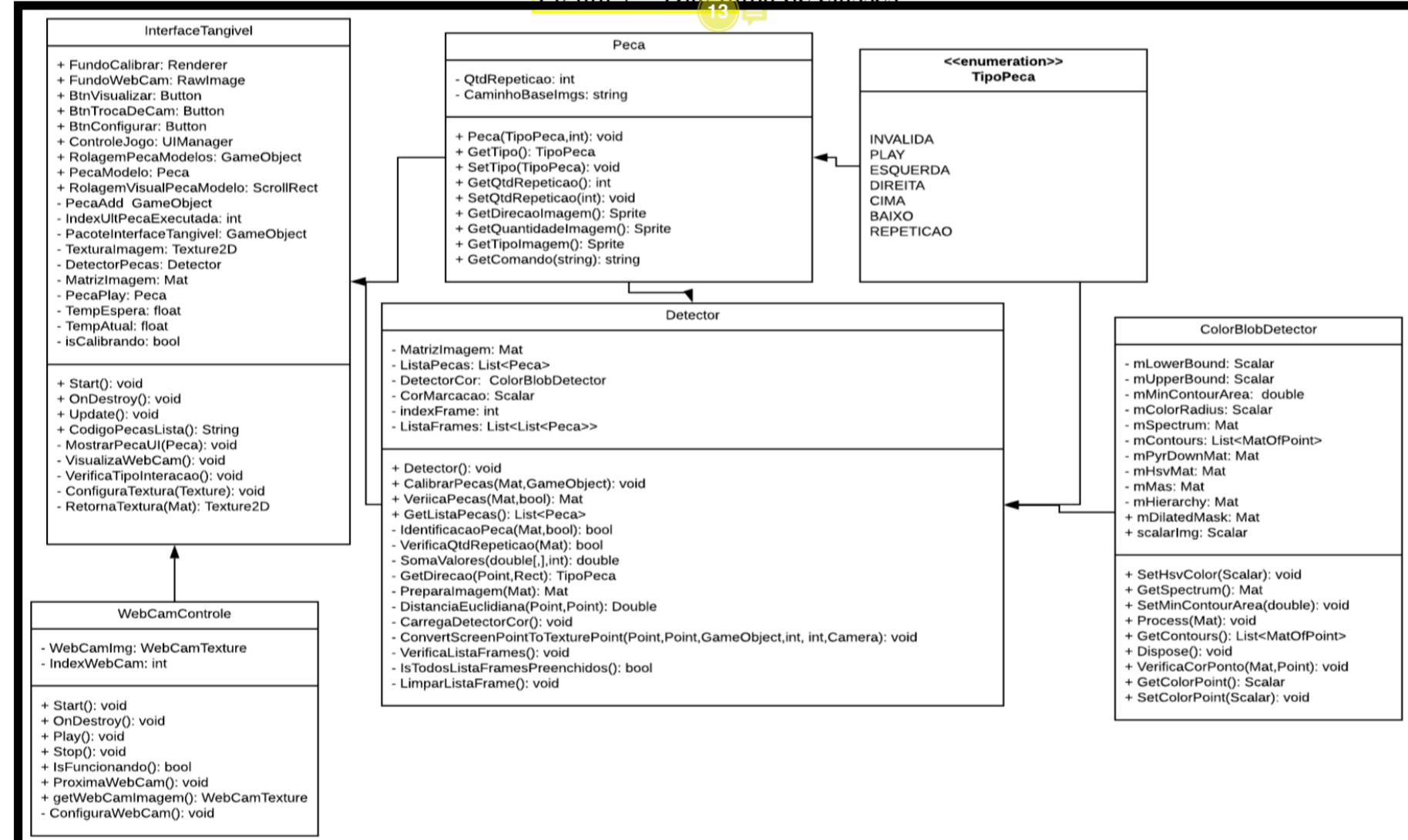
3.2 IMPLEMENTAÇÃO

Para desenvolver a integração com interface tangível foi utilizado o Unity, scripts em C#, OpenCV 4.3.0 e Photoshop. Para realizar a integração do Unity com OpenCV foi utilizado o pacote OpenCV For Unity distribuído pela Enox Software (2020). O pacote disponibiliza formas para conversão de matrizes para Texture2D vice-versa aceita pelo Unity e também métodos para processamento e reconhecimento de imagens, o mesmo atualmente da suporte para as seguintes plataformas: iOS, Android, Windows, Linux, MacOS, Lumin e WebGL. Para acessar os dispositivos e capturar as imagens foi utilizado WebCamTexture e WebCamDevice. Para criação das imagens utilizadas no projeto como as imagens de representação dos objetos do mundo real, foi utilizado Photoshop distribuído pela Adobe (2020).

Após a detecção dos objetos é verificado se todos já foram convertidos para linguagem aceita pelo compilador e executado, caso tenha algum objeto que ainda não, é passado por cada um de baixo para cima convertendo os para os comandos aceitos, também é gerado outro objeto de Texture2D para cada um deles, após isso é adicionado as representações digitais na barra de rolagem conforme é executado, por fim o compilador roda os comandos encontrados, se ocorrer algum problema como o robô acabar batendo em algo, é mostrado as mensagens de orientações para o usuário.

A Figura 7 exibe o diagrama de classe conforme estão estruturadas. A classe InterfaceTangivel é responsável por controlar quando deve realizar a detecção dos objetos, retornar os objetos convertidos para comandos que o compilador aceita, mostrar a representação digital dos objetos do mundo real e por último controlar algumas funções dos componentes em tela. A classe WebCamControle realiza a integração com os dispositivos de câmera e retorna as imagens capturada pelas mesmas. Peca é a classe onde representa os objetos do mundo real para o mundo digital, sendo assim nela fica informações como qual tipo de peça, quantidade de vezes que deve realizar determinado comando e as respectivas imagens do objeto. A classe ColorBlobDetector disponibilizada nos exemplos do Opencv, faz a detecção da região de interesse, com base na cor passada como parâmetro, fazendo parte assim da calibração. Por último a classe Detector faz a detecção dos objetos esperados, é responsável por realizar a calibração e retornar a lista de objetos identificado.

Figura 7 – Diagrama de classes



Fonte: elaborado pelo autor.

3.3 RECONHECIMENTO DOS OBJETOS DO MUNDO REAL

Após o usuário entrar na fase deseja e realizar a leitura das orientações, é iniciado a captura das imagens do dispositivo disponível. Inicialmente é identificado a peça base, conforme calibrado anteriormente. O primeiro passo é aplicar o filtro GaussianBlur para remoção de ruídos. Em seguida é utilizado o método pyrDown duas vezes conforme as duas primeiras linhas do Quadro 4, deixando assim a imagem menor. Próximo passo é realizar a conversão

- (e vice-versa)
- Unity, e também
- imagens. O pacote OpenCV For Unity
- iOS
- Não seria Linux
- convertendo para
- também
- aceitos. Também é
- deles. Após
- executado. Por fim, o
- digital, sendo assim, nela
- esperados, e é responsável
- Arrumar espaço entre legenda e figura.
- Arrumar espaço entre figura e fonte.
- desejada

da cor RGB para HSV com a função `cvtColor`, desta forma as cores da imagem ficam mais adequadas para identificação. Em seguida é utilizado a função `inRange` com intervalos de cores inicialmente configuradas, tendo então as regiões de interesse. Após obter as regiões que se encontram o intervalo de cor desejado, é utilizada a função morfológica `dilate` para deixar os traços mais destacados, para então ter melhores resultados quando utilizar a função `findContours` na procura dos contornos existentes na imagem.

1. desejado é utilizada

Quadro 4 - Identificação da área de interesse configurada

```

74     Imgproc.pyrDown (rgbaImage, mPyrDownMat);
75     Imgproc.pyrDown (mPyrDownMat, mPyrDownMat);
76     Imgproc.cvtColor (mPyrDownMat, mHsvMat, Imgproc.COLOR_RGB2HSV_FULL);
77     Core.inRange (mHsvMat, mLowerBound, mUpperBound, mMask);
78     Imgproc.dilate (mMask, mDilatedMask, new Mat ());
79
80     List<MatOfPoint> contours = new List<MatOfPoint> ();
81     Imgproc.findContours (mDilatedMask, contours, mHierarchy, Imgproc.RETR_EXTERNAL, Imgproc.CHAIN_APPROX_SIMPLE);
82     double maxArea = 0;
83     foreach (MatOfPoint each in contours) {
84         MatOfPoint wrapper = each;
85         double area = Imgproc.contourArea (wrapper);
86         if (area > maxArea)
87             maxArea = area;
88     }
89     mContours.Clear ();
90     foreach (MatOfPoint each in contours) {
91         MatOfPoint contour = each;
92         if (Imgproc.contourArea (contour) > mMinContourArea * maxArea) {
93             Core.multiply (contour, new Scalar (4, 4), contour);
94             mContours.Add (contour);
95         }
96     }

```

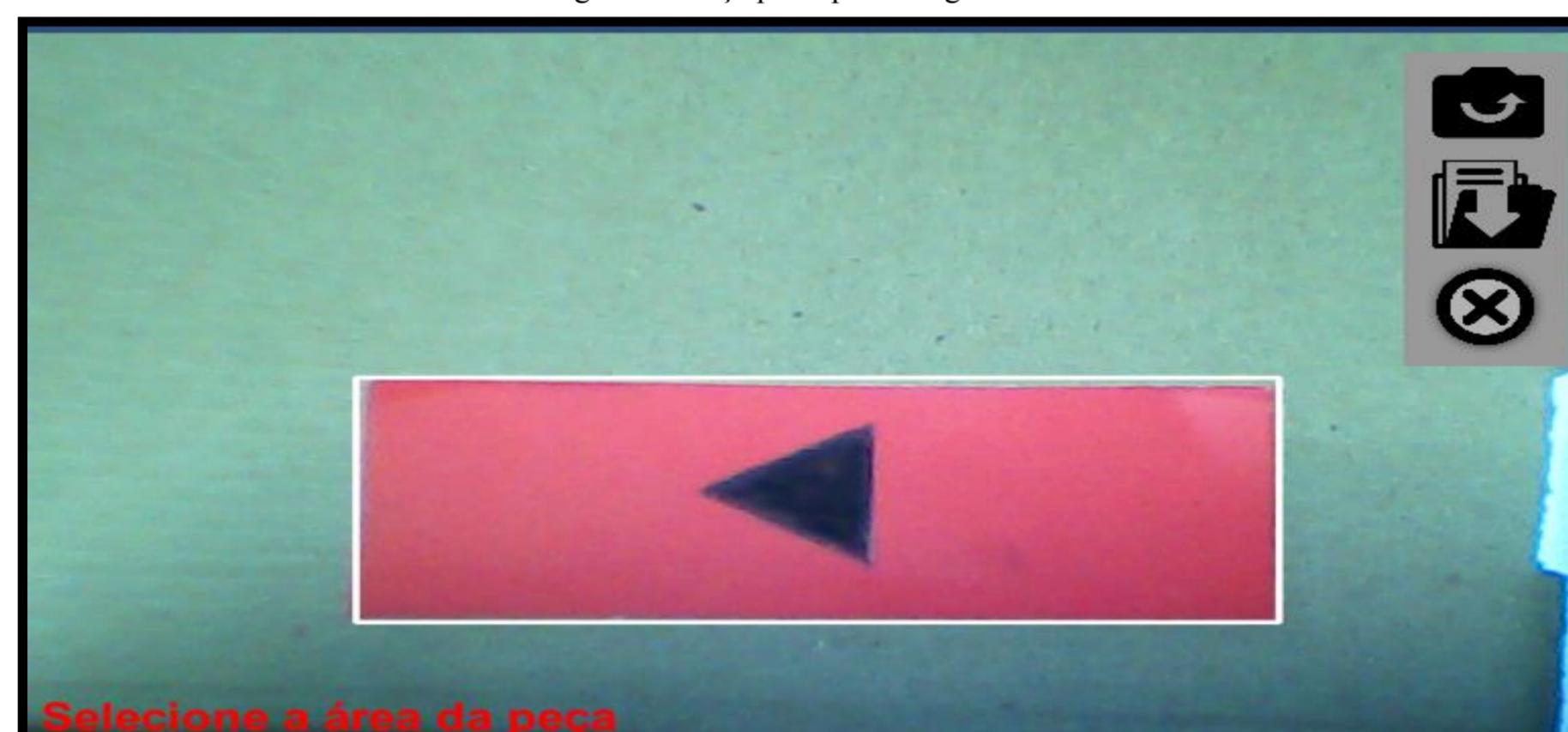
Fonte: elaborado pelo autor.

Tendo a lista de contornos, é percorrido a mesma procurando a maior área, com o resultado é criado um retângulo, com isso é possível verificar qual é o ângulo e ajeitar para que fique com ângulo 0. Após estar alinhado corretamente é criado o retângulo branco ao redor da imagem para o usuário poder identificar o que foi detectado conforme a Figura 8.

2. contornos é percorrido

3. retângulo. Com

Figura 8 – Peça principal configurada



Fonte: elaborado pelo autor.

Com a identificação da peça principal na etapa anterior, é utilizado o retângulo para a identificação do restante das peças que podem estar conectadas na parte superior. É percorrido a imagem subindo o retângulo, alterando então somente o eixo Y, diminuindo com o próprio *height* do retângulo, até que chegue ao limite da imagem ou não encontre nenhuma peça no retângulo que está sendo verificado. A primeira etapa a ser executada depois de obter a parte que deseja verificar é realizar o pré-processamento como pode ser visto na linha 342 e 343 do Quadro 5. Foi aplicado o filtro GaussianBlur, para suavizar a imagem e retirar os pequenos ruídos, utilizando a máscara 5x5 por apresenta os

4. anterior é utilizado

5. que se deseja

6. 5. Nesta etapa se aplicadou

7. GaussianBlur para

melhores resultados. O próximo passo foi converter a imagem para escala de cinza e aplicar um filtro de limiarização para destacar os contornos da imagem.

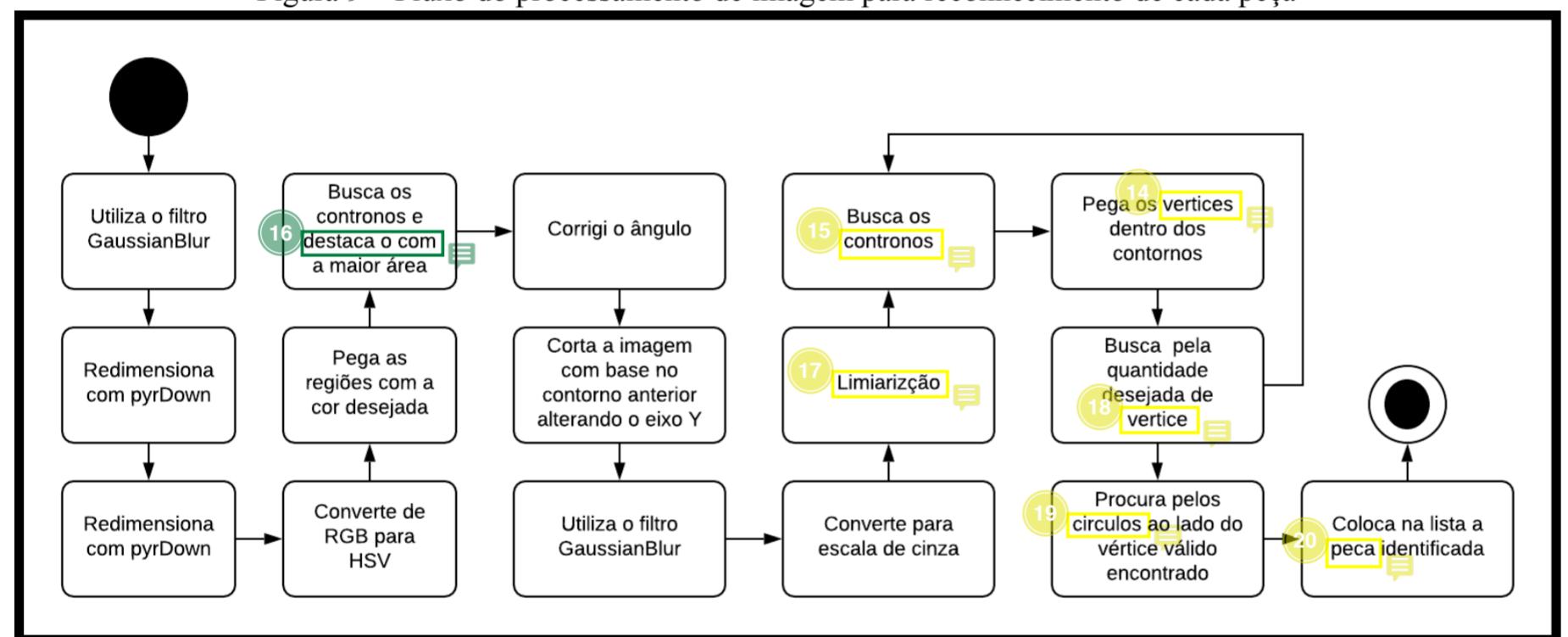
Quadro 5 – Preparação das regiões para verificação

```
342 Imgproc.GaussianBlur(peca, peca, new Size(5, 5), 1);
343 Imgproc.cvtColor(peca, peca, Imgproc.COLOR_RGB2GRAY);
344 Imgproc.threshold(peca, peca, 0, 255, Imgproc.THRESH_BINARY | Imgproc.THRESH_OTSU);
```

Fonte: elaborado pelo autor.

Após a preparação da região é procurado pelos contornos utilizando a função `findContours`, indicando com o parâmetro `RETR_LIST` que deseja que retorne todos os contornos sem nenhuma hierarquia. Com a lista de contornos obtidos é utilizado a função `approxPolyDP`, para obter o número de vértices do contorno, caso tenha 4 e tenha uma pequena margem de diferença entre o `height` e `width`, será considerado um quadrado e irá chamar a função novamente passando somente a área dentro do quadrado encontrado. Será passado por todo o processo novamente, mas desta vez procurando por 10 vértices, que representa o laço de repetição ou 7 vértices que representa a direção da peça de caminhar. Para identificar qual direção representa a seta é calculado a distância euclidiana entre cada ponto e colocado em um array bidimensional, sendo que a linha representa os vértices e a coluna a distância do vértice até os outros. Após ter o array preenchido, vai calcular para cada linha a soma das distâncias nas colunas, procurando pela linha com o maior número, encontrando os pontos da cauda da seta que representa a direção. A direção é definida verificando a qual canto do quadrado está mais próximo do ponto da calda encontrado, assim definindo a direção oposta. Por fim, se encontrado uma peça válida utiliza a função `HoughCircles`, para identificação de quantas vezes deve ser feito a repetição da peça encontrada, caso encontre no intervalo de um até 12 adiciona a peça a lista. A Figura 9 exibe o fluxo do processamento de imagem realizado acima.

Figura 9 – Fluxo do processamento de imagem para reconhecimento de cada peça



Fonte: elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS

Este capítulo está dividido em duas seções para apresentação dos resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho. A primeira seção apresenta os resultados obtidos inicialmente em relação a programação de reconhecimento de imagem, já a segunda seção apresenta o comparativo entre o trabalho atual e os trabalhos correlatos.

4.1 RECONHECIMENTO DAS PEÇAS

Para o reconhecimento das peças, teve-se uma ideia inicial de que será descrito a seguir. Inicial para a identificação foi utilizado a função `cascade`, pois ela se mostrou mais satisfatória em outros projetos onde teve a necessidade de reconhecimento de objetos no mundo real, mas neste caso acabou apresentando péssimos resultados, pois para ter bons resultados precisar ter um bom classificador, já para ter um bom classificador precisa ter uma boa base de imagens, onde a base de dados é estruturada por imagens positivas, que são imagens onde o objeto está presente e por imagens negativas, que são imagens onde o objeto não está presente. Para criação do classificador vai muito tempo de preparação e treinamento, sendo muito custoso para ser criado um classificador onde tem resultados aceitáveis. Como as peças são criadas pelos usuários, as mesmas podem acabar tendo características diferentes umas das outras, e com isso ter problemas com o classificador criado, invalidando o mesmo.

- 1 Arrumar espaçamento entre legenda e figura.
- 2 Arrumar espaçamento entre figura e fonte.
- 3 Arrumar alinhamento da margem esquerda da fonte para ficar alinhado com a borda da figura.
- 4 região é
- 5 approxPolyDP para
- 6 contorno. Caso
- 7 4 contornos e tenha
- 8 preenchido, se calcula para
- 9 distâncias
- "cauda"
- Calda é de molho ... cauda é parte do animal.
- Coloca em aspas duplas pois uma seta não tem uma cauda em si.
- "cauda"
- encontrada, e caso
- doze
- imagem descrito acima.
- vértices
- contornos
- com
- Limiarização
- vértices
- círculos
- peça
- Arrumar espaçamento entre figura e fonte.
- imagem. Já
- Ops, arruma esta frase.
- Erros de português.
- Uma única frase com seis linhas :-(...
- peças se teve
- inicial que
- descrita

Em seguida foi alterado para utilizar na identificação, a utilização da função `inRange`, assim procurando pelo intervalo de cor da peça base, configurada devidamente pelo usuário, juntamente com a função `Canny`, que retorna as bordas existentes na imagem, mas desta forma acabou apresentando muitos problemas com falsos positivos ou muitas vezes acabava nem encontrando as peças, devido não ter sucesso na procura das bordas da imagem. Para a utilização do detector de borda, utilizou-se também o filtro `gaussianBlur` e as funções morfológicas `erode` e `dilation` para remoção dos possíveis ruídos, mesmo assim, muitas vezes acabavam retornando muitos ruídos prejudicando assim o reconhecimento, e dificultando assim o resultado esperado.

Como as ideias anteriores estavam apresentando muitos problemas, foi necessário buscar outra forma que resolvesse o problema da aplicação. Mas como a utilização da função `inRange` mostrou-se ter bons resultados, foi mantida a utilização só que combinada com a função de limiarização `threshold`, onde retorna a imagem com menos ruídos e de uma forma em que ajuda a encontrar os contornos da imagem. Esta última abordagem trouxe resultados melhores que as anteriores, se mostrou ser mais rápida por ter menos processos executados.

4.2 COMPARATIVO ENTRE OS CORRELATOS

O trabalho atual possui os mesmos propósitos que os correlatos, pois todos são para auxiliar no aprendizado escolar. Quando comparado o trabalho atual com o RoboEduc, é possível ver que o trabalho correlato acaba sendo muito mais complexo e cansativo para resolução dos exercícios, quanto ao trabalho atual, pois o trabalho atual tem uma interface muito mais amigável, também possui uma história com enredo onde acaba envolvendo o usuário. O Codig Awbie tem o funcionamento semelhante ao trabalho atual, pois através das peças posicionadas em frente aos dispositivos de captura de imagem, é movimentado o personagem, só que para utilização da aplicação tem se necessário a compra de um kit de peças e da própria aplicação, devido ser uma aplicação comercial, trazendo assim barreiras financeiras quando pensado em implantar nos ambientes escolares, já o trabalho atual, pode ter as peças criadas pelos próprios alunos tendo auxílio dos professores. Quanto ao software VisEdu-CG, são semelhantes devido terem uma programação das ações predeterminadas, onde as peças têm um posicionamento específico para serem posicionados, para assim serem consideradas válidas.

5 CONCLUSÕES

O trabalho implementou todos os objetivos, por ser um aplicativo para plataforma Android, acaba facilitando a possibilidade de utilização nos dias de hoje. A aplicação é capaz de realizar o reconhecimento das peças nas imagens capturadas, passando assim a executar as ações solicitadas pelos usuários e mostrando a representação digital de cada comando. Devido a algumas limitações como a luz ambiente, sombras feitas pelo usuário, o local em que as peças ficam posicionadas, ângulos e a forma que são feitas as peças, os comandos executados podem acabar nem sempre sendo os desejados. Sendo assim é importante que seja tomado cuidados em relação ao ambiente que será rodada a aplicação e que seja seguido corretamente as recomendações apresentadas no Apêndice A, para criação das peças de representação dos comandos aceitos, prevenindo assim a execução de comandos indesejados.

Devido a utilização de interface tangível, a jogabilidade do jogo se tornou muito mais atrativa que a utilizada anteriormente, podendo assim trazer bons resultados quanto a utilização da aplicação com crianças. Mesmo a aplicação tendo algumas limitações, poderia ser utilizada nos ambientes escolares onde essas limitações estejam sobre controle. Como sugestões de possíveis opções de extensão para este trabalho são:

- melhorar a forma de interação de quando devem ser executados os comandos;
- adicionar todos os comandos que são possíveis para execução quando não se utiliza interface tangível;
- melhorar o reconhecimento para ter menos limitações de ambiente;
- deixar mais rápido o reconhecimento das peças;
- melhorar para os ângulos não interferirem na qualidade do reconhecimento;
- disponibilizar o usuário cadastrar peças novas.

24 REFERÊNCIAS

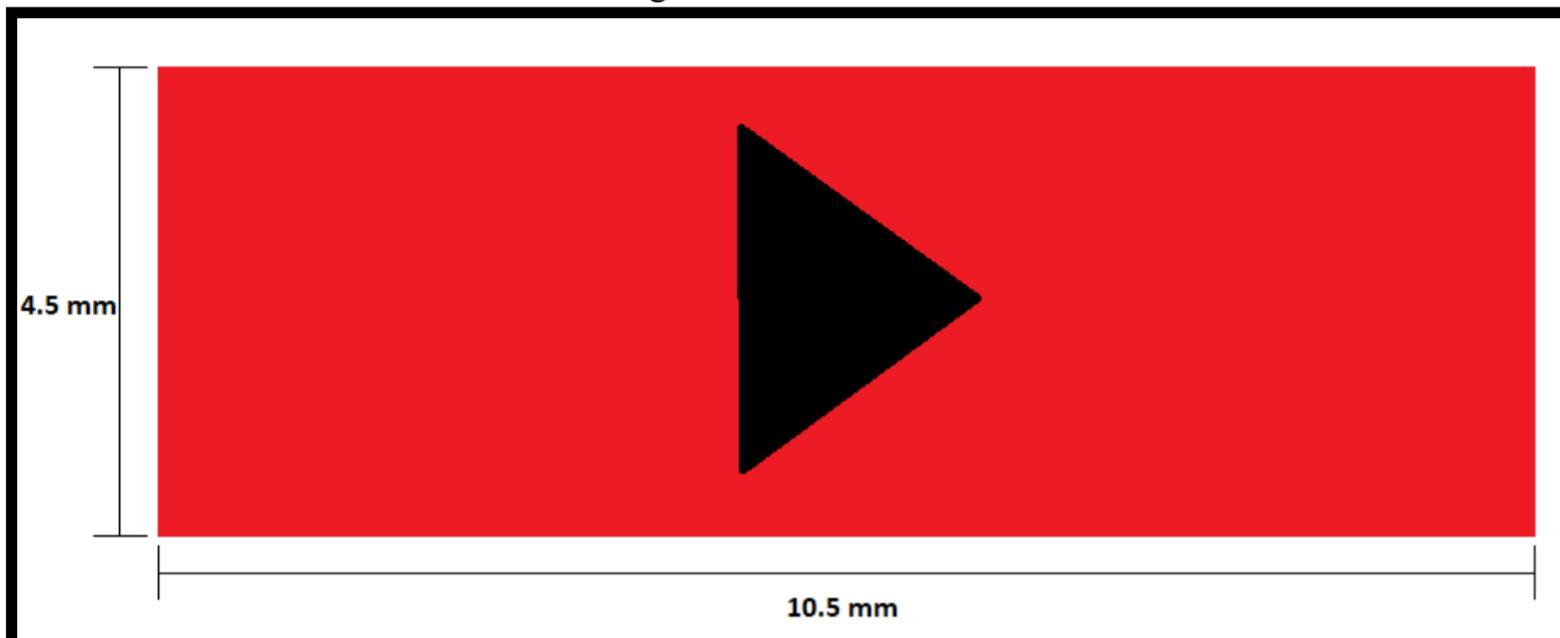
As referências devem ser apresentadas em ordem alfabética. Só podem ser inseridas nas referências os documentos citados ao longo do artigo. Todos os documentos citados obrigatoriamente têm que estar inseridos nas referências. A seguir são apresentados alguns exemplos de referências bibliográficas. Destaca-se que deve ser seguida a norma da ABNT.

1	identificação a
2	Arruma frase ... erros de português ... frase longa ...
3	borda se utilizou
4	também
5	Arruma frase ... frase longa.
6	problemas foi
7	imagem
8	atual. Pois
9	também
10	amigável e também
11	personagem. Só
12	da aplicação é necessário
13	aplicação. Por ser
14	comercial pode gerar barreiras
15	escolares. Já o
16	atual pode
17	alunos com o auxílio do professor.
18	Já o software VisEdu-CG é semelhante ao trabalho desenvolvido por ter uma
19	Fazer ... ATENÇÃO: Todas as citações que aparecem no texto devem ter uma referência bibliográfica descrita aqui.
20	E todas as referências bibliográficas devem ser citadas no texto... conferir com muita
21	objetivos, e por
22	tangível a jogabilidade
23	jogo pode se tornar muito
24	permitir o usuário
25	Fazer ... ATENÇÃO: Todas as citações que aparecem no texto devem ter uma referência bibliográfica descrita aqui.
26	E todas as referências bibliográficas devem ser citadas no texto... conferir com muita atenção.

APÊNDICE A – CRIAÇÃO DAS PEÇAS COM PAPEL A4

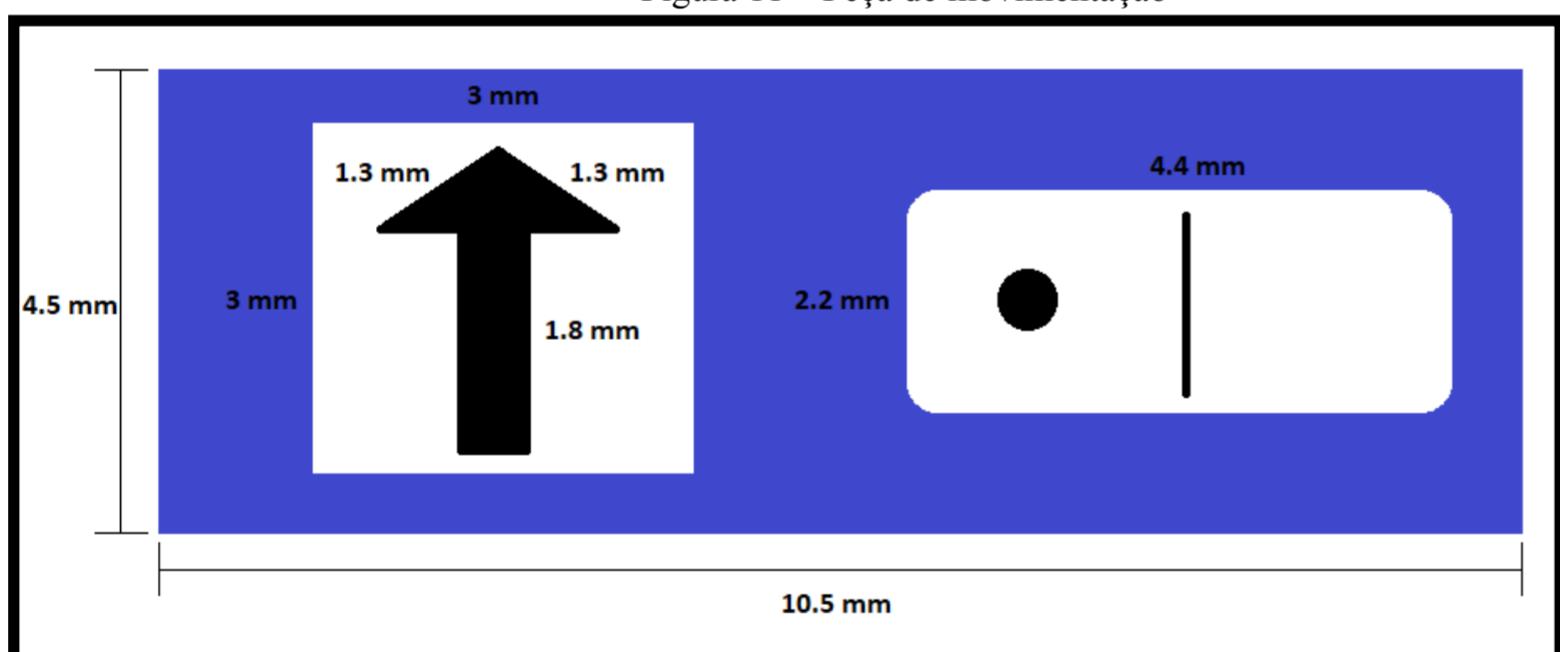
Este apêndice apresenta como deve ser criado as peças de movimentação utilizadas na aplicação. Todas as peças devem ter as mesmas dimensões, recomendasse utilizar 4.5mm x 10.5 mm (Figura 10). A peça que indica para aplicação verificar se existem comandos na imagem e em seguida executar os mesmos, deve estar em uma cor diferente das restantes, como por exemplo, ser na cor vermelha, também para ajudar as pessoas a identificarem mais facilmente o que faz esta peça, colocar o símbolo do *play*. A Figura 11 e a Figura 12 apresentam como deve ser criado o restante das peças.

Figura 10 – Dimensões recomendadas



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 11 – Peça de movimentação



Fonte: elaborado pelo autor.

dimensões, e
recomendas

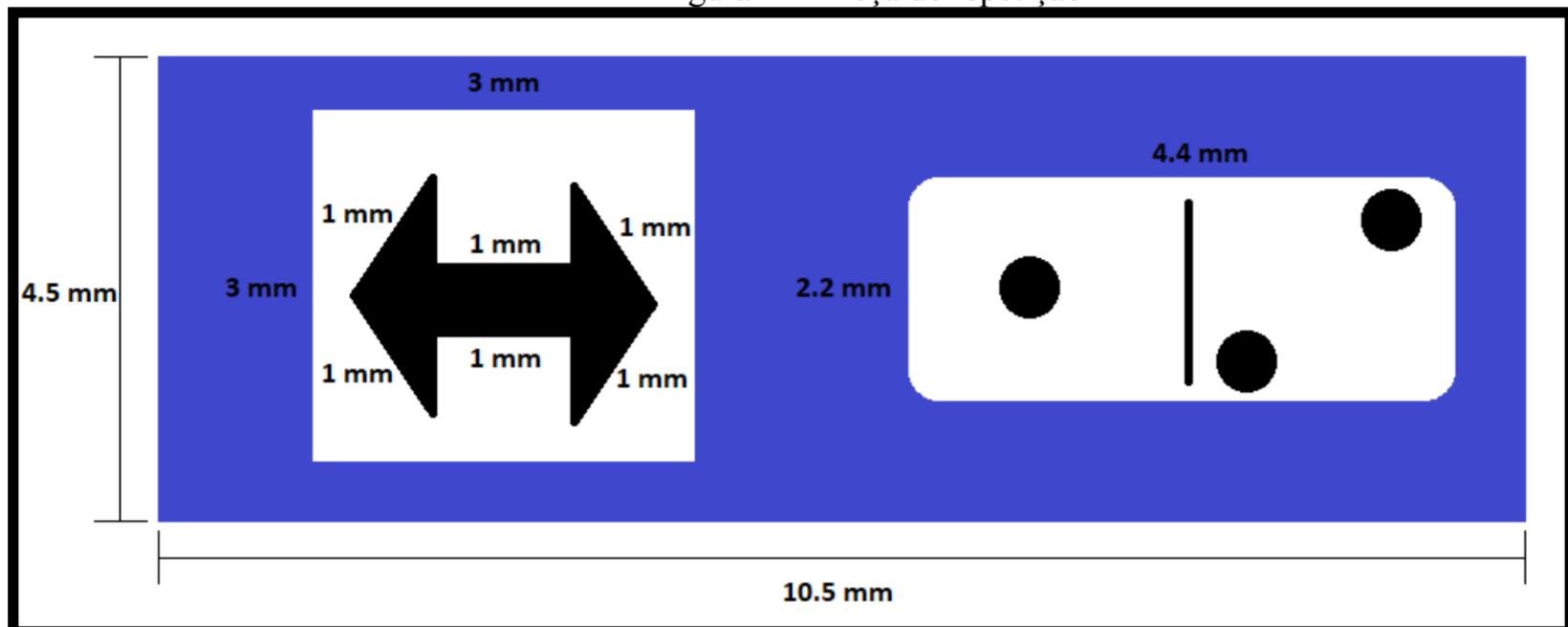
vermelha. Também

peça é melhor colocar

Arrumar o
espaçamento entre a
figura e fonte.

Arrumar o
espaçamento entre a
figura e fonte.

Figura 12 – Peça de repetição



Fonte: elaborado pelo autor.

1
Arrumar o
espaçamento entre a
figura e fonte.