

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

WILLIAN ALVES ARMENDANI

**SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS
E DETECÇÃO DE IMAGEM**

CARATINGA

2018

**WILLIAN ALVES ARMENDANI
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS
E DETECÇÃO DE IMAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Doctum de Caratinga, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de concentração: Automação.

Orientador: Prof. Vinícius Murilo Lima Rodrigues.

CARATINGA

2018

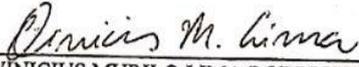
TERMO DE APROVAÇÃO

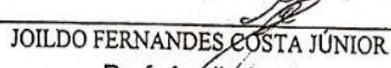
TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E RECONHECIMENTO DE IMAGEM, elaborado pelo(s) aluno(s) WILLIAN ALVES ARMENDANI foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA ELÉTRICA das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

Caratinga 12/12/2018


VINICIUS MURILO LIMA RODRIGUES
Prof. Orientador


JOILDO FERNANDES COSTA JÚNIOR
Prof. Avaliador 1


ELIAS DE SOUZA GONÇALVES
Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

A Deus por te me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu pai Heli Costa Armendani, minha mãe Maria Aparecida Alves Armendani e ao meu irmão Wesllen Aparecido Alves Armendani, por sempre estarem ao meu lado nos momentos que mais precisei.

Aos meus colegas de grupo de classe, em especial ao Renato Florentino Vieira e Reinaldo Vieira da Silva que percorreram junto a mim nesses anos pela busca do conhecimento na graduação.

A DOCTUM de Caratinga, pela oportunidade de fazer o curso.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender, dentre eles estão professores Ricardo Botelho, Joildo Fernandes, Vinícius Murilo, Andreza Cristina, Guilherme Borges, José Eugenio, Robson da Silva, Daniel Butters, Elias Gonçalves, entre outros. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais terão os meus eternos agradecimentos.

Ao professor Vinícius Murilo Lima Rodrigues pela paciência, confiança e orientação para execução desse trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

*"Os seus problemas...você deve esquecer! Isso é viver! É aprender... HAKUNA
MATATA"*

(Timão; Pumba; Simba. 1994)

ARMENDANI, Willian Alves. **SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E DETECÇÃO DE IMAGEM**. Caratinga, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica - Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga, 2018.

RESUMO

Os métodos atuais de monitoramento residencial de combate a furtos e invasões são através de sensores de movimentos, que são atuados com a movimentação de qualquer objeto ou ser vivo, sendo muitas vezes acionados até de forma desnecessária devido a animais de estimação da residência ou até pássaros que possam entrar no local. Outro método mais comum é o monitoramento através das câmeras de segurança, que gravam as imagens, porém não acionam alarmes por si só, sendo possível apenas ver gravações de fatos já ocorridos no local. O trabalho tem como objetivo a criação de um protótipo de monitoramento de câmera baseado em reconhecimento facial, acionado de forma remota via aplicativo de mensagens para celular, onde, quando acionado, ele monitora a presença de face humana ou olhos perante a câmera, verificando assim a presença ou não de invasores. Quando atuado pela detecção de face ou olhos, imediatamente ele manda uma mensagem de aviso junto com a imagem da detecção para o celular, além de acionar o alarme residencial local, evitando acionamentos desnecessários e transtornos causados pelo barulho dos alarmes. O trabalho é dividido buscando analisar três resultados finais, sendo o primeiro a comunicação remota entre o protótipo e o celular, visando a velocidade e o tempo de resposta nas mensagens. Segundo, verificou a eficiência na detecção de face humana pelo protótipo, analisando a porcentagem de acerto e a distância com relação a câmera do protótipo para detecção. Por último é analisado a detecção dos olhos pelo protótipo, também analisando a porcentagem de acerto e a distância com relação a câmera do protótipo para detecção. Diante da proposta inicial e de acordo com os processos metodológicos adotados, os resultados finais analisados pelos experimentos foram satisfatórios.

Palavras-chave: Análise de Imagem. Redes Neurais Artificiais. Furtos Residências.

ARMENDANI, Willian Alves. **SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E DETECÇÃO DE IMAGEM.** Caratinga, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica - Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga, 2018.

ABSTRACT

The current methods of residential monitoring to combat theft and intrusion are through motion sensors, which are actuated with the movement of any object or living being and are often triggered unnecessarily due to pets in the residence or even birds that can enter the place. Another common method is monitoring through security cameras, which record images, but do not trigger alarms by themselves, and it is only possible to see recordings of events that have already taken place. The objective of the work is to create a prototype camera monitoring based on facial recognition, triggered remotely via a mobile message application, where, when triggered, it monitors the presence of human face or eyes before the camera, thus verifying the presence or not of invaders. When activated by face or eye detection, it immediately sends a warning message along with the detection image to the cell phone, as well as triggering the local residential alarm, avoiding unnecessary triggers and disturbances caused by the noise of the alarms. The work is divided in order to analyze three final results, the first being the remote communication between the prototype and the cellular, aiming the speed and the response time in the messages. Second, it verified the efficiency in the detection of human face by the prototype, analyzing the percentage of correctness and the distance with respect to the camera of the prototype for detection. Finally, the detection of the eyes by the prototype is analyzed, also analyzing the percentage of correctness and the distance with respect to the camera of the prototype for detection. Before the initial proposal and according to the methodological processes adopted, the final results analyzed by the experiments were satisfactory.

Key-words: Image Analysis. Artificial neural networks. Thefts Residences.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação numérica de uma imagem ampliada de 10x10 pixels com 256 tons de cinza	16
Figura 2 - Visão de um sistema de reconhecimento de padrões.....	17
Figura 3 - Processamento gráfico (computação gráfica e processamento de imagens).....	18
Figura 4 - Experimento RGB para GrayScale.....	19
Figura 5 - Modelo geográfico da face humana	20
Figura 6 - <i>Raspberry Pi</i> , vista superior	22
Figura 7 - Imagem da câmera utilizada	23
Figura 8 - Comunicação remota	26
Figura 9 - Imagem do protótipo	27
Figura 10 - Circuito de ligação.....	27
Figura 11 - Fluxograma	28
Figura 12 - Detecção frontal da face	31
Figura 13 - Detecção lateral da face.....	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem de acertos na detecção de face humana (%).....	33
Gráfico 2 - Porcentagem de acertos na detecção de olhos (%).....	34

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESE	Associação Brasileiras das Empresas de Sistemas Eletrônicos
CC	Corrente contínua
CWI	Instituto Nacional de Pesquisa para Matemática e Ciência da Computação da Holanda
$f(x,y)$	Função de x e y
HDMI	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
OpenCV	<i>Open Source Computer Vision Library</i>
RGB	<i>Red Green Blue</i>
SD	<i>Secure Digital Card</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
XML	<i>Xtensible Markup Language</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampere
lux	Unidade de iluminação
m	Metros
Mp	Megapixels
s	Segundos
V	Volt
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Formato de imagem	16
2.1.1 Matriz de coocorrência de níveis de cinza.....	16
2.2 Redes neurais artificiais	17
2.2.1 Processamento de imagens baseado em redes neurais.....	17
2.2.2 Transformação de cores.....	18
2.3 Reconhecimento Facial	19
2.3.1 Classificador <i>Haar Cascade</i>	20
2.4 OpenCV	21
2.5 Raspberry Pi	21
2.5.1 Interface do <i>hardware</i> do <i>raspberry Pi</i>	21
2.5.2 Sistema operacional do <i>Raspberry Pi</i>	22
2.5.2.1 <i>Raspbian</i>	22
2.6 Câmera	22
2.7 Programação	23
2.7.1 Lógica de programação.....	23
2.7.2 Linguagem de programação <i>Python</i>	23
2.8 Aplicativo de comunicação remota com protótipo	24
2.8.1 Telegram.....	24
3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	25
3.1 Comunicação remota.....	25
3.2 Protótipo	26
3.3 Fluxograma do protótipo	27
4 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROTÓTIPO	30
4.1 Luminosidade	30
4.2 Distância de detecção.....	30
4.3 Posição do rosto para melhor detecção	30
4.4 Melhores locais para instalação do protótipo	31
4.5 Precisão de detecção.....	32
4.5.1 Detecção de face humana.....	32
4.5.2 Detecção de olhos.....	33

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
5.1 Trabalhos futuros	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
APÊNDICE A CÓDIGO DO PROTÓTIPO	40

1 INTRODUÇÃO

Quando nos referimos à segurança pública no Brasil, a criminalidade só tem crescido nos últimos anos, se equiparando a taxas de violência de países em guerra civil, segundo os dados do 11º Anuário Brasileiro de Segurança Pública (2018). O medo do crime, tende a produzir uma lógica situacional¹, fazendo o indivíduo adequar seu medo ao risco, de acordo com seu conhecimento da situação presente, fazendo com que busque por medidas preventivas.

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Sistemas Eletrônicos (ABESE), vivesse num momento promissor da segurança eletrônica, com o mercado abrindo portas para as novas tecnologias habilitadoras, tendo a expectativa de crescimento de 8% anual, acompanhado do desenvolvimento de seus mercados. Entre essas novas tecnologias, pode-se destacar os sistemas de reconhecimento de imagem, através de câmeras de monitoramento utilizando redes neurais artificiais.

Segundo Rosello (2008 apud Lemos, 2011), um argumento válido a favor das câmeras de segurança é o fato de vivermos em uma cultura de medo, de insegurança, onde o ato de ser vigiado e monitorado se torna uma necessidade. No Brasil, por exemplo, a aquisição desses aparelhos tem sido crescente, e o discurso de segurança pela vigilância se torna presente em vários setores como: academias, escolas, nas ruas, comércio, bancos, eventos, entre outros.

O uso da inteligência artificial já mostra grandes resultados se tratando em monitoramento em cidades, como relata Gláucio Silva, gerente nacional de vendas de uma empresa especializada em inteligência em tecnologia de segurança, onde ele destaca que o uso de máquinas inteligentes com sua capacidade de aprender com situações, e com esse aprendizado, resultar em aparelhos que conseguem identificar aglomerações, confusões, sons de tiro e vandalismo. Isso resulta em uma ação inteligente e focada para que se possa responder a esses tipos de questões. Um exemplo de cidade que utiliza sistemas inteligentes, é a cidade de Santa Catarina - RS, um dos estados com menor índices de homicídios, fazendo a utilização da tecnologia de reconhecimento facial e otimizando o trabalho dos

¹ Situacional: Relativo a uma situação, a uma circunstância ou à maneira como algo está determinado num dado momento; circunstancial: análise situacional da crise (FIGUEIREDO, 1913, p. 1872).

policiais através de aplicativo e kit de tecnologia móvel de registros de ocorrências (TALICY, 2018).

Outro tipo de tecnologia em destaque a favor da segurança são os celulares que atualmente, considerados quase que indispensáveis na vida das pessoas, o celular é bem mais que um aparelho utilizado para lazer, através dele é possível receber notificações de alertas de perigo e até visualizar acontecimentos de forma remota, como alerta de invasões, furtos, incêndios, tempestades, enchentes, entre outros.

Grande parte desses feitos, só é possível através dos estudos das redes neurais artificiais, que como o próprio nome já diz, é a tentativa da reprodução dos neurônios humanos de forma artificial em máquinas, dando a elas a possibilidade de tomadas de decisões predefinidas, possibilitando ações de formas instantâneas assim que solicitadas ou detectadas pela própria máquina.

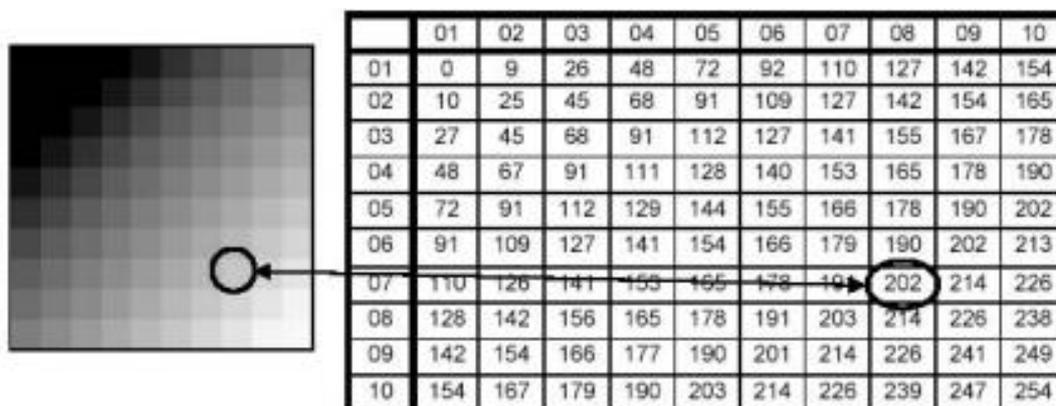
O presente estudo visa trabalhar algumas dessas tecnologias citadas, como detecção facial, o uso do celular para comunicação remota e a tomada de decisões pelo próprio protótipo. Com isso o objetivo final é o desenvolvimento de um protótipo de monitoramento por câmera residencial que, ao detectar olhos ou face humana, capture a imagem do circuito interno e a envie junto com uma mensagem de alerta para o celular cadastrado, além de ativar ou desativar o alarme residencial remotamente. Para isso é preciso focar em etapas específicas como: desenvolver um software, montar um hardware e fazer a comunicação entre *software*, *hardware* e celular remotamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Formato de imagem

Uma imagem pode ser definida como uma função $f(x,y)$, no qual o valor das coordenadas espaciais x e y correspondem a intensidade do brilho da imagem na respectiva coordenada. Pode-se definir uma imagem digital como uma representação numérica e discreta de um objeto, ou seja, é uma função quantificada e amostrada de duas dimensões, geradas por meios ópticos. Assim, uma imagem digital é um vetor retangular bidimensional de valores de uma amostra. A menor unidade de uma imagem é denominada pixel (*picture element*), sendo uma representação numérica da luminosidade (nível de cinza) de um ponto da imagem. A figura 1 é uma representação ampliada dos pixels de uma imagem (SILVA, 2005).

Figura 1: Representação numérica de uma imagem ampliada de 10x10 pixels com 256 tons de cinza



Fonte: Silva (2005)

2.1.1 Matriz de coocorrência de níveis de cinza

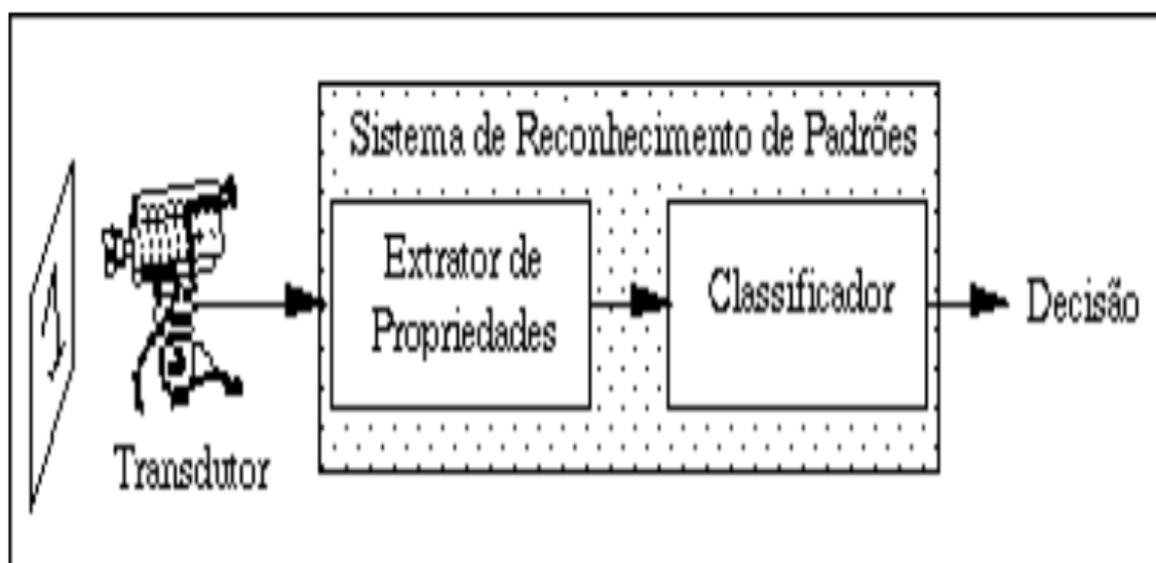
A forma mais simples de se definir uma imagem digital em níveis de cinza é através do pixel, que tem seu valor medido em nível de cinza. A matriz de coocorrência é uma junção de quantas combinações diferentes de valores da intensidade dos pixels ocorrem em uma imagem, quanto maior o nível de cinza do pixel, menor o valor que esse mesmo pixel recebe como mostrado na figura 1 (SCHWARTZ; PEDRINI, 2003).

2.2 Redes neurais artificiais

Redes neurais artificiais podem ser descritas como metodologia de resolver problemas característicos da inteligência artificial.

A figura 2 mostra o esquema de um reconhecedor de padrões em imagens. O transdutor (câmera) digitaliza uma imagem para que seja processada, onde os atributos relevantes são selecionados e processados novamente para agir como função de comparação, associando aos valores de conjuntos atributos relevantes de um conjunto de padrões possíveis, no qual é apresentado como resposta na saída do classificador, resultando numa decisão (BARRETO, 2002).

Figura 2: Visão de um sistema de reconhecimento de padrões

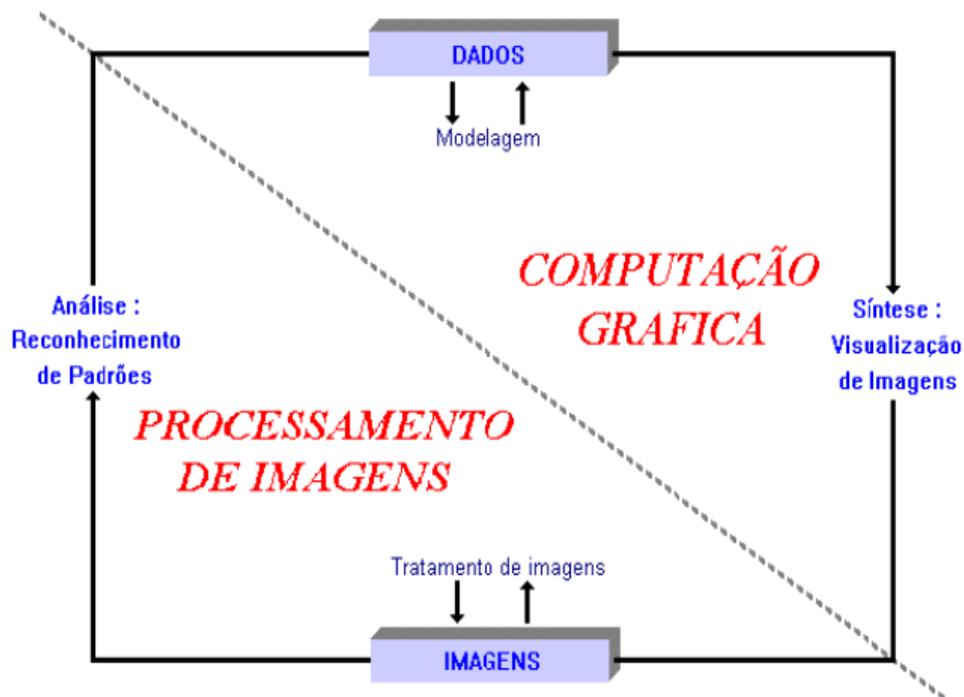


Fonte: Barreto (2002)

2.2.1 Processamento de imagens baseado em redes neurais

As ferramentas de processamento de imagens tem permitido a construção de várias tarefas e trabalhos junto a comunidade científica, tais como: aquisição, transmissão, tratamento e identificação de componentes (padrões) em imagens digitais. Tais tarefas visam o estudo da reprodução da visão humana, ou seja, a área de visão artificial. A figura 3 mostra um esquema das atividades ligadas ao processamento gráfico de dados e imagens digitais.

Figura 3: Processamento gráfico (computação gráfica e processamento de imagens)



Fonte: Osório; Bittencourt (2000)

- a) tratamento de imagens: a partir de imagem original é realizada a transformação desta imagem. O tratamento inclui funções como, resaltar os contornos dos objetos, transformar uma imagem colorida em preto e branco, melhorar o foco de uma imagem, entre outros;
- b) reconhecimento de padrões: é realizado um processamento na imagem original para identificação de seus componentes, podendo agrupar e/ou classificar os componentes em classes de objetos.

O tratamento de imagens convencional é realizado por uma função $f(x)$ transformando os pixels da imagem em novos pixels, sofrendo alterações conforme o algoritmo pré especificado (OSÓRIO; BITTENCOURT, 2000).

2.2.2 Transformação de cores

As transformações de cores incluem em transformar uma imagem em *TrueColor* (três cores), *Red*, *Green* e *Blue* (RGB), em uma imagem de uma única cor do tipo *GrayScale* (escalas com tons de cinza), resultando em uma imagem com

menos cores (porque a imagem passará conter apenas diferentes tons de cinza) e com isso reduzindo o número de pixels, como é mostrado na figura 4.

Figura 4: Experimento RGB para *GrayScale*



Fonte: Osório; Bittencourt (2000)

Na primeira imagem temos a imagem original em RGB com 24 bits/pixel (onde $R = 8$, $G = 8$, $B = 8$), que através da equação matemática $f(\text{pixel}) = (R+G+B)/3$ se transforma na segunda imagem com diferentes tons de cinza (OSÓRIO; BITTENCOURT, 2000).

2.3 Reconhecimento Facial

Existem dois tipos de abordagens básicas para o reconhecimento facial, sendo a primeira baseada na extração de vetores característicos de partes de uma face, tais como: olhos, boca, nariz e queixo. Usando modelos deformáveis e análise matemática para extrair informações da face, e em seguida converter em um vetor característico. O segundo tipo de abordagem, basear-se nos conceitos da teoria da informação, onde as informações que melhor descrever uma face é derivada a partir da imagem da face completa (JAIN; LI, 2011).

As técnicas utilizadas neste trabalho são baseadas no algoritmo bastante utilizado em problemas que envolvam reconhecimento em imagens. O classificador *Haar Cascade*, encontrado na biblioteca Open Source Computer Vision Library (*OpenCV*), é um algoritmo de aprendizado que seleciona um pequeno número de características de uma imagem e as utiliza para detectar e classificar objetos (VIOLA; JONES, 2001).

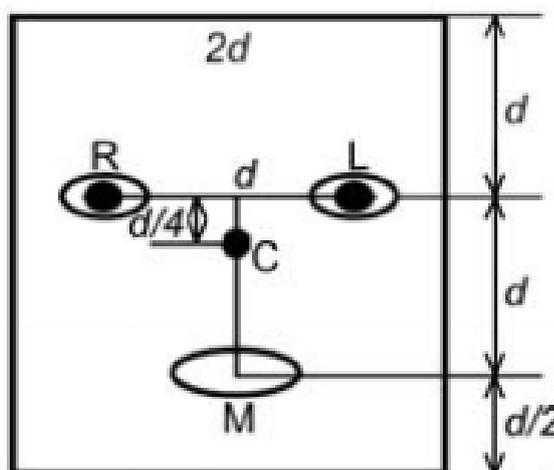
2.3.1 Classificador *Haar Cascade*

O classificador *Haar Cascade* tem por objetivo filtrar a imagem para determinar a presença ou não de um objeto específico, realizado com um conjunto de amostras de teste. Por fim, um número pequeno de características são selecionadas para utilização da etapa de detecção. Este conjunto de características são salvo em um arquivo *Xtensible Markup Language* (XML) utilizado para detecção (ROCHA, 2018).

A detecção de face é uma tarefa difícil, uma vez que faces humanas formam classes semelhantes de objetos, como boca, nariz, olhos e queixo, tendo no geral quase as mesmas configurações geométricas.

A extração das características de uma face é o processo onde um modelo geométrico ou vetorial é obtido, reunindo as características importantes apresentadas na face. A figura 5 demonstra um modelo geométrico de uma face humana (PADILHA; FILHO; COSTA, 2012).

Figura 5: Modelo geográfico da face humana



Fonte: Padilha; Filho; Costa (2012)

2.4 OpenCV

O OpenCV, é uma biblioteca de software de visão computacional e aprendizado de máquina em código aberto. A biblioteca tem mais de 2500 algoritmos otimizados, o que inclui um conjunto abrangente de algoritmos de visão computacional e de aprendizado de máquinas clássicas e de última geração. A biblioteca é amplamente utilizada em empresas, grupos de pesquisa e órgãos governamentais. É principalmente escrito em linguagem C, o que torna portátil para algumas plataformas específicas, como o *Digital Signal Processor*. Sendo compatível para linguagens como C, C++, *python*, *ruby* e *java*, podendo ser executada em Linux, MacOs e Windows. Segundo Sajjad (2010), o OpenCV é a melhor biblioteca de visão computacional de código aberto que os desenvolvedores e pesquisadores podem pensar (SAJJAD, 2010).

2.5 Raspberry Pi

É um microcomputador com as dimensões de um cartão de crédito, criado em 2011, executando versões do sistema operacional Linux, que é armazenado em cartão SD, e por padrão suporta a linguagem de programação python. Sendo alimentado por uma tensão de 5.1V podendo fornecer uma corrente de saída de até 1A (WILLIAMS, 2012).

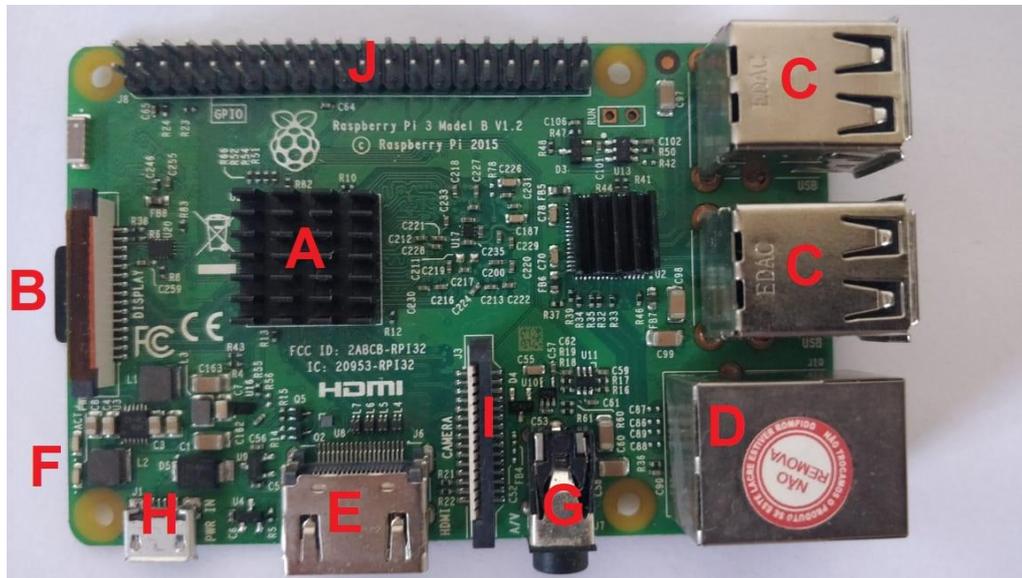
2.5.1 Interface do *hardware* do *raspberry Pi*

A figura 6 mostra os componentes que compõem uma placa de *raspberry Pi*, sendo eles:

- a) processador;
- b) *slot* para cartão de memória SD;
- c) porta USB, no total de 4;
- d) porta *Ethernet*;
- e) conector HDMI;
- f) led's;
- g) saída de áudio analógico;
- h) entrada de energia;

- i) entrada para câmera;
- j) portas de entrada e saída de dados, 40 no total.

Figura 6: *Raspberry Pi*, vista superior



Fonte: Autor (2018)

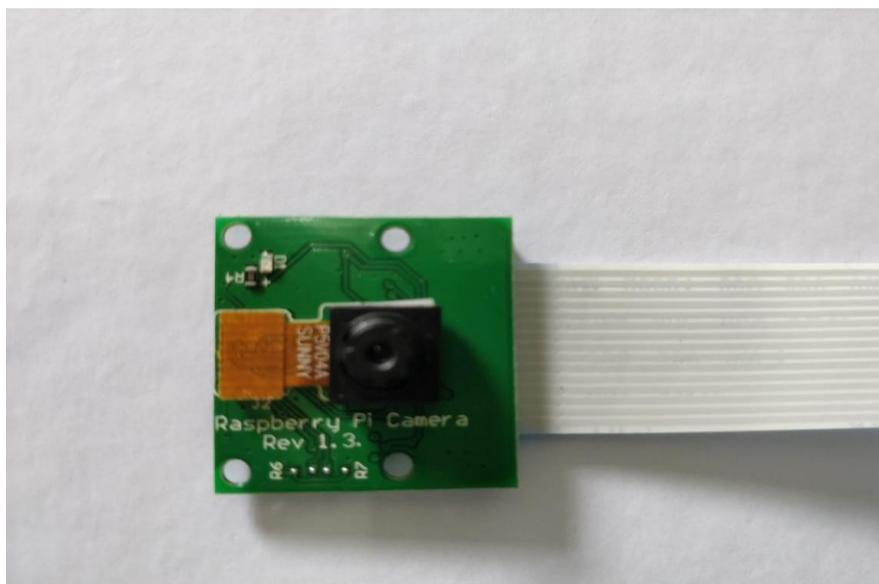
2.5.2 Sistema operacional do *Raspberry Pi*

2.5.2.1 Raspbian

O Raspbian é o nome do sistema operacional livre e otimizado baseado no Linux recomendado para o *hardware* do *Raspberry Pi*. É um projeto comunitário e com o desenvolvimento ainda ativo (RICHARDSON, 2013).

2.6 Câmera

A câmera utilizada no projeto é o Módulo de Câmera *Raspberry Pi v2*, possui um sensor IMX219 de 5Mp, podendo ser usado para captura de vídeo e fotos estáticas, sendo conectado através de um cabo de fita à interface serial da câmera da raspberry, mostrado na figura 7 (RASPBERRYPI, 2009).

Figura 7: Imagem da câmera utilizada

Fonte: Autor (2018)

2.7 Programação

2.7.1 Lógica de programação

A lógica de programação é o uso das leis do pensamento e raciocínio na programação de computadores, tendo como objetivo a racionalidade e o desenvolvimento de técnicas de produções de soluções que resolvam com qualidade os problemas que se deseja programar (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005).

2.7. 2 Linguagem de programação *Python*

A linguagem de programação *Python* é um *software* de código aberto, que além de ser utilizado como linguagem principal para desenvolvimento de sistemas, é também utilizada como linguagem *script* em outros *software*, possibilitando adicionar funcionalidades e automatizar tarefas. Foi criada por Guido Van Rossum em 1990, no Instituto Nacional de Pesquisa para Matemática e Ciência da Computação da Holanda (CWI), e foi criado a partir de outra linguagem de programação da época, chamada ABC (BORGES, 2010).

2.8 Aplicativo de comunicação remota com protótipo

2.8.1 Telegram

É um aplicativo de mensagens com foco na segurança e velocidade, sendo simples e gratuito, sendo compatível com *Android* e IOS (TELEGRAM, 2013).

Segundo a própria empresa, o aplicativo de mensagem é o mais seguro do mercado. Possuindo dois tipos de chats, os comuns usam criptografia de cliente-servidor e podem ser acessados por vários dispositivos, e os bate papos secretos usam criptografia *end to end*² e só são acessados a partir dos dispositivos participantes (KOUZBIT, 2013).

² A criptografia end to end: (ponta a ponta em português) é um sistema em que a mensagem sai codificada do aparelho que a envia e só pode ser decodificada quando chegar ao destinatário. (FOLHA, 2016).

3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.1 Comunicação remota

O projeto trabalha com o monitoramento e controle do protótipo à distância, onde o mesmo é ligado e desligado pelo celular com a utilização de um *bot* do aplicativo de mensagens *telegram*, os *bots* consistem em processos automatizados para desempenhar alguma função, podem ser programados para as mais diversas funções, como interagir com o usuário. Para criação de um *bot* pelo *telegram* para a utilização do projeto é preciso seguir os seguintes processos (RODRIGUES; COSTA; MEIRELLES, 2000):

- a) ir na aba de pesquisa do aplicativo e procurar pela palavra "*BotFather*" e clicar no item que aparecerá;
- b) com a nova aba aberta, digitar `"/start"` (sem a utilização das aspas);
- c) posteriormente digitar `"/newbot"` (sem a utilização das aspas);
- d) depois digitar o nome que se deseja dar ao *bot*.

O resultado desse processo resultará em um número de endereço do seu *bot*, este número é essencial, pois através da utilização dele na programação do protótipo que é possível a comunicação remota de ambos.

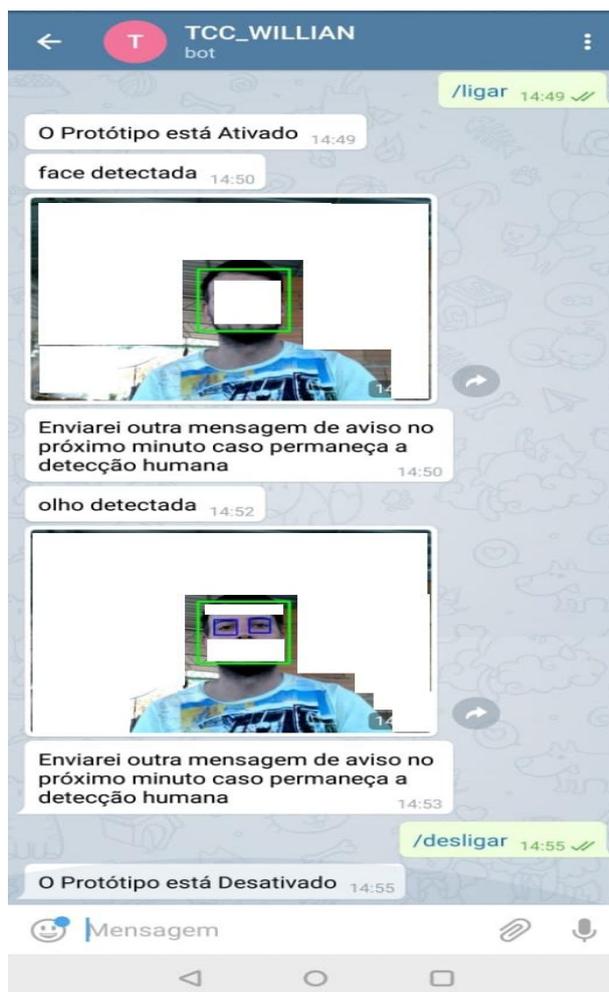
O controle e comunicação remota funciona do seguinte modo:

- a) para ligar o protótipo é preciso escrever o comando `"/ligar"` (sem a utilização das aspas);
- b) o protótipo retornará a seguinte mensagem: "o protótipo está ativado", informando e confirmando que está ligado;
- c) no momento da detecção de face ou olhos, o protótipo mandará a seguinte mensagem: "face detectada" ou "olho detectado" juntamente com a imagem da detecção;
- d) por fim o protótipo mandará uma mensagem de aviso de tempo para uma possível próxima detecção de face ou olho: "enviarei outra mensagem de aviso no próximo minuto caso permaneça a detecção humana";

- e) para desativação do protótipo é preciso mandar uma mensagem para ele com o comando "/desligar" (sem a utilização das aspas).

A figura 8 demonstra as atividades de comunicação remota citadas anteriormente.

Figura 8: Comunicação remota



Fonte: Autor (2018)

3.2 Protótipo

O *hardware* do protótipo consiste em uma placa de *raspberry*, uma câmera, e um cabo de alimentação, como mostrado na figura 9.

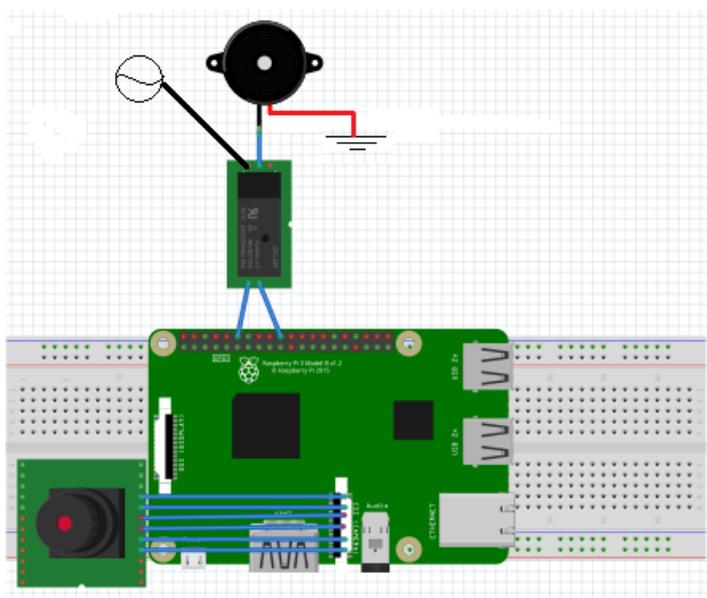
Tendo uma conexão com o relé que irá acionar o alarme caso solicitado, como mostrado no circuito feito através do *software fritzing* na figura 10, com isso energizando o circuito do alarme.

Figura 9: Imagem do protótipo



Fonte: Autor (2018)

Figura 10: Circuito de ligação



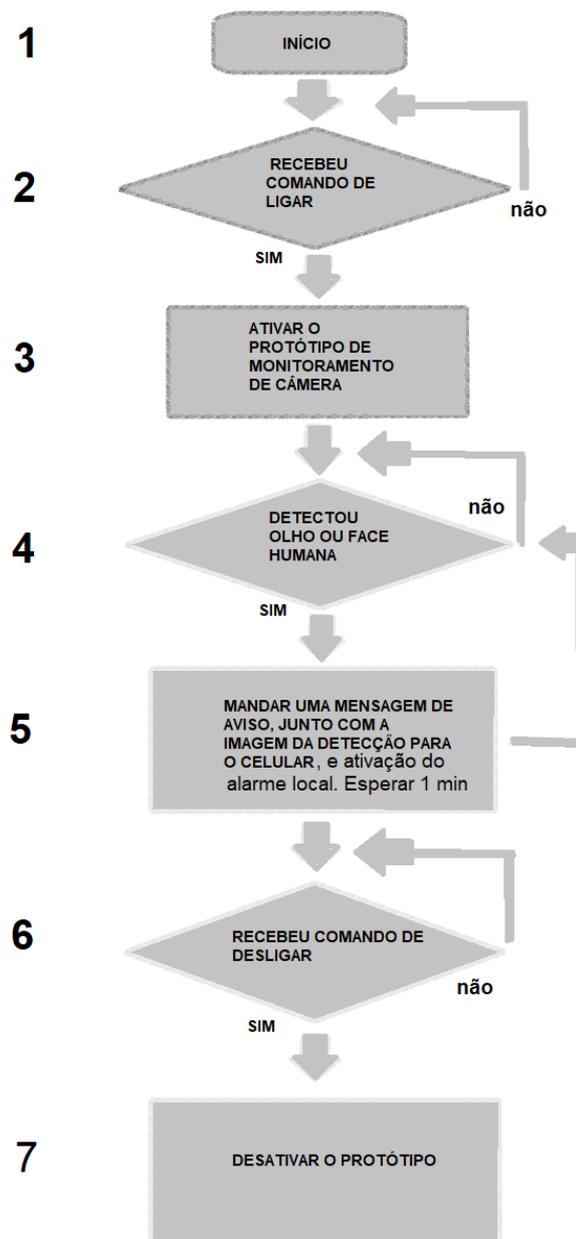
Fonte: Autor (2018)

3.3 Fluxograma do protótipo

Na elaboração de um algoritmo devem-se especificar ações claras e precisas, que a partir de um estado inicial produzem um estado final previsível. Ele fixa um padrão de comportamento a ser seguido, resultando no mesmo resultado de resolução de problema operando sobre as mesmas condições.

A figura 11 apresenta o fluxograma do algoritmo utilizado no projeto, posteriormente explicado.

Figura 11: Fluxograma



Fonte: Autor (2018)

Para melhor explicação, o fluxograma acima será dividido em partes. O número 1 "início", refere-se ao momento que ele está apto ao funcionamento, está à espera do comando para ligar.

O número 2 indica o momento que o protótipo recebe o comando "/ligar" enviado pelo aplicativo de mensagens do celular.

Em seguida, o número 3 informa que o protótipo está ligado e já monitorando as imagens concedidas pela câmera em busca de olhos ou face humana.

O número 4 refere-se a condição de ter ou não detectado olho ou face humana, caso seja positivo para detecção, o protótipo irá para ação seguinte.

Na etapa número 5, será enviado para o celular cadastrado uma mensagem de aviso, junto da imagem de detecção, mostrando a foto do invasor para o dono do imóvel, no mesmo instante estará sendo acionado, através de um relé, o alarme local. O alarme ficará ligado pelo tempo determinado de um minuto, depois disso ele será desligado, e o protótipo retornará para a etapa número 4, buscando novamente a detecção na imagem da câmera.

O número 6 é o momento que o protótipo recebe do celular o comando de "/desligar", fazendo a desativação do mesmo e parando com o monitoramento das imagens, com isso, ele volta para o estágio número 1 novamente.

4 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROTÓTIPO

4.1 Luminosidade

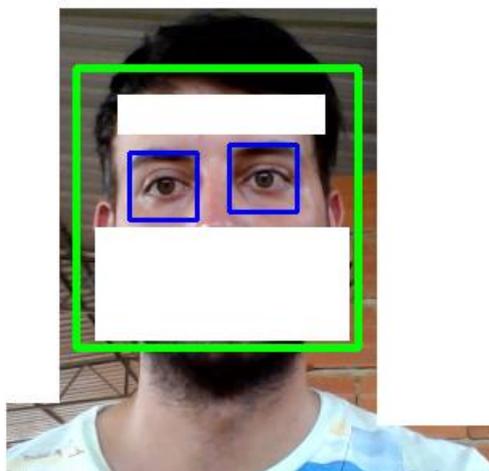
Para ser possível a detecção de olhos e face humana é necessário que o objeto a ser analisado esteja visível para a câmera do protótipo, por isso se torna ineficaz a detecção em ambientes escuros com a iluminação abaixo dos 2 lux, ou em período noturno. Para resolução desse problema é necessário a instalação no ambiente onde se deseja a utilização do protótipo de iluminação acionadas por sensores de presença, onde a iluminação é acionada de forma automática na detecção de movimento pelo sensor de movimento.

4.2 Distância de detecção

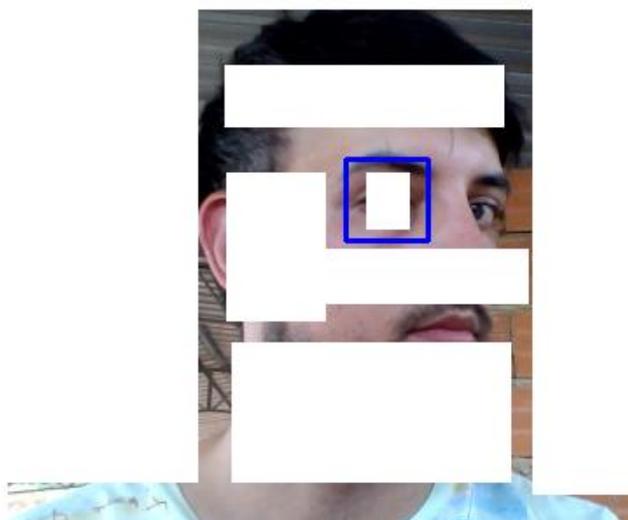
A distância de detecção é importante para se saber a área que o protótipo cobrirá e atuará caso necessário. Para os testes realizados com a câmera de 5Mp desse protótipo, onde uma pessoa passava em frente ao mesmo à determinada distância, sendo essa distância aumentada até a perda de detecção pelo protótipo, foi possível obter a detecção de face humana numa distância de até 3,5m, tendo uma distância máxima de 2,5m de detecção sem perdas na qualidade. Para a detecção de olhos, os testes mostraram uma detecção de até 1,5m tendo a distância máxima de 1m sem perdas na qualidade de detecção.

4.3 Posição do rosto para melhor detecção

Para ser possível a detecção de face humana pelo protótipo, a face tem que estar direcionada para a câmera, como mostrado na figura 12, destacada pelo retângulo verde, caso a face esteja de perfil para a câmera, o protótipo não obtém características suficientes (como olhos, boca e nariz) para identificar uma imagem como face humana. Mas ainda é possível a detecção do olho, desde que ele esteja aparecendo de forma clara para a câmera, como mostrado na figura 13, destacado pelo retângulo azul. Os quadros brancos presentes nas imagens são para preservar a identidade da pessoa utilizada para os testes.

Figura 12: Detecção frontal da face

Fonte: Autor (2018)

Figura 13: Detecção lateral da face

Fonte: Autor (2018)

4.4 Melhores locais para instalação do protótipo

O protótipo se mostrou eficaz quando sua câmera se posiciona de frente para o rosto humano, tendo isso em consideração, os melhores locais para instalação do mesmo seria nas entradas da residência ou dos cômodos (como portas e janelas), levando em consideração que o invasor precisaria estar de frente para entrar nesses locais. Tendo em vista o tamanho da câmera utilizada, seria possível a instalação dela em portas (disfarçada até como olho mágico), tendo mais êxito na busca por uma visão frontal.

4.5 Precisão de detecção

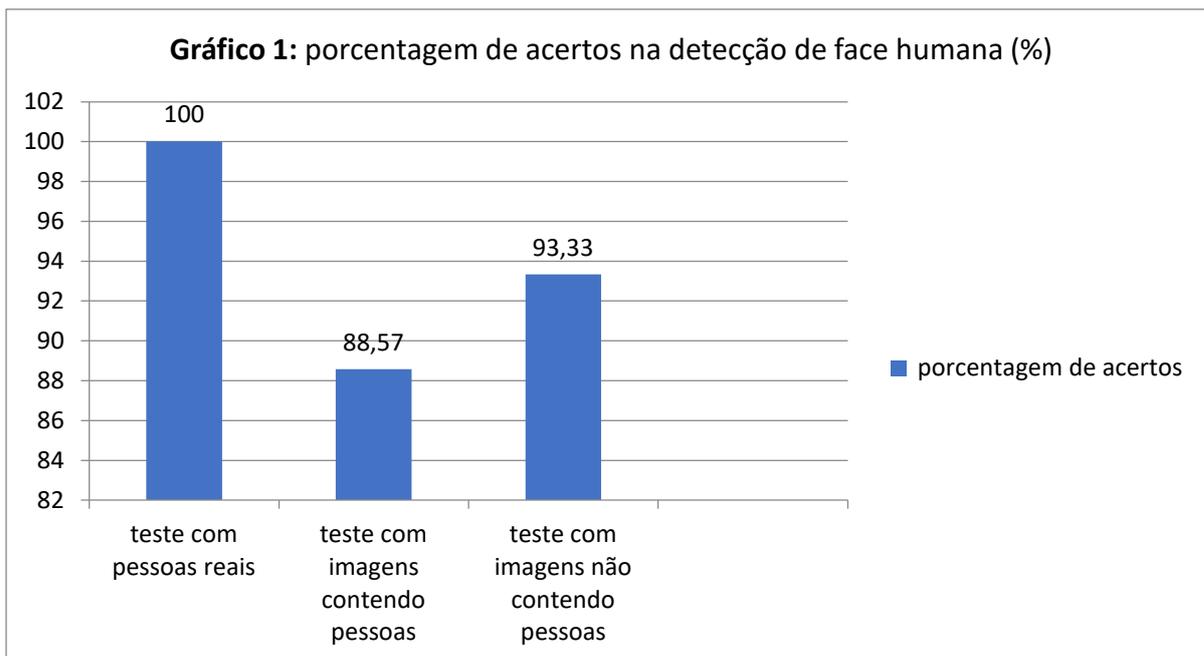
Para obtenção de dados sobre a precisão da detecção de olhos e faces humanas pelo protótipo, além de testes com pessoas reais, o mesmo foi submetido a um teste onde a câmera foi direcionada em frente a tela de 14 polegadas de um computador, numa distância de 0,50m onde foram analisadas 50 imagens, entre elas imagens de pessoas, animais, planetas, natureza, navios, aviões, estátuas e quadros de arte.

4.5.1 Detecção de face humana

No teste realizado por pessoas reais, onde uma pessoa passava andando em frente ao protótipo numa distância de um metro, com a face direcionada para ele e com uma iluminação ambiente alta, o êxito deste teste foi de 100%, sendo que esse teste foi repetido 25 vezes, distribuído por 3 pessoas diferentes, sendo dois homens e uma mulher .

No teste com imagens, 35 delas eram imagens de pessoas aleatórias encontradas no site de pesquisas do *Google*. Nesse teste, o intuito é que o protótipo reconhecesse faces humanas em todas as imagens, porém ele totalizou um acerto de 88,57%, não detectando face humana de forma constante em 4 imagens.

Nas demais, 15 imagens não humanas analisadas para detecção de face, onde o objetivo era a não detecção de face humana, houve a porcentagem de 93,33% de acerto, chegando a detectar face humana em uma imagem, esse erro aconteceu por um 1s, porém esse tempo já é o bastante para ativação do envio de mensagem de aviso para o celular. O gráfico 1 mostra os dados apresentados acima.



Fonte: Autor (2018)

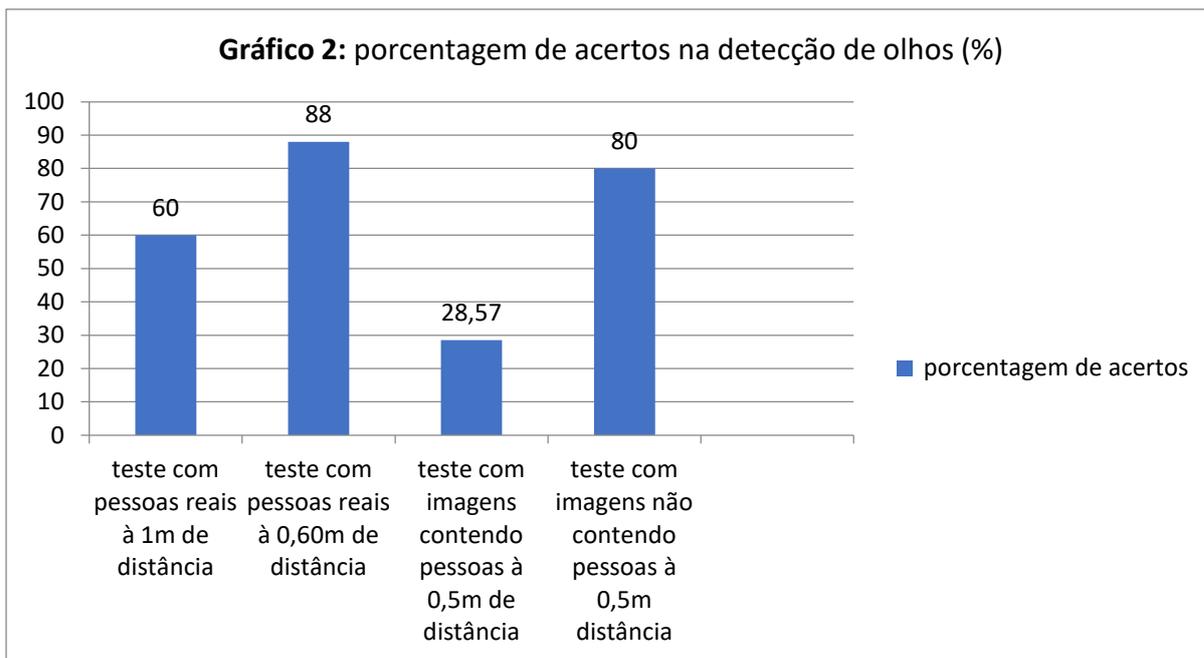
4.5.2 Detecção de olhos

Para o teste de detecção de olhos pelo protótipo, foram realizados os mesmos procedimentos para o teste de detecção de face citado acima.

No teste com pessoas reais, realizado 25 vezes e a 1m de distância do protótipo, houve uma porcentagem de detecção de 60%. Quando se reduz a distância para 0,60m, a porcentagem de detecção aumenta consideravelmente para 88%.

Nos testes com as imagens na tela do computador, a porcentagem de detecção de olhos nas 35 fotos de pessoas, com uma distância de 0,50m, foi de somente 28,57%. Tal dado deve ser levado em consideração o tamanho do monitor utilizado para o teste, sendo de somente 14 polegadas, mostrando imagens do tamanho proporcional à tela.

Com relação ao teste de imagens não contendo pessoas, onde o objetivo era a não detecção de olhos, o protótipo demonstrou uma eficiência de 80%, onde se mostrou uma falha por detectar 3 objetos de formatos circulares como sendo olhos. O gráfico 2 mostra os dados apresentados acima.



Fonte: Autor (2018)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos atuais de monitoramento residencial de combate a furtos e invasões são através de sensores de movimentos, que são atuados com a movimentação de qualquer objeto ou ser vivo, sendo muitas vezes acionados até de forma desnecessária devido a animais de estimação da residência ou até pássaros que possam entrar no local. Um método alternativo que evitaria acionamentos desnecessários e com isso transtornos causados por barulho de alarmes seria o monitoramento de presença facial humana e de olhos, através de câmera de segurança.

Com grandes investimentos e avanços tecnológicos na área de segurança, o reconhecimento de imagens para tomada de decisões se mostra como uma área de futuro próspero e promissor.

De modo geral os experimentos realizados foram satisfatórios. O primeiro experimento foi em relação da comunicação remota que seria realizado entre o celular e o protótipo via aplicativo de mensagens *telegram*, no qual se mostrou totalmente eficiente, excedendo expectativas com relação a sua velocidade de recebimento e envio de mensagens.

O segundo experimento analisou a detecção de faces humanas, também se mostrando eficiente na porcentagem de acertos em suas detecções, e sendo satisfatório com relação a distância máxima para atuação, porém, se mostrando ineficiente em ambientes escuros.

Por último, a detecção de olhos pelo protótipo se mostrou a menos eficiente dentre os testes realizados, tendo uma distância máxima para detecção menor do que para a detecção facial, e apresentado também uma taxa menor de acerto em suas detecções.

De acordo com as análises dos resultados finais obtidos pelo protótipo desenvolvido, obtendo as funções de monitorar uma câmera de segurança, e na presença e detecção de olhos ou face humana, enviar uma mensagem de aviso junto com uma imagem tirada pela câmera, para o celular cadastrado via aplicativo de mensagens, além dele ativar o alarme local, sendo o protótipo ligado e desligado de forma remota pelo celular. Obtendo assim os objetivos iniciais do trabalho, alcançando resultados gerais satisfatórios e com grande porcentagem de acertos em detecções.

5.1 Trabalhos futuros

- a) construir um aplicativo próprio, para utilização da comunicação remota;
- b) construir um modo de comunicação entre o protótipo e a polícia, como uma mensagem gravada de aviso, ou algo do gênero;
- c) fazer alterações, tanto no *software*, tanto no *hardware*, para que o protótipo alcance porcentagens maiores de acertos em suas detecções.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESE. *No caminho da evolução*. Revista Segurança Inteligente, São Paulo, v. 7, n. 17, p. 12, out. 2018.

BARRETO, J. M. *Introdução às redes neurais artificiais*. V Escola Regional de Informática. Sociedade Brasileira de Computação, Regional Sul, Santa Maria, Florianópolis, Maringá, p. 5-10, 2002.

BORGES, L. E. *Python para Desenvolvedores*. 2. ed. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2010. 360p.

FIGUEIREDO, C. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 1913. 2175 p.

FOLHA. Entenda como funciona o novo sistema de criptografia do WhatsApp. Folha de São Paulo, 2016. Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/tec/2016/04/1757710-entenda-como-funciona-o-novo-sistema-de-criptografia-do-whatsapp.shtml>>. Acesso em 12 setembro de 2018 .

FORBELLONE, A. L. V.; EBERSPACHER, H. F. *Lógica de programação*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 218p.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA, 11., 2018, São Paulo. 11º *Anuário brasileiro de segurança pública 2014 a 2017*. São Paulo: Edição especial, 2018.

JAIN, A. K.; LI, S. Z. *Handbook of face recognition*. 2th.ed. New York: Springer, 2011. 699p.

KOUZBIT, O. *New instant messenger Telegram protected even from spy intrusions*. Venturebeat. 2013. Disponível em <<https://venturebeat.com/2013/11/12/telegram-messenger-app/>> . Acessado em 18 de junho de 2018.

OSÓRIO, F.; BITTENCOURT, R. *Sistemas Inteligentes baseados em Redes Neurais Artificiais aplicados ao Processamento de Imagens*. In: Workshop de inteligência artificial, I, 2000, Rio Grande do Sul. p. 30.

PADILLA, R.; FILHO, C. F. F. C.; COSTA, M. G. F. *Evaluation of haar cascade classifiers designed for face detection*. World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 64, p. 362-365, 2012.

RASPBERRYPI. *Módulo de câmera v2*. 2009. Disponível em < <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>> . Acessado em 18 de junho de 2018.

RICHARDSON, M.; WALLACE, S. *Primeiros passos com o raspberry pi*. Primeira Edição. São Paulo: Novatec. p. 20.

ROCHA, C. *Aplicação do Algoritmo Haar Cascata em um Sistema Embarcado para Detecção de Ovos do Mosquito Aedes Aegypti em Palhetas de Análise e Desenvolvimento de Sistemas*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2018.

RODRIGUES, R. F.; COSTA F^o, R. I. T.; MEIRELLES, L. F. T. A programação de bots na elaboração de mundos virtuais para aprendizagem cooperativa em rede. Salão de iniciação Científica. *XII Salão de iniciação científica, Porto Alegre*, v.290, n. 12, p.55, setembro de 2000.

SAJJAD, KM. *Reconhecimento automático de matrículas usando python e openCV*. Faculdade de Engenharia MES, Kuttippuram, Kerala , 2010.

SCHWARTZ, W. R.; PEDRINI, H. *Método para classificação de imagens baseada em matrizes de coocorrência utilizando características de textura*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS. Anais do III Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2003. p.1-11.

SILVA, R. R. *Reconhecimento de imagens digitais utilizando redes neurais artificiais*. 2005. 51p. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

TALICY, E. *A importância do uso da tecnologia contra o crime*. *Jornal Opovo*, 2018. Disponível em < <https://www.opovo.com.br/jornal/reportagem/2018/06/a-importancia-do-uso-da-tecnologia-contr-o-crime.html> >. Acessado em 01 de novembro de 2018.

Telegram .*O que é telegram?*.Telegram.org. 2013. Disponível em <<https://telegram.org/faq#q-what-is-telegram-what-do-i-do-here>>. Acessado em 01 de junho de 2018.

VIOLA, P.; JONES, M. *Rapid object detection using a boosted cascade of simple features*. In: IEEE. Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on. [S.l.], 2001. p.1-1.

WILLIAMS, C. *What is Raspberry Pi?* The Telegraph. 2012. Disponível em <<https://www.telegraph.co.uk/technology/news/9113679/What-is-Raspberry-Pi.html>>. Acessado em 10 de junho de 2018.

APÊNDICE A CÓDIGO DO PROTÓTIPO

```

import cv2
import time
import telepot
import RPi.GPIO as gpio
from telepot.loop import MessageLoop

arqCasc1 = 'haarcascade-frontalface-default.xml'
arqCasc2 = 'haarcascade-eye.xml'
faceCascade1 = cv2.CascadeClassifier(arqCasc1) #
classificador para o rosto
faceCascade2 = cv2.CascadeClassifier(arqCasc2) #
classificador para os olhos

webcam = cv2.VideoCapture(0) # instancia o uso da webcam
gpio.setmode(gpio.BCM)
gpio.setup(5, gpio.OUT)

def mensagem(msg):
    chat_id = msg['chat']['id']
    comando = msg['text']

    if comando == '/ligar':
        print("Ligado")
        bot.sendMessage(chat_id, "O Protótipo está Ativado")
        estado = True

    while estado == True:
        bot.getUpdates()
        if comando == '/desligar':
            print("pausado")
            bot.sendMessage(chat_id, "Pausado")
            estado == False

        x, imagem = webcam.read() # pega efetivamente a
imagem da webcam
        imagem = cv2.flip(imagem, 180) # espelha a imagem
        numPessoa = 1
        cv2.imshow('Video', imagem) # mostra a imagem
captura na janela

        faces = faceCascade1.detectMultiScale(
            imagem,
            minNeighbors=20,
            minSize=(30, 30),
            maxSize=(300, 300)
        )

        olhos = faceCascade2.detectMultiScale(

```

```
        imagem,
        minNeighbors=20,
        minSize=(10, 10),
        maxSize=(150, 150)
    )

    # Desenha um retângulo nas faces e olhos
detectados
    for (x, y, w, h) in faces:
        print("face detectada")
        cv2.rectangle(imagem, (x, y), (x + w, y +
h), (0, 255, 0), 4)
        time.sleep(5)
        imagemFace = imagem
        cv2.imwrite("fotos/pessoa detectada." +
str(numPessoa) + ".jpg", imagemFace)
        time.sleep(5)
        foto = open("fotos/pessoa detectada." +
str(numPessoa) + ".jpg", 'rb')
        bot.sendMessage(chat_id, "face detectada")
        bot.sendPhoto(chat_id, foto)
        bot.sendMessage(chat_id, "Enviarei outra
mensagem de aviso no próximo minuto caso permaneça a detecção
humana")
        gpio.output(5, gpio.HIGH) #ligar a saída
numero 5 do relé
        time.sleep(60)
        numPessoa += 1
        gpio.output(5, gpio.LOW) #desligar a saída
numero 5 do relé

    for (x, y, w, h) in olhos:
        print("olhos detectados")
        cv2.rectangle(imagem, (x, y), (x + w, y +
h), (255, 0, 0), 2)
        time.sleep(5)
        imagemFace = imagem
        cv2.imwrite("fotos/pessoa detectada." +
str(numPessoa) + ".jpg", imagemFace)
        time.sleep(5)
        foto = open("fotos/pessoa detectada." +
str(numPessoa) + ".jpg", 'rb')
        bot.sendMessage(chat_id, "olho detectada")
        bot.sendPhoto(chat_id, foto)
        bot.sendMessage(chat_id, "Enviarei outra
mensagem de aviso no próximo minuto caso permaneça a detecção
humana")
        gpio.output(5, gpio.HIGH) #ligar a saída
numero 5 do relé
        time.sleep(60)
        numPessoa += 1
```

```
        gpio.output(5, gpio.LOW) #desligar a saída
numero 5 do relé
```

```
bot = telepot.Bot('') #aqui é o número do token do bot do
telegram
```

```
MessageLoop(bot, mensagem).run_as_thread()
```

```
print('Esperando comandos...')
```

```
while True:
```

```
    time.sleep(10)
```

```
webcam.release() # dispensa o uso da webcam
```

```
cv2.destroyAllWindows() # fecha todas a janelas abertas
```