



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

PAULO ANTONIO LADEIRA DE OLIVEIRA

**UMA ABORDAGEM PARA LOCALIZAÇÃO DE PLACAS DE
VEICULOS**

**Assis - SP
2017**



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

PAULO ANTONIO LADEIRA DE OLIVEIRA

**UMA ABORDAGEM PARA LOCALIZAÇÃO DE PLACAS DE
VEICULOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando(a): Paulo Antonio Ladeira de Oliveira
Orientador(a): Luiz Ricardo Begosso**

**Assis - SP
2017**

UMA ABORDAGEM PARA LOCALIZAÇÃO DE PLACAS DE VEICULOS

PAULO ANTONIO LADEIRA DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: _____ LUIZ RICARDO BEGOSSO

Examinador: _____ OSMAR APARECIDO MACHADO

Dedico este trabalho a minha namorada Thalita Fulaneto, minha família, amigos e ao meu orientador e também professor Luiz Ricardo Begosso, todos aqueles que me ajudaram direta e indiretamente a concluir este trabalho, todos aqueles que tiveram paciência comigo em momentos de tensão e de empenho, e que me ajudaram a conseguir o que já consegui até hoje na vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades, agradeço também minha namorada e parceira que sempre esteve ao meu lado apoiando e motivando, agradeço também aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao Prof. Dr. Luiz Ricardo Begosso, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Em fim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“É justamente a possibilidade de realizar um sonho que torna a vida interessante”

(Paulo Coelho).

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um método adaptado baseado em técnicas de processamento de imagens para realizar a localização de placas de veículos. O sistema faz uso do método de Canny, Hough, Conci, Carvalho e Rauber para resolução do problema. O método proposto realizou com sucesso a localização de placas de veículos em 94% das imagens analisadas em um bom tempo de execução.

Palavras-chave: Processamento de Imagens, Canny, Hough, Localização de Placas de Veículos.

ABSTRACT

The present work aims to present an adapted method based on image processing techniques to perform the localization of vehicle plates. The system makes use of the method of Canny, Hough, Conci, Carvalho and Rauber to solve the problem. The proposed method performed successfully the localization of vehicle plates in 94% of the analyzed images in a good execution time.

Keywords: Image Processing, Canny, Hough, Location Vehicle Plates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dimensões para placas de veículos. Fonte (CONTRAN, 2007).....	20
Figura 2: Etapas do método	25
Figura 3: Placa dianteira do Veiculo localizada	29
Figura 4: Placa traseira do Veiculo localizada.....	30
Figura 5: Placa dianteira do Veiculo localizada.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONTRAN – Conselho Nacional de Transito

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Contexto e motivação	13
1.2	Objetivo.....	13
1.3	Metodologia de Pesquisa.....	14
1.4	Perspectivas de Contribuição	14
1.5	Estrutura do Trabalho	15
2	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	16
2.1	Imagem Digital	16
2.2	Operador de Canny.....	16
2.3	Morfologia Matemática.....	17
2.3.1	Erosão.....	17
2.3.2	Dilatação.....	18
2.3.3	Abertura e Fechamento	18
2.4	Transformada de Hough	19
2.5	Placa de Identificação de Veículos	20
2.6	Abordagens.....	20
3	MÉTODOLOGIA.....	23
3.1	Descrição da proposta	23
3.1.1	Descrição das etapas.....	24
3.2	Viabilidade e aplicação do método.....	27
4	CONCLUSÕES.....	30
5	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e motivação

Entre as diversas oportunidades e lacunas de pesquisas relacionadas ao problema de localização de placas de veículos, destaca o que chamam de localização rápida e robusta. Este problema tem sido um dos temas de domínio em soluções de identificação de veículos. Porém realizar a localização de placas de veículos em imagens de forma rápida mantendo a precisão do método empregado ainda é um problema.

Algumas propostas para resolver esse problema serão apresentadas no Capítulo 3. Os autores (CONCI; CARVALHO; RAUBER, 2009; KTATA; BENZARTI; AMIRI, 2013; ZHOU, LI, LU, 2012; ASHOORI-LALINI; GHOFRANI, 2011; WEN et al., 2011; YU et al., 2015; TIAN et al., 2015) dessas propostas salientam sobre a dificuldade em resolver esse problema, isso se dá devido a complexidade envolvida para atender um alto nível de detalhes. Uma questão destacada pelos autores é a necessidade de pesquisa devido a importância do problema em sistemas de vigilância, devido ao interesse na área de gestão de tráfego e interesse de autoridades policiais para aplicação da lei.

Assim, este trabalho, faz uso de um método adaptado em uma abordagem para localização de placas de veículos.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem o objetivo de desenvolver um método que possa realizar a localização de placas de veículos de forma rápida e robusta.

Em síntese, o objetivo deste trabalho pode ser desmembrado nos seguintes itens:

- Estudo de técnicas de processamento de imagens aplicadas ao domínio do problema.
- Identificação de uma seqüência de métodos.
- Implementação e avaliação.

1.3 Metodologia de Pesquisa

O método de trabalho empregado no desenvolvimento deste projeto começou com o levantamento da literatura existente. Um estudo para verificar quais são as formas correntes usuais para se resolver o problema analisando diferentes propriedades de cada uma das abordagens, estudo de técnicas de processamento de imagens, tecnologias relacionadas aos recursos de software, hardware, linguagem e bibliotecas.

Em seguida o projeto foi feito em etapas para testes de viabilidade e aplicação. Em seguida foi avaliado o desempenho em taxa de acerto e tempo de processamento.

1.4 Perspectivas de Contribuição

As contribuições esperadas deste trabalho são:

- Uma revisão bibliográfica detalhada do estado da arte.
- Definição de um método eficiente para localização de placa de veículos.
- Implementação do método.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- O Capítulo 2 - apresenta o levantamento bibliográfico acerca dos conceitos fundamentais relacionados ao trabalho, juntamente com abordagens que se relacionam com este trabalho.
- O Capítulo 3 – apresenta o método proposto, as etapas para desenvolvimento e os resultados obtidos.
- O Capítulo 4 - apresenta as conclusões.

2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1 Imagem Digital

A representação de uma imagem digital monocromática é definida por Gonzalez e Woods (2000), como sendo uma função bidimensional $f(x, y)$, da intensidade da luz, onde x e y representam a coordenada espacial, e o valor f em qualquer ponto é proporcional a intensidade ou nível de cinza.

Uma imagem digital é composta por uma quantidade finita de *pixels*. O *pixel* é caracterizado como detalhe da imagem ou menor elemento da imagem, sendo que, cada um dos *pixels* possui uma localização específica e um determinado valor de intensidade.

2.2 Operador de Canny

Canny(1986)propôs um detector de bordas ótimo que procura otimizar a localização de pontos da borda na presença de ruído. Sua abordagem baseia-se numa baixa taxa de erro na identificação dos pontos pertencentes as bordas, numa boa localização dos pontos detectados, devendo ser a mais próxima possível dos pontos de bordas reais e numa resposta a um único ponto de borda, retornando apenas um ponto para cada ponto de borda verdadeiro (CANNY, 1986; GONZALEZ; WOODS, 2010; PEDRINI; SCHWARTZ, 2008).

Ele é realizado em etapas, iniciando-se por uma suavização da imagem através de um filtro Gaussiano. Em seguida, calcula-se a magnitude e a direção do gradiente utilizando aproximações baseadas em diferenças finitas para as derivadas parciais.

Posteriormente ao cálculo do gradiente, a borda é localizada mantendo-se somente os pontos cuja magnitude seja localmente máxima na direção do gradiente, operação denominada de supressão não máxima, que reduz a espessura das bordas. Contudo, fragmentos não desejados causados por ruído ou texturas finas podem estar contidos nas bordas.

Para remover esses falsos pontos de bordas, utiliza-se de um processo de limiarização com histerese. Esse processo consiste no uso de dois limiares distintos, T_1 e T_2 , com $T_2 > T_1$, tal que pontos da borda que possuem gradiente maior que T_2 são mantidos como pontos de borda. Pontos conectados a esses pontos de borda são considerados como pertencentes à borda se a magnitude de seu gradiente estiver acima de T_1 , evitando que as bordas fiquem fragmentadas em múltiplos segmentos.

A escolha dos limiares T_1 e T_2 é fundamental para o processo de detecção de bordas, pois valores muito baixos de limiar produzirão imagens com falsas bordas, enquanto que valores altos de limiar podem eliminar pontos de borda válidos. Canny sugeriu uma razão entre os limiares T_2 e T_1 de dois ou três para um (GONZALEZ; WOODS, 2010).



IMAGEM ORIGINAL

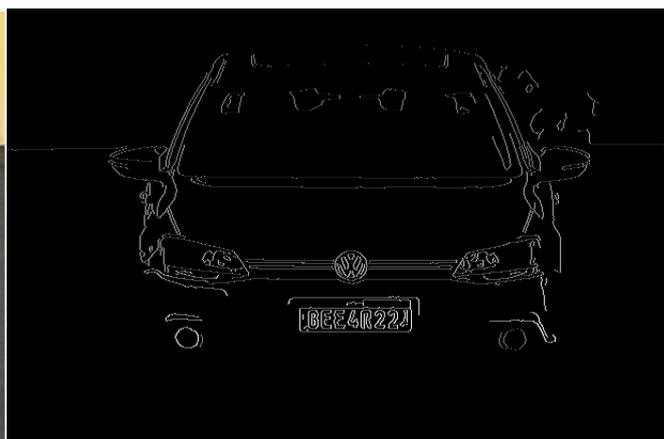


IMAGEM APLICADA OPERADOR DE CANNY

2.3 Morfologia Matemática

2.3.1 Erosão

Segundo Gonzalez e Woods (2010) a erosão é uma operação de diminuição ou afinamento. Considerando A e B como conjuntos de Z^2 , a erosão de A por B , indicada por $A \ominus B$, é definida como:

$$A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\} \quad (2.1)$$

O qual indica que a erosão de A por B é o conjunto de todos os pontos de z tal que B , transladado por z , esta contido em A .

2.3.2 Dilatação

Segundo Gonzalez e Woods (2010) a dilatação aumenta ou engrossa os objetos em uma imagem binária. Considerando A e B como conjuntos de Z^2 , a dilatação de A por B , indicada por $A \oplus B$, é definida como:

$$A \oplus B = \{z \mid (B)_z \cap A \neq \emptyset\} \quad (2.2)$$

O qual indica que a dilatação de A por B é o conjunto de todos os deslocamentos, z , tal que B e A se sobreponham pelo menos por um elemento.

2.3.3 Abertura e Fechamento

Segundo Gonzalez e Woods (2010) a abertura geralmente suaviza o contorno de um objeto, rompe os istmos e elimina as saliências finas. A abertura do conjunto A pelo elemento estruturante B , indicado por $A \circ B$, é definido como:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (2.3)$$

A abertura da imagem binária A pelo elemento estruturante B é a erosão de A por B , seguida de uma dilatação do resultado por B .

O fechamento segundo Gonzalez e Woods (2010) geralmente funde separações estreitas entre objetos, elimina pequenos buracos e preenche as lacunas no contorno.

O fechamento do conjunto A pelo elemento estruturante B , indicado por $A \cdot B$, é definido como:

$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B \quad (2.4)$$

O fechamento da imagem binária A pelo elemento estruturante B é a dilatação de A por B , seguida de uma erosão do resultado por B .

2.4 Transformada de Hough

A transformada de Hough é um método proposto por Paul Hough em 1962 que consiste em detectar formas nas imagens binárias, e é normalmente aplicado a uma imagem que passou anteriormente pela operação de detecção de bordas.

O procedimento mais simples e conhecido da transformada de Hough é a detecção de linhas. Considerando um ponto (x_i, y_i) no plano xy , existe uma infinidade de linhas que passam por ele. Essas linhas têm a forma $y_i = (ax_i + b)$. Rearranjando a equação em termos de parâmetros a e b , a equação resultante é $b = -x_i a + y_i$. Isto é equivalente a uma linha no espaço de parâmetros. Considerando outro ponto (x_j, y_j) , o conjunto de linhas que passa por ele é representado no espaço de parâmetros por $b = -x_j a + y_j$. A intersecção das linhas no espaço de parâmetros no ponto (a', b') determina os parâmetros da linha que passa por ambos os pontos no (x_i, y_i) e (x_j, y_j) no plano xy (MARANA; BREGA, 2008).

Cada eixo do espaço de parâmetros é subdividido em intervalos e tamanho igual, gerando células chamadas acumuladores. Cada acumulador (a, b) no espaço de parâmetros representa uma linha no plano xy . O primeiro passo do algoritmo é atribuir zero a todos acumuladores. Depois, a imagem de entrada é escaneada à procura de pontos de arestas. Para cada ponto (x_i, y_i) , os parâmetros (a, b) de todas as linhas que passam por ele são avaliados usando todos os valores permitidos pela subdivisão da equação $b = -xa + y$. O acumulador correspondente para cada par de parâmetros é incrementado. Depois que todos os pontos de arestas são tratados, os valores nos acumuladores serão o número de pontos de arestas contidos na linha correspondente. Um limiar pode então ser aplicado para selecionar as linhas com o maior número de pontos (MARANA; BREGA, 2008).

2.5 Placa de Identificação de Veículos

A placa veicular brasileira é regulamentada pela Resolução 231¹ do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), esta resolução define especificações técnicas para as placas de identificação de veículos, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1: Dimensões para placas de veículos. Fonte (CONTRAN, 2007).

¹ http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_231.pdf

2.6 Abordagens

Na literatura foram encontradas diversas abordagens relacionadas ao problema de localização de placas de veículos. O tema tem sido abordado pela comunidade acadêmica, o que demonstra sua relevância. No trabalho descrito em Conci, Carvalho e Rauber (2009), é aplicado um método baseado em morfologia matemática para a segmentação de placas de automóveis a partir de cenas complexas. Dois passos são considerados: o primeiro busca a melhoria das imagens adquiridas; o segundo segmenta as regiões da placa. O processo de segmentação é desenvolvido é baseado em duas características: o alto contraste entre o fundo e os

caracteres; e a espessura e distância entre os caracteres. Realizando a localização de 86.04 % em 324 imagens analisadas.

Mais tarde Zhou, Li e Lu (2012) utilizaram o Principal Visual Word (PVW) com base no Bag-ofWords (BoW) para localizar placa de veículos, realizando a localização com uma media de acurácia de 93.2 % para a base uma de 410 imagens e 84.8 % para a base de 112 imagens. Já Ktata, Benzarti e Amiri (2013) abordaram sobre um método para localização de placa de veículos com base em Filtros de Gabor e Redes Neurais, realizando a localização em 58 imagens. Em Ashoor-Lalini e Ghofrani (2011) é proposto um método para localizações de placa de veículos usando densidade de borda, operador de Sobel, operações morfológicas e características geométricas, realizando a detecção de 95.2% de 350 imagens analisadas.

Um sistema de transporte inteligente em tempo real foi proposto em Wenet al.(2011) e utilizado um algoritmo de segmentação chamado *Sliding Concentric Windows* (SCW) em conjunto com uma rede neural para a detecção de caracteres, realizando a localização de 97,16% das imagens em 158ms por imagem. Logo após Yu et al. (2015) propuseram um método robusto baseado em transformada wavelet e decomposição modo empírico para localização da placa de veículos, realizando a localização de 97.91 % de 1088 imagens em 8 bases em 0.58s a 0.62s por imagem.

Concomitantemente Tian et al. (2015) propôs um algoritmo AdaBoost combinado com o modelo de cor diferencial. O algoritmo proposto é composto por um passo grosseiro de localização e um passo de localização preciso. No passo de localização grosseiro, uma imagem binária é obtida para selecionar as regiões candidatas a placa utilizando o modelo de cor diferencial. Em seguida, passo de localização precisa, as características obtidas anteriormente, em conjunto com outras características são utilizados pelo algoritmo para treinar os classificadores AdaBoost e localizar as placas, realizando a localização em 95.0% de 758 imagens em 3 bases.

Em virtude das propostas citadas acima pode-se destacar algumas observações importantes: as abordagens descritas realizam a localização da placa de veículos, no entanto o tempo de processamento não é mostrado na maioria das abordagens, bem como há um nível de complexidade exigido para atingir resultados

mais precisos. Outros trabalhos gastam bastante tempo na fase de treinamento para conseguir uma representatividade forte de amostras. No trabalho descrito em Conci, Carvalho e Rauber (2009), foi aplicado um método baseado em morfologia matemática para a segmentação de placas de automóveis a partir de cenas complexas. Embora o método possa ser adequado para o problema, o sucesso de aplicação do mesmo depende da integração de outros métodos para diminuir as possibilidades de falsas localizações bem como o tempo de processamento.

3 MÉTODOLOGIA

3.1 Descrição da proposta

O projeto e desenvolvimento do sistema consistem em um método adaptado que possa realizar a localização de placa de veículos de forma rápida e robusta. A Figura 2 demonstra as etapas do método.

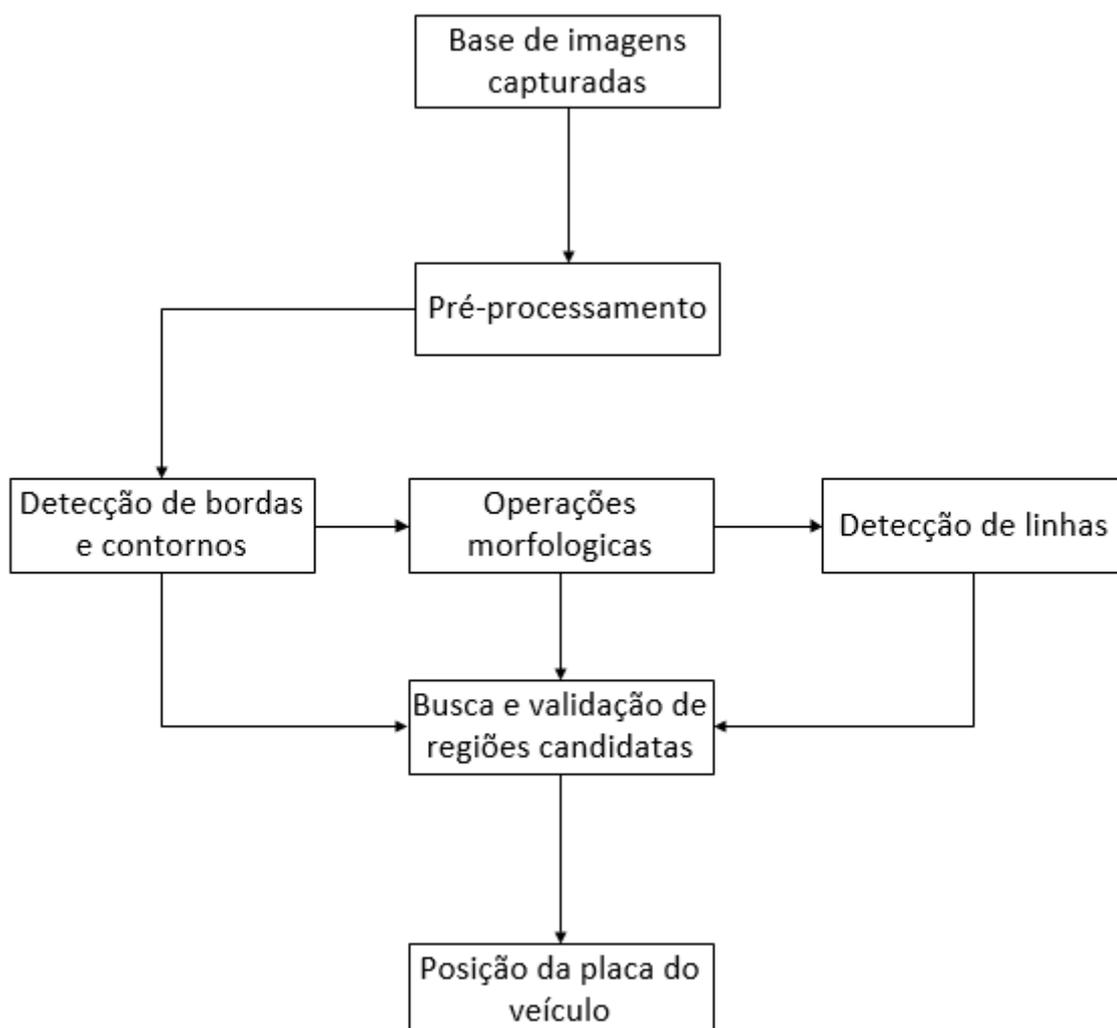


Figura 2: Etapas do método

O detalhamento das etapas do método descrito na Figura 2 será realizado a seguir.

3.1.1 Descrição das etapas

Base de imagens capturadas: Consiste nas imagens adquiridas.

```
std::string dir = "C:\\veiculos\\";
b = FindFirstFileA((dir + "*.JPG").c_str(), &arquivos);
```

Pré-processamento: Tem como objetivo melhorar a imagem, de forma a auxiliar os processos seguintes. Nesta etapa é realizada a conversão da imagem RGB capturada em tons de cinzas bem como a suavização gaussiana da mesma para diminuição de ruído.

```
cvtColor(imagemC, imagemCC, CV_BGR2GRAY);
GaussianBlur(imagemCC, imagemCF, Size(3, 3), 0, 0);
```

Deteção de bordas e contornos: Nesta etapa é aplicado o operador de Canny (1986) para detectar as bordas da imagem. Os contornos dos objetos serão detectados usando o método de Suzuki (1985) e representação poligonal.

```
Canny(imagemCF, imagemCanny, 120, 255, 3);
findContours(imagemCanny, contornos, nEstrutura, CV_RETR_TREE,
CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE, Point(0, 0));
```

Busca e validação de regiões candidatas: Os contornos são organizados em uma árvore e manipulados de forma a obter informações de área e aproximação poligonal. O método de Douglas e Peucker (1973) é utilizado para realizar a simplificação no processo de aproximação. Informações de ângulo e razão também são utilizados no processo de busca e validação de regiões candidatas a placa veicular.

```
approxPolyDP(Mat(contornos[i]), apContornos[i], arcLength(contornos[i],
true)*0.05, true);
```

```

fR = minAreaRect(apContornos[i]);
double rCA = (double)fR.size.width / fR.size.height;
if (apContornos[i].size() > 3 && (fabs(contourArea(apContornos[i])) > 520
&&      fabs(contourArea(apContornos[i]))      <      1300)      &&
isContourConvex(apContornos[i]))
if (fabs(fR.angle) > 85 && fabs(fR.angle) < 105)

```

Operações morfológicas e detecção de linhas: É aplicado o método de Conci, Carvalho e Rauber (2009) e o método de Paul Hough (1962) adaptado com o método anterior. A adaptação é realizada após a utilização do detector de bordas de Canny.

```

morphologyEx(imagemCanny, fLO, MORPH_CLOSE, eleE1);
morphologyEx(fLO, aLVamin, MORPH_OPEN, eleE2);
morphologyEx(aLVamin, aLVamax, MORPH_OPEN, eleE3);
sub = aLVamin-aLVamax;
morphologyEx(sub, aLHlmin, MORPH_OPEN, eleE4);
dilate(aLHlmin, drp, eleE5);

```

```

HoughLines(dil, lines, 1, CV_PI/180, 1, 0, 0 );

```

```

for( size_t i = 0; i < lines.size(); i++ )

```

```

{
float r = lines[i][0], t = lines[i][1];
double cos_t = cos(t), sin_t = sin(t);
double x0 = r*cos_t, y0 = r*sin_t;
double alpha = 1000;

```

```

Point pt1( cvRound(x0 + alpha*(-sin_t)), cvRound(y0 + alpha*cos_t) );

```

```

Point pt2( cvRound(x0 - alpha*(-sin_t)), cvRound(y0 - alpha*cos_t) );

```

```

if (sin_t==1)

```

```

{

```

```

if (r>1*dil.rows/2 && r<dil.rows-20)
{
rank.push_back(r);
if(minrow > r)
    minrow = r;
if(maxrow < r)
    maxrow = r;

    line( cdst, pt1, pt2, Scalar(0,255,0), 3, CV_AA);

}
}

if (sin_t==0)
{
if (r>1*dil.cols/3 && r<2*dil.cols/3)
{

if(mincol > r)
    mincol = r;
if(maxcol < r)
    maxcol = r;
    line( cdst, pt1, pt2, Scalar(255,0,0), 3, CV_AA);
    //cout<<"r="<<r<<endl;
}
}
}

```

Posição da placa do veículo: Caso uma determinada região candidata a placa veicular seja validada, é desenhado um retângulo azul indicando sua localização.

```

drawContours(imagemC, apContornos, i, CV_RGB(0, 0, 255), CV_FILLED,
8);

```

3.2 Viabilidade e aplicação do método

A fim de verificar a viabilidade do método, foram implementadas as etapas da Figura 2 levando em consideração três imagens de veículos em diferentes situações de ambiente e posição.

A Figura 3 mostra a placa dianteira do veículo localizada na imagem em ambiente diurno sem condições adversas, o qual apresentou 100% de taxa de acerto e o tempo de processamento de 42,657ms (ou 0,04 s).



Figura 3: Placa dianteira do veículo localizada na imagem

A Figura 4 mostra a placa traseira do veículo localizada na imagem em ambiente noturno sem condições adversas, o qual apresentou 100% de taxa de acerto e o tempo de processamento de 51,284ms (ou 0,05 s).



Figura 4: Placa traseira do veículo localizada na imagem

A Figura 5 mostra a placa dianteira do veículo localizada na imagem em ambiente diurno com condições adversas sendo ela a posição em que o veículo se encontra, mesmo assim o método no qual apresentou 100% de taxa de acerto e o tempo de processamento de 207,827ms (ou 0,20s).



Figura 5: Placa dianteira do veículo localizada na imagem

Após a realização de melhorias para adequação do sistema, o método foi testado com 100 imagens de veículos em diferentes condições de análise, realizou a localização de placas de veículos com 94% de acerto e obteve um tempo médio por imagem de 64,00 ms (ou 0,06 s).

TABELA COMPARATIVA DE MÉTODOS DE LOCALIZAÇÃO DE PLACAS DE VEICULOS

AUTOR	NOME MÉTODO	QUANTIDADE IMAGENS	TAXA DE ACERTO (%)	TEMPO MÉDIO DE PROCESSAMENTO
PAULO ANTONIO (2017)	MÉTODO ADAPTADO(CANNY, MORFOLOGIA MATEMATICA E TRANSFORMADA DE HOUGH).	100 IMAGENS	94%	64,00(MS) OU 0,06 SEGUNDOS POR IMAGEM
CONCI, CARVALHO E RAUBER (2009)	MORFOLOGIA MATEMÁTICA DE SEGMENTAÇÃO	324 IMAGENS	86,04%	NÃO APLICOU
ZHOU, LI e LU (2012)	PRINCIPAL VISUAL WORD	112 IMAGENS	84,80%	NÃO APLICOU

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi proposto um método alternativo adaptado em vários métodos já existentes na literatura para localização de placas de veículos. Comparando com as abordagens citadas no Capítulo 3 o método possibilitou localizar a placa de veículos de forma mais rápida e uma boa taxa de acerto. Os resultados sugerem que o método proposto possui potencial para ser refinado e disponibilizado como uma opção alternativa para o problema de localização de placas de veículos, e também para identificação de caracteres da placa, logomarca de veículos, circunferências e contornos para possível identificação do modelo do veículo, enfim para diversos trabalhos em imagens usando formas, ângulos, bordas, contornos, razão e área.

5 REFERÊNCIAS

ASHOORI-LALINI. M., GHOFrani. S., "An Efficient Method for Vehicle License Plate Detection in Complex Scenes", Scientific Research Circuits and Systems, vol. 2, no.4, 2011, pp. 320-325.

CANNY, J. A. Computational Approach to Edge Detection. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on., v. 8, n. 6, 1986, p.679-698.

CANNY, J. A. Finding edges and lines in images.M.I.T. Artificial Intell.Lab., Cambridge., MA, 1983, Rep. AI-TR-720.

CONCI A.; AZEVEDO E.; LETA F. R. Computação Gráfica.v. 2, Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CONCI, A.; CARVALHO, J.E.R.; RAUBER, T. W.A complete system for vehicle plate localization, segmentation and recognition in real life scene. Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)., v.7, n.5, 2009, p.497-506.

DOUGLAS, D.; PEUCKER, T. Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. The Canadian Cartographer., v. 10, n. 2, 1973, p. 112-122.

FAWCETT T. An introduction to ROC analysis, Pattern Recognition Letters. Pattern Recognition Letters.,v. 27, n. 8, 2005, p. 861-874.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Processamento de Imagens Digitais. São Paulo: EdgardBlücher, 2000.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Processamento de Imagens Digitais. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

KTATA, S, BENZARTI F., AMIRI. H., "License plate localization using Gabor filters and neural", Proceedings of the International Conference Industrial Electronics, Control Instrumentation, 2013, pp. 1734-1738.

MARANA, A. N.; BREGA J. R. F. Técnicas e Ferramentas de Processamento de Imagens Digitais e Aplicações em Realidade Virtual e Misturada. Bauru: Unesp/FC, Editora Canal 6, 2008.

PEDRINI, H.; SCHWARTZ, W. R. Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos e Aplicações. São Paulo: Thomson Learning, 2008.

SUZUKI S.; ABE K. Topological structural analysis of digitized binary images by border following. Computer Vision, Graphics, and Image Processing., v. 30, n.1, 1985, p. 32-46.

TIAN, Y. et al., "An Algorithm Combined with Color Differential Models for License-Plate Location", Computer Vision: CCF Chinese Conference, CCCV 2015, 2015, pp.429-438.

WEN, Y. et al., "An Algorithm for License Plate Recognition Applied to Intelligent Transportation System," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 12, no. 3, 2011, pp. 830-845.

YU, S. et al., "A novel license plate location method based on wavelet transform and EMD analysis", Pattern Recognition, vol. 48, no. 1, 2015, pp. 114-125.

ZHOU. W., LI. H., LU. Y., "Principal Visual Word Discovery for Automatic License Plate Detection", in IEEE Transactions on Image Processing, vol. 21, no. 9, Sept. 2012, pp. 4269-4279.