

# A UTILIZAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL NAS CENTRAIS DE MONITORAMENTO PARA AUXILIAR NA IDENTIFICAÇÃO DE PLACAS DE VEÍCULOS

Márcio Oliveira Corbolan<sup>1</sup>

André Ricardo Prazeres Rodrigues<sup>2</sup>

## Resumo

O objetivo deste artigo é demonstrar que utilizando a visão computacional pode-se aumentar a eficiência das centrais de monitoramento na identificação de placas de veículos. O estudo abordou conceitos de segmentação, classificação, reconhecimento e rastreamento de padrões para extrair das imagens captadas, informações como caracteres das placas de forma mais rápida e precisa. Os resultados foram obtidos através do desenvolvimento de um *software*, empregando a biblioteca *open source* de tratamento de imagem, OpenCV, a biblioteca *open source* de conversão de imagem em texto, Tesseract, e da linguagem de programação Java, uma solução aplicável em várias plataformas, integrável e de custo reduzido. Os resultados obtidos foram satisfatórios, constatando o sucesso em detectar os caracteres de uma placa, podendo proporcionar grande auxílio nas centrais de monitoramento.

**Palavras-chave:** Central de monitoramento. Visão computacional. Java. OpenCV. Tesseract.

## THE USE OF COMPUTER VISION IN MONITORING CENTERS TO ASSIST IN THE IDENTIFICATION OF VEHICLE PLATES

### Abstract

The objective is to demonstrate that using the computer vision can increase the efficiency of monitoring centers in the identification of vehicle license plates. The study addressed the concepts of segmentation, classification, recognition, and pattern tracking to extract information from the captured images as quickly and accurately as possible. The results were obtained through the development of software, using the open source library of image processing, OpenCV; The open source library of image-to-text conversion, Tesseract; And the Java programming language, a cross-platform,

---

<sup>1</sup>Bacharel em Sistemas de Informação pelo UGB/FERP.

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia de Transportes pela UFRJ.

cost-effective and integrated solution. The results obtained were satisfactory, noting the success in detecting the characters of a plaque, being able to provide great help in the monitoring centers.

**Keywords:** Monitoring stations. Computer vision. Java. OpenCV. Tesseract.

## Introdução

A utilização de sistemas de monitoramento não é algo novo, o avanço tecnológico e a redução do custo dos materiais possibilitaram a implementação, em especial, no desenvolvimento das centrais de monitoramento das cidades. De acordo com o Portal de Notícias G1 (2012), o mercado de vigilância eletrônica tem um crescimento, 13% ao ano.

Segundo Ballone (2008), a atenção do ser humano tende a mudar espontaneamente depois de um período de focalização, fato rotulado como distração, tendo este, dois estados diferentes; por excesso ou por falta de tenacidade. A falta de tenacidade diz respeito à dificuldade em fixar atenção, desviando a atenção diante de qualquer estímulo ambiental. O excesso de concentração ou tenacidade muito intensa em determinado estímulo, assunto ou representação, acaba impedindo a apreensão de tudo que não se refere ao motivo principal da atenção.

De acordo com Schenatto (2011), a visão computacional pode ser utilizada para identificar doenças em folhas de laranjeiras. Segundo Hirma (2014), a visão computacional pode ser utilizada para fazer o reconhecimento de inscrições numéricas em brincos de identificação de gado.

Para Weinertjardwski (2011), existe a necessidade de construir de programas de prevenção do crime por meio de uma visão humanista e integradora, privilegiando os aspectos preventivos e qualificando a repressão. Sob este aspecto a Prefeitura Municipal de Colombo, de certa forma toma para si a responsabilidade de reprimir o crime mediante o monitoramento de áreas de risco pré-selecionadas. Entretanto, o

sistema de vídeo monitoramento implantado na maioria das vezes apenas “registra” as imagens que são fornecidas posteriormente quando solicitado.

De acordo com Reis (2014), o crescimento da frota de veículos nas rodovias, estradas e vias urbanas do Brasil, é concomitante ao número de acidentes registrados: devido à falta de fiscalização, imprudências dos condutores e da utilização de tecnologias de fiscalização ultrapassadas. Fomentando a ideia de implementar uma aplicação para monitorar o tráfego de veículos.

Através de Ballone (2008), ficou evidente a limitação da atenção do ser humano e a importância do aprimoramento da tecnologia para melhorar a produtividade nas diversas tarefas e áreas. Através de Schenatto (2011) e Hirma (2014), obteve-se conhecimento de que a técnica de visão computacional está cada vez mais inserida no mercado e em diversas áreas. Através de Weinertjardwski (2011), ficou evidente a necessidade de aprimorar uma central de monitoramento. Através de Reis (2014), obteve-se conhecimento de como a técnica de visão computacional pode auxiliar no monitoramento e fiscalização de imprudências. Com base nestes estudos, propõe-se que, as centrais de monitoramento podem se beneficiar com a utilização da visão computacional, pois, terão auxílio no reconhecimento e rastreamento de padrões para extrair das imagens captadas, informações como caracteres das placas de forma mais rápida e precisa, conseqüentemente reduzirão o fator de perda de atenção, melhorando assim a produtividade.

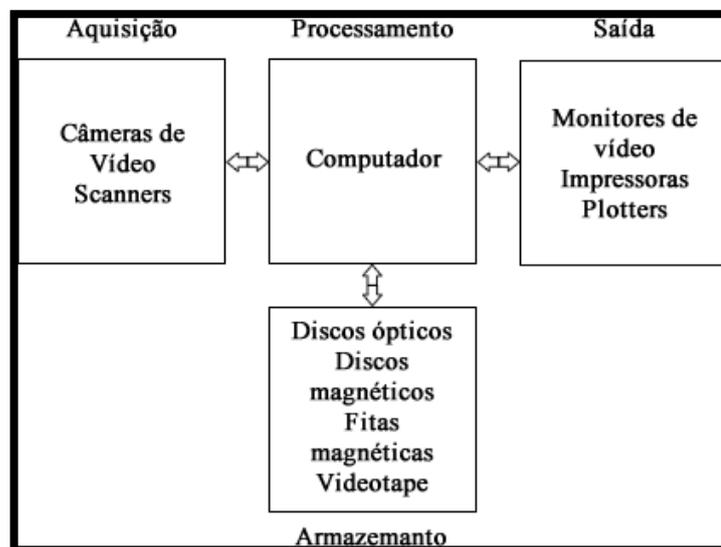
Tendo como referência os trabalhos de Weinertjardwski (2011) e Reis (2014), o objetivo foi de desenvolver uma aplicação que possibilite aprimorar uma central de monitoramento, de forma que, automatize a identificação de placas de veículos que estejam sendo procurados. Esse serviço busca a intensificação da fiscalização devido a automatização, aspecto preventivo em caso de divulgação, melhor alocação da mão de obra e proporcionar maior garantia na localização do veículo, dentro da área de cobertura das câmeras. Neste contexto, a aplicação pode ser executada em cada câmera, empregando os conceitos de segmentação, classificação, reconhecimento e rastreamento de padrões. A aplicação extrairá das imagens captadas, as placas dos

veículos e seus caracteres, de forma que a identificação seja mais rápida e precisa, proporcionando ainda a localização devido ao posicionamento das câmeras.

## Materiais e Métodos

Segundo Filho Marques e Vieira Neto (1999), o diagrama da Figura 1 demonstra os elementos de um sistema de processamento de imagens de uso genérico. Este diagrama permite representar desde sistemas de baixo custo até sofisticadas estações de trabalho utilizadas em aplicações que envolvem intenso uso de imagens. Ele abrange as principais operações que se pode efetuar sobre uma imagem, a saber: aquisição, armazenamento, processamento e exibição. Além disso, uma imagem pode ser transmitida à distância utilizando meios de comunicação disponíveis. Todas estas operações são descritas a seguir.

Figura 1. Elementos de um sistema de processamento de imagens.



Fonte: Filho Marques e Vieira Neto, 1999.

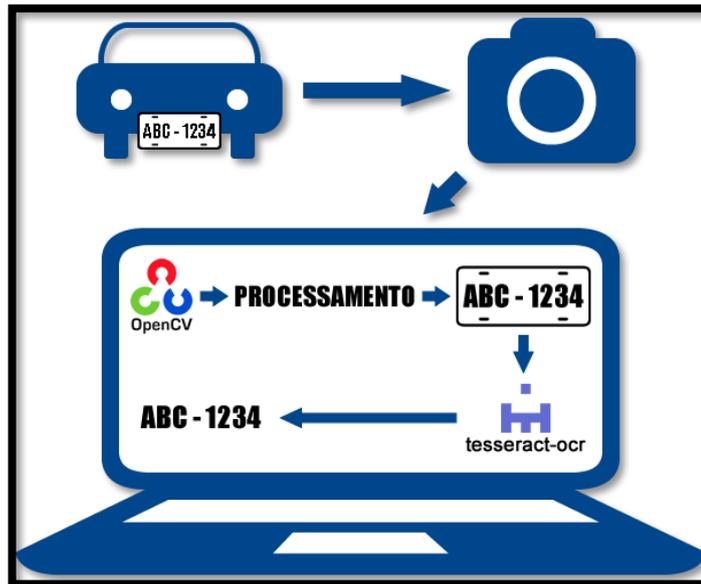
Conforme Pedrini e Schwartz (2008), a visão computacional procura auxiliar a resolução de problemas altamente complexos, buscando imitar a cognição humana e a habilidade do ser humano em tomar decisões de acordo com as informações contidas na imagem. De forma simples, o estudo das tarefas envolvidas em visão computacional é dividido em dois níveis: O processamento de imagens (baixo nível) e análise de imagens (alto nível).

De acordo com Pedrini e Schwartz (2008), o processamento de imagens (baixo nível), consiste em um conjunto de técnicas de capturar, representar e transformar imagens com o auxílio de computador. O emprego dessas técnicas permite extrair e identificar informações das imagens e melhorar a qualidade visual de certos aspectos estruturais, facilitando a percepção e a interpretação automática por meio de máquinas. A análise de imagens (alto nível), é tipicamente baseada na forma, na textura, nos níveis de cinza ou nas cores dos objetos presentes nas imagens. Consiste em um conjunto de tarefas como segmentação de imagens em regiões ou objetos de interesse, descrição desses objetos de modo a reduzi-los a uma forma mais apropriada para representar o conteúdo da imagem e reconhecimento ou classificação desses objetos.

Neste estudo foi utilizado um *notebook* com processador Intel i5 2.40 GHz, 16GBs de memória RAM e sistema operacional Ubuntu 17.04 64Bits. O sensor ótico foi o da câmera integrada do *notebook*. O sistema foi desenvolvido utilizando a plataforma *open source*, Eclipse versão 4.5. O processamento digital das imagens e aplicação de visão computacional foi realizado com a biblioteca *open source*, OpenCV versão 3.1.0. A conversão das imagens em texto foi realizada com a biblioteca *open source*, Tesseract versão 3.04.01. A linguagem de programação utilizada foi o Java versão 8u73 64Bits.

Tendo como referência o estudo de Pedrini e Schwartz (2008), foi definida a seguinte arquitetura: A imagem de um veículo foi capturada através de uma câmera, a aplicação acessou a imagem digitalizada, a biblioteca OpenCV fez o processamento da imagem e posteriormente a biblioteca Tesseract fez o reconhecimento dos caracteres da placa do veículo, conforme Figura 2.

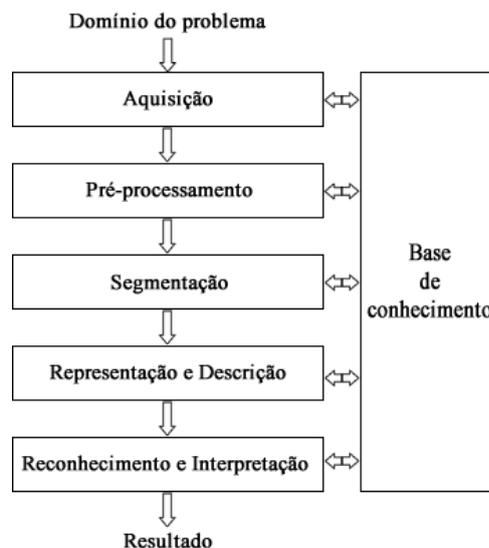
Figura 2. Arquitetura do Projeto.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

De acordo com Pedrini e Schwartz (2008), um sistema de processamento de imagens é composto por: Aquisição; Pré-processamento; Segmentação; Representação e Descrição; Reconhecimento e Interpretação e Base de conhecimento, conforme Figura 3.

Figura 3. Etapas de um sistema de processamento de imagens



Fonte: Pedrini e Schwartz, 2008.

A aquisição, nesta etapa ocorre o processo de captura de imagem, através de um ou mais sensores a imagem é convertida para o formato digital para ser processada posteriormente. Segundo Stolfi (2008), a percepção visual é o produto final da visão. Os olhos, através de movimentos exploratórios, projetam imagens por lentes convergentes sobre superfícies constituídas de células sensíveis à luz. Este processo visual transforma diferenças espaciais de luminância em variações temporais de iluminação retinal, que provocam o disparo de informações para o cérebro possibilitando-o interpretar a imagem. Conforme Filho Marques e Vieira Neto (1999), para se adquirir uma imagem, primeiramente a cena deve ser capturada e convertida em sinal elétrico analógico através de sensores ópticos.

Posteriormente, esse sinal analógico é convertido em sinal digital através de circuitos eletrônicos específicos, criando a imagem digital e tornando possível a interpretação por computadores. Ainda segundo Filho Marques e Vieira Neto (1999), a digitalização da imagem é basicamente a conversão da imagem analógica em uma matriz de M por N pontos, cada ponto é denominado pixel. A imagem digital é discretizada por  $f(x, y)$ , onde  $x$  e  $y$  são coordenadas espaciais em um plano bidimensional e  $f$  em qualquer coordenada  $(x, y)$  é a intensidade ou nível de cinza neste ponto. Quanto maior o número de pixel por polegada de imagem, maior é a qualidade, conforme Figura 4.

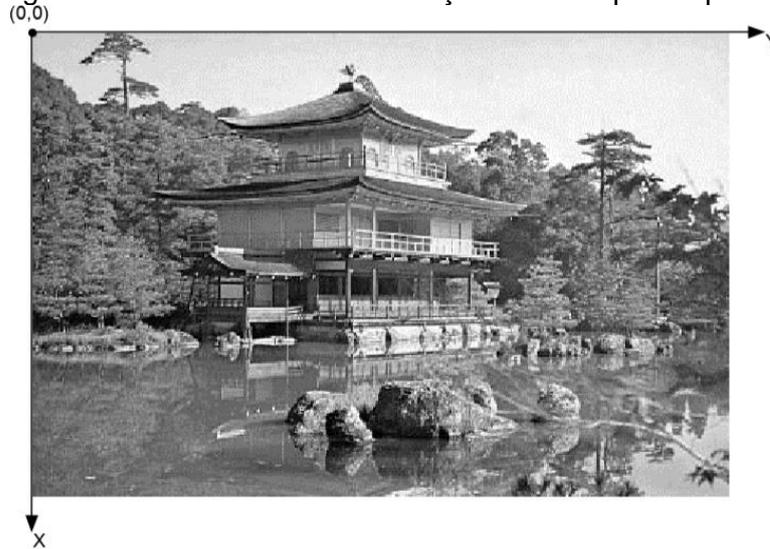
Figura 4. Representação matricial

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

Fonte: Filho Marques e Vieira Neto, 1999.

A Figura 5 mostra uma imagem monocromática e a convenção utilizada neste livro para o par de eixos  $(x, y)$ .

Figura 5. Imagem monocromática e a convenção utilizada para o par de eixos (x,y).



Fonte: Filho Marques e Vieira Neto, 1999.

Segundo Filho Marques e Vieira Neto (1999), quando uma imagem é convertida para sinal digital, ou seja, digitalizada, essa pode ser adequadamente processada, muitas vezes fazendo uso de arquiteturas especiais para agilizar o processo. Portanto, o nível de qualidade do sensor é inversamente proporcional ao nível de tratamento da imagem e diretamente proporcional a qualidade final, o resultado. Tendo como referência o estudo de Filho Marques e Vieira Neto (1999), a aquisição foi feita da seguinte forma: Todas as capturas foram realizadas na resolução de 4160x2340 *pixels*. Para captar e analisar a interferência da iluminação, fotos foram tiradas em dois horários distintos, de tarde as 15 horas e de noite as 18 horas. Para analisar a interferência nas etapas de segmentação, representação e reconhecimento, em cada horário foram tiradas duas fotos, a primeira com a perspectiva frontal e segunda com a perspectiva diagonal, tendo está o sentido irrelevante.

O pré-processamento, de acordo com Filho Marques e Vieira Neto (1999), as imagens resultantes da etapa anterior podem apresentar diversas imperfeições, tais como: presença de pixels ruidosos, contraste e/ou brilho inadequado, caracteres interrompidos ou indevidamente conectados etc. As operações efetuadas nesta etapa são ditas de baixo nível porque trabalham diretamente com os valores de intensidade dos pixels, sem nenhum conhecimento sobre quais deles pertencem. A imagem

resultante desta etapa é uma imagem digitalizada de melhor qualidade que a original. Segundo Araújo (2009), o pré-processamento é uma melhoria da imagem visando aumentar as chances de sucesso das etapas seguintes. Consiste em aplicar técnicas para melhoria do contraste, remoção de ruídos, correção de foco, otimização da imagem e correção de defeitos gerados durante o processo de captura, proporcionando qualidade para as etapas posteriores.

Tendo como referência os estudos de Filho Marques e Vieira Neto (1999) e Araújo (2009), o pré-processamento foi feito da seguinte forma: Primeiro foram realizadas as operações de baixo nível, onde as imperfeições foram reduzidas, aprimorando a qualidade das imagens para as etapas subsequentes. A segmentação, de acordo com Filho Marques e Vieira Neto (1999), esta etapa é responsável por dividir uma imagem em suas unidades significativas, ou seja, nos objetos de interesse que a compõem. Segundo Stolfi (2008), Filho Marques e Vieira Neto (1999), a variação luminosa e o tipo do sensor empregado para aquisição da imagem, interferem diretamente na produção de uma imagem. Portanto, o mesmo processo de segmentação poderá produzir segmentações diferentes em duas imagens de uma mesma cena tomadas com diferentes resoluções e/ou índices de luminosidade diferentes. Existem diversas formas de segmentar uma imagem, mas não existe nenhum método único que seja capaz de segmentar todos os tipos de imagem de forma uniforme.

Conforme Gonzalez e Woods (2010), o processo de segmentação autônoma é uma das tarefas mais difíceis no processamento digital de imagem. Um processo de segmentação ruim torna o processo de reconhecimento do objeto demorado e resultará em falha. Devido a isto, quanto mais exato o processo de segmentação, maior é a chance de obter sucesso no processo de reconhecimento do objeto ou parte do mesmo. Ainda segundo Gonzalez e Woods (2010), a segmentação pode ser baseada em dois tipos, a descontinuidade e similaridade dos diferentes aspectos da imagem. A descontinuidade trabalha com alterações bruscas de intensidade (tons, cores e texturas), tendo foco na detecção de contornos, bordas e pontos. A

similaridade trabalha com similaridades entre pixels, tendo foco no crescimento e junção de regiões.

Como alternativa para o processo de segmentação autônoma, existe o algoritmo de Viola-Jones, conforme o estudo de Viola e Jones (2001), a detecção de objetos é baseada em três conceitos: Na integral de uma imagem, no treinamento de classificadores e o uso de classificadores em cascata. A integral da imagem permite avaliar de forma eficiente o somatório dos valores dos pixels. A partir da integral, padrões são identificados utilizando características Haar-like, máscaras, que usam os valores dos pixels de uma região para subtrair valores dos pixels de outra região, demonstrando assim a diferença de luminosidade entre as áreas. Dado um conjunto de características, treinasse um classificador utilizando o método Boosting, que consiste em comparar classificadores “fracos” com “fortes” e encontrar a melhor relação de acerto, isso é feito com amostras imagens positivas e negativas. Após comparar os classificadores, os mais “fortes”, com maior taxa de acerto, são combinados em forma de cascata, de modo a processar eficientemente as regiões da imagem em que se busca por um padrão.

Tendo como referência os estudos de Filho Marques e Vieira Neto (1999), Gonzalez e Woods (2010) e Viola e Jones (2001), a segmentação foi feita da seguinte forma: O primeiro teste foi feito através da segmentação autônoma utilizando a descontinuidade, que trabalha com alterações bruscas de intensidade (tons, cores e texturas), tendo foco na detecção de contornos, bordas e pontos. O segundo teste foi feito através de classificadores em cascata (Harcascade), que trabalha varrendo a imagem em busca de padrões, baseando na diferença de luminosidade entre áreas.

A representação e descrição, segundo Filho Marques e Vieira Neto (1999), esta etapa procura extrair características das imagens resultantes da segmentação através de descritores que permitam caracterizar com precisão cada dígito contido em uma imagem, assim como apresentar bom poder de discriminação entre dígitos parecidos, como o “5” e o “6”. Nesta etapa a entrada ainda é uma imagem, mas a saída é um conjunto de dados correspondentes àquela imagem. De acordo com Gonzalez e Woods (2010), a representação quase sempre parte do resultado de um estágio de

segmentação, que normalmente são dados primários em forma de *pixels*, correspondendo tanto à fronteira de uma região (por exemplo, o conjunto de pixels que separa uma região da imagem de outra) como a todos os pontos dentro dela. A descrição, também chamado de seleção de características, lida com a extração de atributos que resultam em alguma informação quantitativa de interesse ou que possam ser utilizados para diferenciar uma classe de objetos de outra.

Tendo como referência os estudos de Filho Marques e Vieira Neto (1999) e Gonzalez e Woods (2010), a representação e descrição foi realizada da seguinte forma: As imagens resultantes da segmentação foram processadas pela biblioteca Tesseract e a identificação dos caracteres foi realizada, conseqüentemente exibida em forma de texto.

O reconhecimento e Interpretação, segundo Filho Marques e Vieira Neto (1999), nesta etapa, o termo reconhecimento se refere ao processo de atribuição de um rótulo a um objeto baseado em suas características, traduzidas por seus descritores. O termo interpretação se refere ao processo de atribuir significado a um conjunto de objetos reconhecidos. De acordo com Gonzalez e Woods (2010), o reconhecimento é o processo que atribui um rótulo (por exemplo, “veículo”) a um objeto com base em seus descritores. Tendo como referência os estudos de Filho Marques e Vieira Neto (1999) e Gonzalez e Woods (2010), o reconhecimento e Interpretação foi realizada através da imagem tratada, pois nela o objeto já havia sido segmentado e seus caracteres extraídos. A base de conhecimento se refere a toda e qualquer informação utilizada nos processos.

## **Resultados**

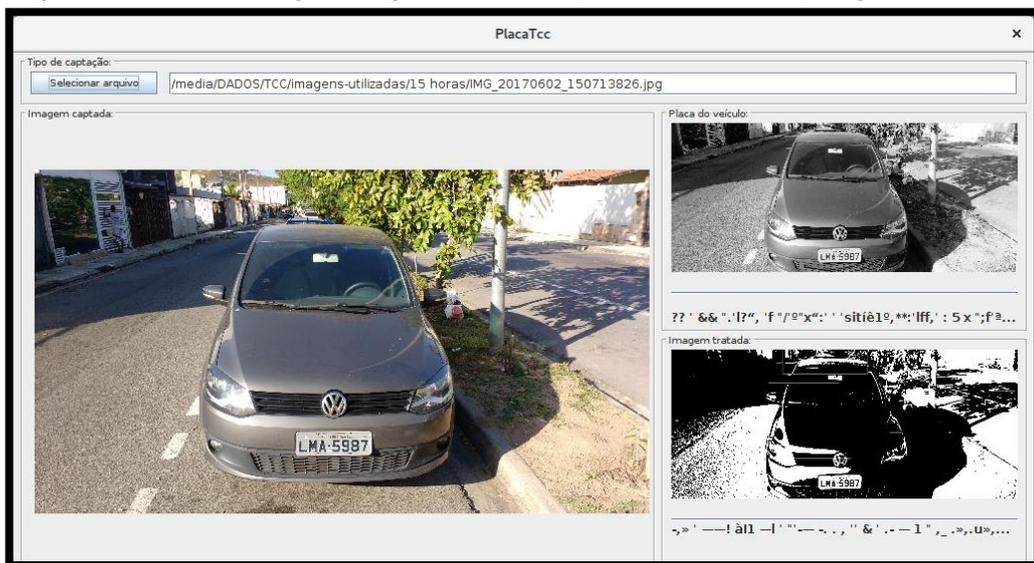
Durante o estudo, as etapas de Aquisição; Pré-processamento; Representação e Descrição; e Reconhecimento e Interpretação foram executadas da mesma forma em todos os testes, tendo somente a etapa de Segmentação duas abordagens. Todas

as imagens utilizadas foram capturadas as 15 horas e as 18 horas, mantendo uma distância média de um metro e meio do sensor e do veículo.

A primeira abordagem foi baseada nos estudos de Filho Marques e Vieira Neto (1999), Gonzalez e Woods (2010), que defende a segmentação autônoma utilizando a descontinuidade, que trabalha com alterações bruscas de intensidade (tons, cores e texturas), tendo foco na detecção de contornos, bordas e pontos.

A primeira captura foi realizada com uma visão ampla e ângulo frontal, conforme Figura 6.

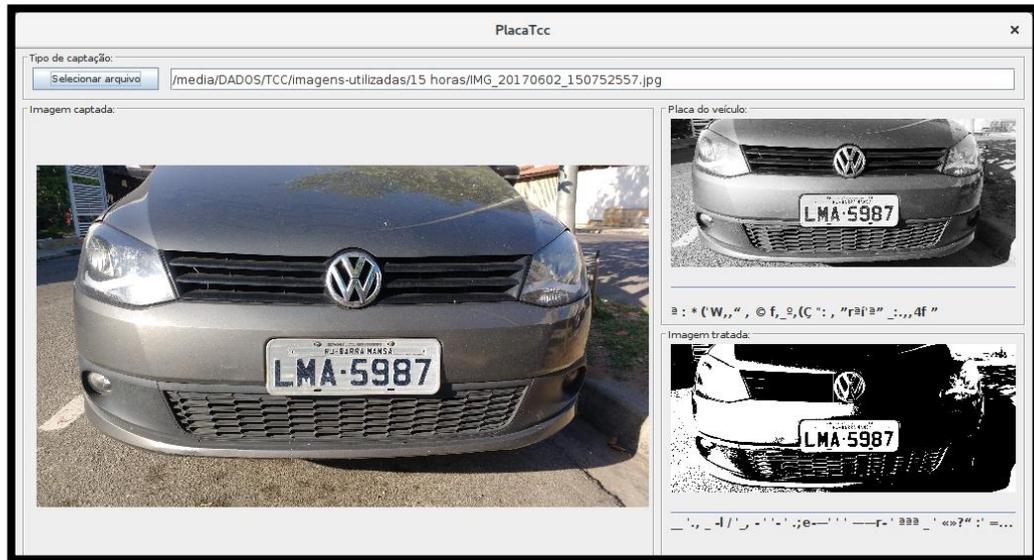
Figura 6. Teste de segmentação autônoma, foto as 15 horas, ângulo frontal #1.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

A segunda captura foi realizada com uma visão focada e ângulo frontal, conforme Figura 7.

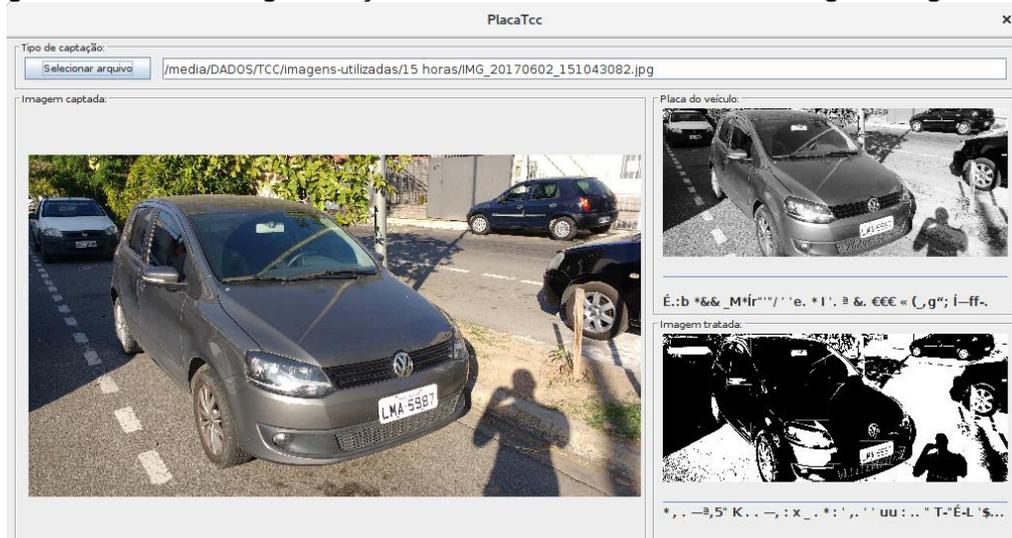
Figura 7. Teste de segmentação autônoma, foto as 15 horas, ângulo frontal #2.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

A terceira captura foi realizada com uma visão ampla e ângulo diagonal, conforme Figura 8.

Figura 8. Teste de segmentação autônoma, foto as 15 horas, ângulo diagonal #1.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

A quarta captura foi realizada com uma visão focada e ângulo diagonal, conforme Figura 9.

Figura 9. Teste de segmentação autônoma, foto as 15 horas, ângulo diagonal #2.

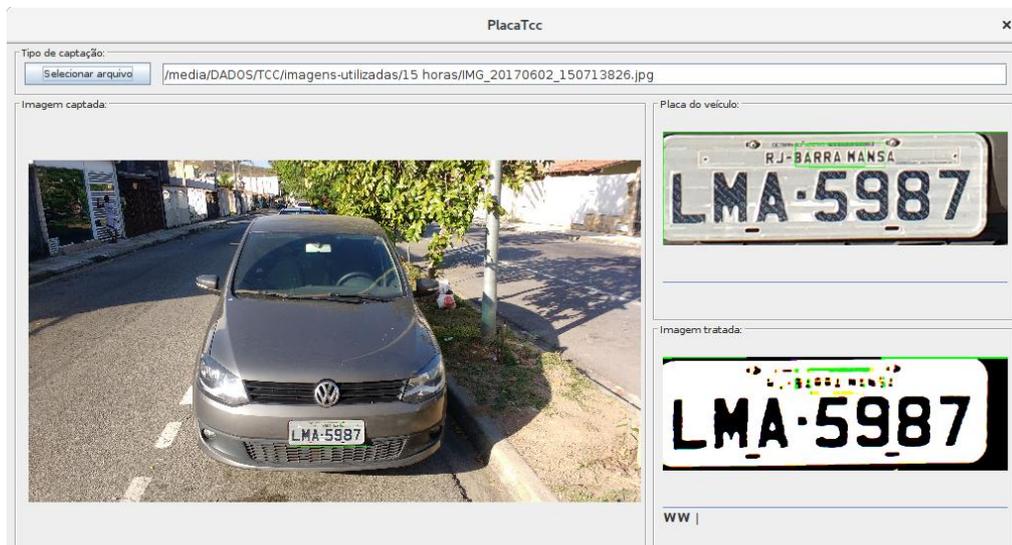


Fonte: Pesquisa dos Autores.

As Figuras 6, 7, 8 e 9 representam os resultados obtidos através das imagens capturadas as 15 horas e segmentadas com base nos estudos de FILHO MARQUES E VIEIRA NETO (1999) e GONZALEZ E WOODS (2010). A segunda abordagem foi baseada no estudo de VIOLA E JONES (2001), que defende a segmentação utilizando classificadores em cascata (Harrcascade), que trabalha varrendo a imagem em busca de padrões, baseando na diferença de luminosidade entre áreas.

A primeira captura foi realizada com uma visão ampla e ângulo frontal, conforme Figura 10.

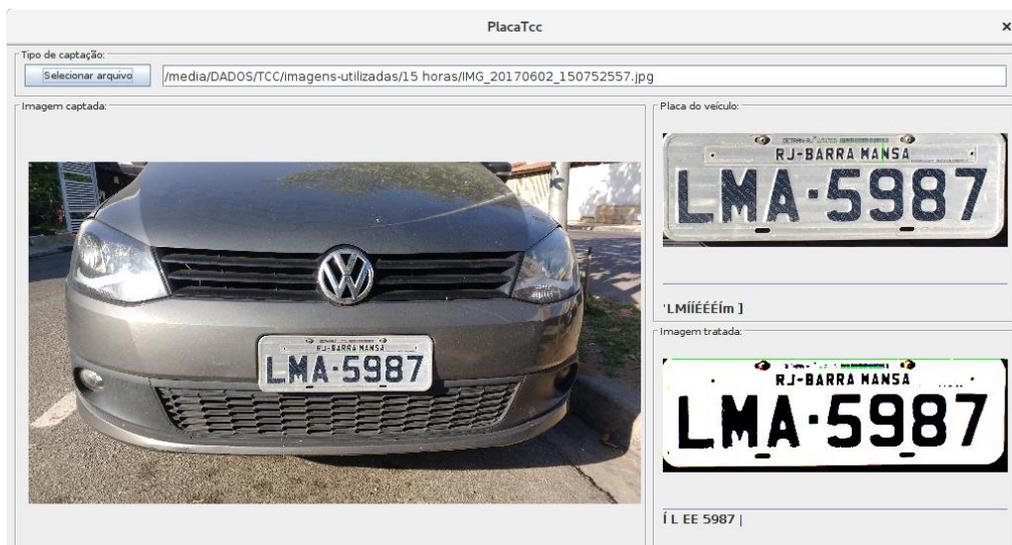
Figura 10: Teste de classificadores em cascata, foto as 15 horas, ângulo frontal #1.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

A segunda captura foi realizada com uma visão focada e ângulo frontal, conforme Figura 11.

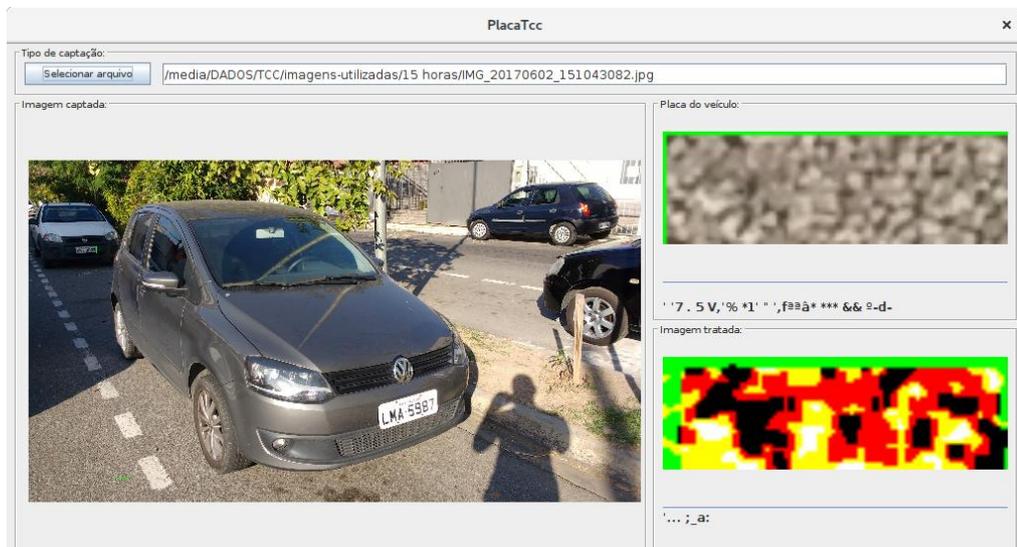
Figura 11. Teste de classificadores em cascata, foto as 15 horas, ângulo frontal #2.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

A terceira captura foi realizada com uma visão ampla e ângulo diagonal, conforme Figura 12.

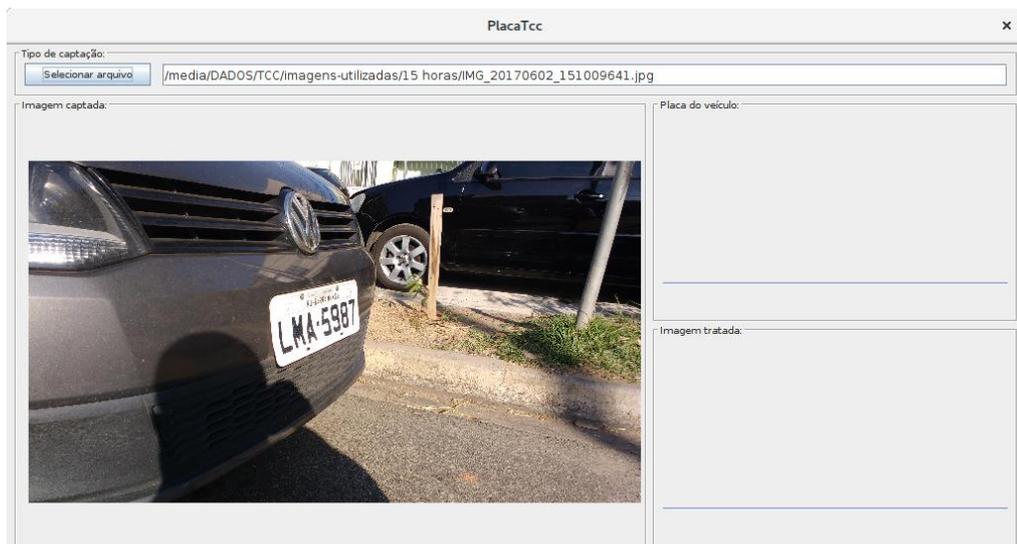
Figura 12. Teste de classificadores em cascata, foto as 15 horas, ângulo diagonal #1.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

A quarta captura foi realizada com uma visão focada e ângulo diagonal, conforme Figura 13.

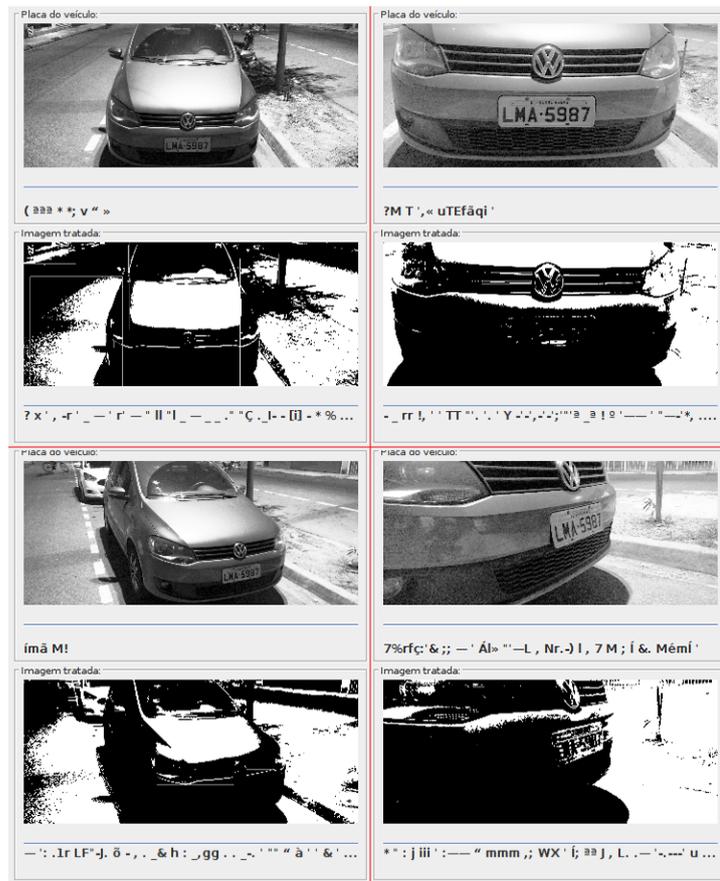
Figura 13. Teste de classificadores em cascata, foto as 15 horas, ângulo diagonal #2.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

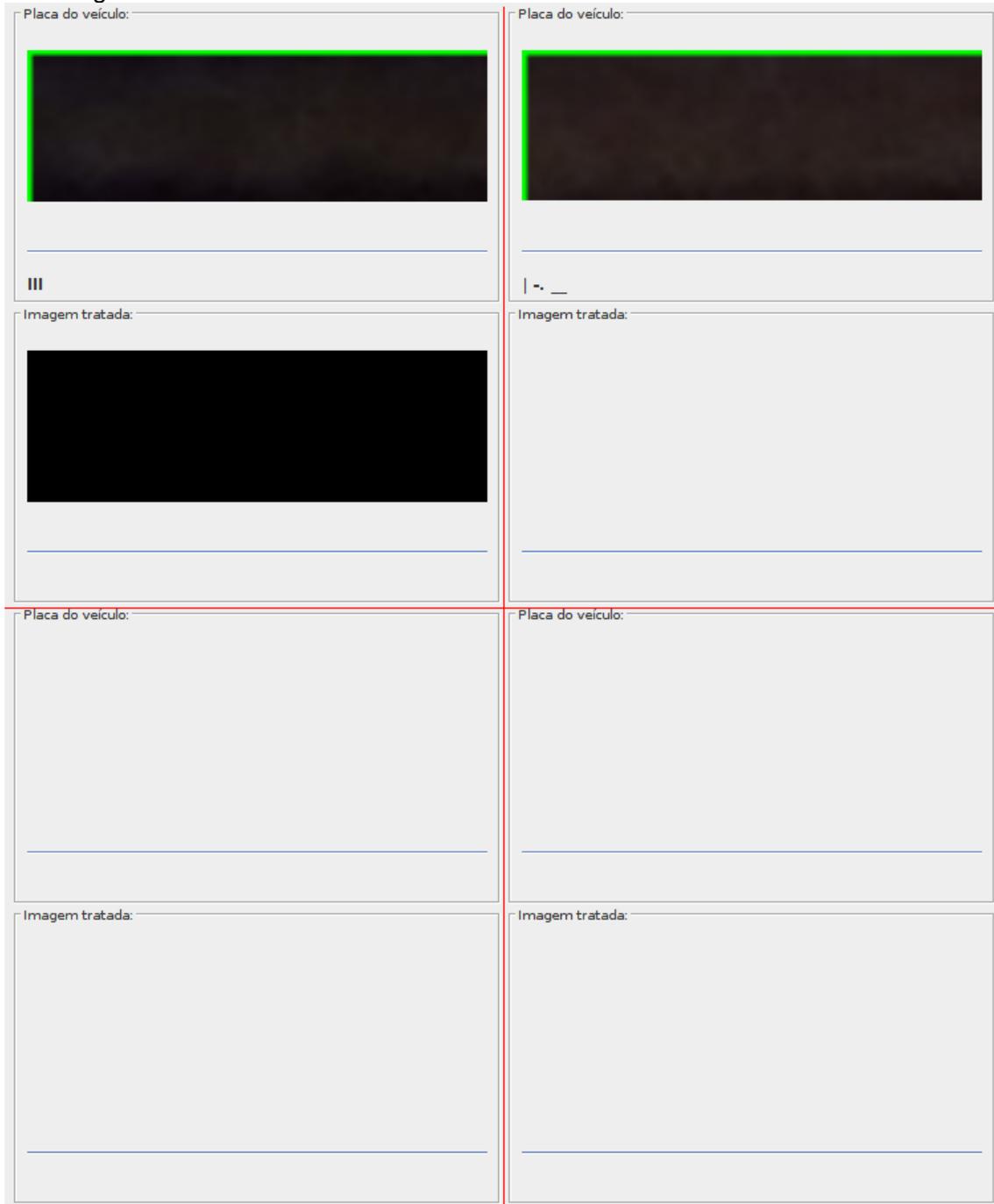
As Figuras 10, 11, 12 e 13 representam os resultados obtidos através das imagens capturadas as 15 horas e segmentadas com base no estudo de VIOLA E JONES (2001). Legenda das figuras: A área destacada como “Imagem captada” exibe a imagem originalmente capturada; A área destacada como “Placa do veículo” exibe a tentativa de segmentação da placa do veículo; A área destacada como “Imagem tratada” exibe a imagem resultante da tentativa segmentação, após receber um tratamento para destacar os caracteres; e abaixo das áreas “Placa do veículo” e “Imagem tratada” é exibida a tentativa de reconhecimento dos caracteres contidos em suas respectivas imagens. Todas as imagens capturadas no horário das 18 horas tiveram um resultado bem inferior ou nulo, devido este quadro, os resultados foram agrupados e exibidos nas Figuras 14 e 15.

Figura 14. Resultado dos testes de segmentação autônoma às 18h



Fonte: Pesquisa dos Autores.

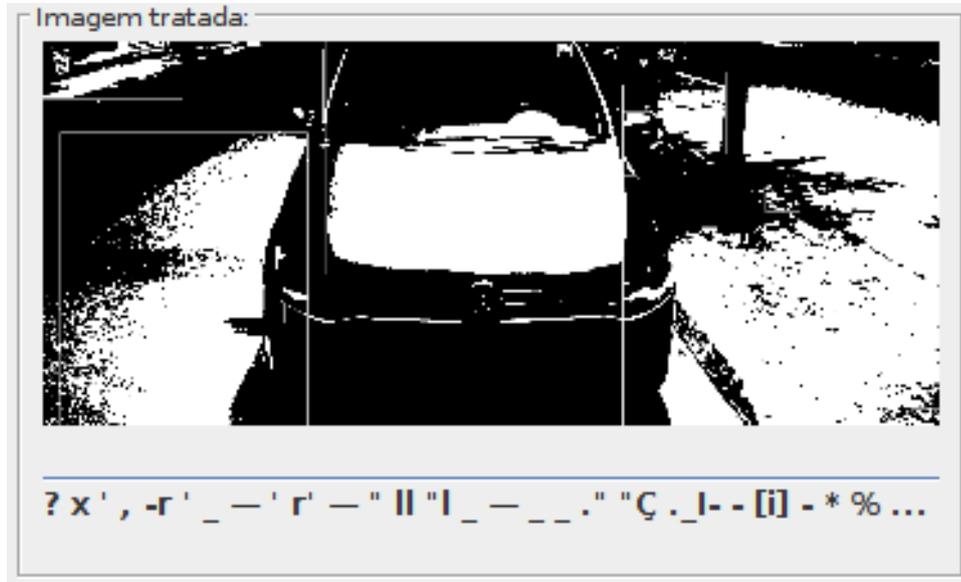
Figura 15. Resultado dos testes de classificadores em cascata as 18 horas.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

A Figura 16 representa o resultado final de um teste noturno utilizando a segmentação, nela é possível ver contornos retangulares, uma amostra da tentativa de segmentação autônoma.

Figura 16. Ampliação do resultado final de um teste noturno utilizando a segmentação autônoma.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

## Discussão

Comparados os testes diurnos e noturnos, ficou evidente os estudos de Stolfi (2008) e Filho Marques e Vieira Neto (1999), a variação luminosa interfere diretamente na produção de uma imagem e o mesmo processo de segmentação poderá produzir segmentações diferentes em duas imagens de uma mesma cena tomadas com diferentes índices de luminosidade diferentes.

A análise dos testes de segmentação autônoma possibilitou identificar as tentativas de segmentação da placa do veículo, porém sem êxito. A Figura 16 foi extraída de um dos testes noturnos, trata-se da ampliação do resultado do processo, ou seja, a imagem após ser segmentada e tratada. Com um pouco de atenção, podem ser identificados alguns contornos retangulares, estas formas demonstram as tentativas de segmentação.

A análise dos testes de classificadores em cascata, em especial o teste das Figuras 12 e 13, possibilitou identificar que, o classificador utilizado não foi capaz de

detectar uma placa quando a perspectiva não era frontal. A análise de todos os testes, em especial o teste da Figura 11, possibilitou identificar que o tratamento final da imagem deixa a placa do veículo com maior destaque, possibilitando melhor reconhecimento dos caracteres.

## **Considerações Finais**

Este trabalho descreveu e possibilitou o desenvolvimento de um sistema de visão computacional que analisasse imagens digitais em busca de placas de veículos. Seu objetivo foi avaliar sua utilização como ferramenta de auxílio nas centrais de monitoramento.

Durante o desenvolvimento foram apontadas algumas dificuldades, especialmente na segmentação de objetos e no reconhecimento de caracteres. A segmentação autônoma foi mais imprecisa e trabalhosa que a segmentação por classificadores em cascata. O reconhecimento de caracteres sofreu com a deformidade ocorridas no processo de tratamento da imagem. Os parâmetros utilizados para obter bons resultados durante o teste das 15 horas, não foram bons no teste das 18 horas.

Estas situações podem se apresentar como barreiras, pois não existem parâmetros genéricos que funcionem de comum a todos, principalmente devido a variação de iluminação interferir em tudo. No entanto, se estudado os apontamentos feitos no trabalho, a técnica pode ser utilizada de forma satisfatória.

O resultado foi satisfatório, pois o sistema desenvolvido possibilitou detectar os caracteres de uma placa, o que atende a proposta de auxiliar e aumentar a eficiência das centrais de monitoramento.

Para estudos futuros, foram elaboradas as seguintes recomendações: As interferências de luminosidade podem ser reduzidas analisando melhor a iluminação do local, desta forma a variação dos parâmetros podem ser identificadas e adicionadas ao código. A segmentação autônoma pode ser melhorada com o estudo

da escala dos objetos e a adaptação dos parâmetros, pois as tentativas de segmentação possuíram em sua maioria uma escala desproporcional ao de uma placa de carro.

A segmentação por classificadores em cascata pode ser melhorada com o treinamento do classificador utilizando imagens de placas em perspectivas diferentes ou a fixação da câmera em pontos estratégicos que foquem propositalmente o ângulo com melhor aproveitamento. O reconhecimento de caracteres pode ser melhorado com o treinamento de um padrão de caracteres utilizando as imagens após o tratamento final, uma vez que as letras sofrem pequenas deformidades e perdem o formato exato.

## Referências

ARAUJO, S. A. de. Casamento de padrões em imagens digitais livre de segmentação e invariante sob transformações de similaridade. Tese (Dourado em Engenharia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

BALLONE G. J., MOURA EC. **Atenção e Memória**. 2008. Disponível em: <http://www.robertexto.com/archivo6/atencao.htm>. Acesso: 15 jun. 2016.

FILHO MARQUES, Ogê; VIEIRA NETO, Hugo. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro. Brasport, 1999.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard. E. **Processamento Digital de Imagens**. São Paulo. Longman do Brasil, 2010.

G1. **Negócio das câmeras de segurança cresce com vigor no Brasil**. 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2012/01/negocio-das-cameras-de-seguranca-cresce-com-vigor-no-brasil.html>. Acesso: 06 jun. 2016.

HIRAMA, Edgar Tamio. **Desenvolvimento de aplicação android para reconhecimento optico de caracteres em brinco de identificação animal**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PEDRINI, Hélio; SCHWARTZ, William Robson. **Análise de Imagens Digitais**. São Paulo. Thomson Learning, 2008.

P. VIOLA; M. JONES. **Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. Accepted Conference On Computer Vision and Pattern Recognition, 2001.**

P. VIOLA; M. JONES. Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features. **Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)**, v. 1, p. 511-518, 2001.

REIS, Marlon de Souza. **Monitoramento Automático de Trânsito Através de Técnicas de Visão Computacional com o OpenCV.** Faculdade De Ciências Empresariais - FACE, Belo Horizonte, 2014.

SCHENATTO, Kelyn. **Geoprocessamento aplicado a agricultura visando o mapeamento de doenças em folhas de laranjeiras por meio de técnicas de processamento digital de imagens.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

STOLFI, Guido. **Percepção Visual Humana.** 2008. Disponível em: [http://www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi/mack/Ap2\\_PercepVisual\\_M8.pdf](http://www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi/mack/Ap2_PercepVisual_M8.pdf). Acesso em: 15 jun. 2016.

STOLFI, Guido. **Elementos de Fotometria.** 2008. Disponível em: [http://www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi/mack/Ap1\\_Fotometria\\_M8.pdf](http://www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi/mack/Ap1_Fotometria_M8.pdf). Acesso em: 15 jun. 2016.

WEINERTJARDWSKI, Édina Rubia. **Análise da eficácia do sistema de vídeo monitoramento da cidade de colombo.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.