

# Segmentação de Imagens de Placas Automotivas

**André Zuconelli, Manassés Ribeiro**

Instituto Federal Catarinense - Campus Videira. Técnico em Informática, turma 2010

Rodovia SC, Km 5 – Bairro Campo Experimental –

Videira/SC- CEP : 89560-000 Fone/Fax:(49)3566 3435

[andre\\_zuconelli@hotmail.com](mailto:andre_zuconelli@hotmail.com), [manasses@ifc-videira.edu.br](mailto:manasses@ifc-videira.edu.br)

**Resumo.** *Os sistemas de visão computacional vêm auxiliando o ser humano nas suas mais variadas tarefas, sua aplicação se estende as mais diversas áreas como por exemplo a engenharia de tráfego, onde o uso de sistemas desse tipo auxiliam na identificação de placas automotivas. Este trabalho propõe um modelo para segmentação automática dos caracteres de placas de identificação de veículos automotores, por meio da aplicação de técnicas de processamento e análise de imagens. A solução para o problema é tratada de forma modular, em duas principais etapas sendo o pré-processamento e a segmentação dos objetos da imagem. O processo consiste na entrada de uma imagem representando a placa do automóvel e, após o processamento desta, apresentar os sete caracteres segmentados. Para validar o modelo foi desenvolvido um protótipo em linguagem Java e submetido a testes de laboratório. Para isto, foram capturadas imagens de 54 placas automotivas em dias ensolarados, nublados e no período da noite. Das imagens capturadas com um dia ensolarado, 60% delas apresentaram resultados satisfatórios. Em relação as imagens capturadas a noite obteve-se resultado satisfatório em 50% dos casos. Nos casos onde não foram obtido resultado satisfatório a principal causa está relacionada ao contraste na imagem capturada que aconteceram tanto pelo excesso de luminosidade quanto pela falta desta. Contudo, De modo geral o sistema foi capaz de segmentar satisfatoriamente 78% das imagens capturada uma vez que em dias nublados a segmentação aconteceu em 100% dos casos.*

**Palavras-chave:** processamento digital de imagens, segmentação de caracteres, sistemas de visão computacional, modelo de segmentação.

## 1 INTRODUÇÃO

O Processamento Digital de Imagens (PDI) resume-se na modificação de uma imagem por meio do computador, de modo que a entrada e a saída do processo sejam imagens. O interesse em usar o processamento digital é de aumentar a qualidade de uma figura para uma melhor visão humana ou ainda expor características dessa imagem que não são visíveis quando ela se apresenta na sua forma original. O PDI obteve seu grande impulso com o advento dos computadores de grande porte e com o início do programa espacial norte-americano em 1964. Imagens da lua eram transmitidas por satélites e, computadores em terra processavam essas imagens melhorando as distorções causadas pelas câmeras de captura (FILHO et al, 1999).

Os resultados obtidos com o processamento das imagens durante toda a corrida espacial, fizeram com que essa técnica atingisse as mais diversas áreas de atuação humana. Uma dessas áreas é a engenharia de tráfego, responsável pelo controle de pessoas e veículos que circulam nas redes

viárias. As técnicas de PDI são de importância considerável neste setor principalmente em relação ao controle dos veículos que circulam nessas vias. Sistemas que utilizam técnicas de PDI são uma forma de aumentar a eficiência do monitoramento e ainda reduzir os custos nessa área, porém podem ser usados também para localizar carros roubados, identificar um veículo, emitir uma notificação devido uma infração, controlar os automóveis que entram ou saem de um determinado lugar, como um estacionamento por exemplo. Com sistemas automatizados de PDI o maior ganho está relacionado a rapidez em que são obtidas informações extraídas das imagens capturadas, que posteriormente poderão ser usadas em outros sistemas (GUINGO et al, 2003).

O objetivo principal deste trabalho é propor um conjunto de técnicas de segmentação de imagens que podem ser aplicadas no processo de reconhecimento óptico de placas automotivas. Mais especificamente, pretende-se estudar o processo de processamento digital de imagens aplicadas ao reconhecimento de placas automotivas; Identificar as principais técnicas de segmentação de imagens e suas aplicações no reconhecimento de placas automotivas; Implementar um protótipo funcional que aplique as técnicas de segmentação de imagens aplicadas ao problema; e Verificar os resultados obtidos com a validação do protótipo.

Este trabalho tem uma justificativa de caráter social pelo constante aumento da frota de veículos, onde se verifica uma maior dificuldade em controlar e fiscalizar eficientemente, de forma manual, veículos infratores ou em situações irregulares. A medição e planejamento do fluxo de tráfego sugerem a necessidade de se realizar estas atividades de controle de forma automática, reduzindo custos e aumentando a eficiência, visto que estes sistemas têm capacidade para operar em situações adversas. Por outro lado, justifica-se também pelo ponto de vista científico. Atualmente, no Brasil, o reconhecimento de padrões em imagens está restrito a alguns poucos grupos de pesquisa geralmente ligados às maiores universidades do país e a um número ainda menor de empresas que, em geral, tentam transformar a pesquisa acadêmica em produto ou integram o módulo de reconhecimento disponibilizado por alguma empresa do exterior. Como justificativa de caráter tecnológico pode-se citar um estudo realizado por GUINGO et. al. (2003) onde este mostra que existem empresas nacionais e estrangeiras disponibilizam produtos desta natureza, mas que estes ainda operam com razoáveis índices de erros, isto indica que muito ainda pode ser pesquisado e desenvolvido nesta área.

O desenvolvimento do trabalho será dividido em quatro etapas principais. Na primeira, será realizado um levantamento bibliográfico para melhor esclarecimento sobre o assunto. Em seguida será realizado levantamento bibliográfico com vistas ao conhecimento de ferramentas e técnicas que sejam capazes de solucionar o problema. Na segunda etapa será aprofundado o estudo dessas técnicas assim como de algoritmos de detecção e segmentação de caracteres. A terceira etapa, por sua vez, será o desenvolvimento de um protótipo funcional para validar o modelo apresentado para

a segmentação dos caracteres das placas automotivas. Por fim, na quarta e última etapa serão realizados os testes no protótipo verificando se o modelo proposto pode ser aplicável ao problema.

Este trabalho está organizado em seções sendo que na seção de número 2 serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho que são compostos pela fundamentação teórica, pré-processamento, segmentação, desenvolvimento do protótipo e testes. Já na seção número 3 serão demonstrados e discutidos os resultados utilizados na validação do modelo. Por fim, na seção número 4, serão apresentados as considerações finais e o trabalho será concluído.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesta seção será apresentado os procedimentos utilizados para desenvolver o trabalho proposto. Inicialmente será apresentado a fundamentação teórica necessária para o entendimento do problema. Na sequência será definido um modelo composto por um conjunto de técnicas de segmentação de imagens que possam ser aplicadas no processo de segmentação de caracteres de placas automotivas iniciando pelo pré-processamento e seguindo pela segmentação dos objetos da imagem. Após a definição do modelo será apresentado a implementação do protótipo onde foi escolhida a linguagem de programação Java pelos recursos apresentados por essa plataforma. Por fim, será descrito como realizou-se os testes do modelo proposto.

### **2.1 Fundamentação Teórica**

Os sistemas de reconhecimento de caracteres de placas foram inventados em 1976 no Reino Unido, mais precisamente na Filial de Desenvolvimento Científico Policial do Reino Unido. Protótipos que visavam o reconhecimento de caracteres, estavam sendo trabalhados, quando em 1979 esses protótipos viraram produtos industriais sendo produzidos por empresas como a EMI Eletronics e a CRS, ambas no Reino Unido. Esse tipo de sistema foi desenvolvido visando o reconhecimento de placas por meio de câmeras para encontrar rapidamente carros roubados, sendo que em 1981 foi feita a primeira prisão por meio do reconhecimento de uma placa. Embora seja potencialmente útil na questão segurança, esses sistemas estão sujeitos a falhas. Por esse motivo os sistemas desenvolvidos não foram bem vindos em todos os países como nos Estados Unidos, onde críticos se opunham alegando que eles fossem o começo de um sistema judicial totalmente automatizado (ROCHA, 2010).

Esquecendo as controvérsias, sabe-se hoje que estes sistemas desenvolvem funções de auxílio relativos a monitoramento e segurança auxiliando na obtenção de dados em um período curto de tempo. No entanto, para entender como funciona o processamento por meio dos sistemas de visão artificial, é preciso entender e conhecer as imagens usadas nestes sistemas.

### 2.1.1 Imagens Digitais

Uma imagem digital é representada em números binários para que o computador possa interpreta-la. Geralmente essas imagens são conhecidas como imagens *bitmap*. Uma imagem *bitmap* é um conjunto de pontos chamados de *pixels*, onde cada um possui um valor que descreve a cor da imagem naquele determinado *pixel*.

Quando trabalha-se com imagens em um ambiente computacional, estas são representadas utilizando matrizes. Cada posição da matriz representa um *pixel* da imagem armazenada e contém um valor que ao ser interpretado define a cor da imagem. As imagens encontram-se, geralmente, em três representações, sendo: binárias, tons de cinza e coloridas. As imagens binárias são utilizadas quando há a necessidade de distinguir os objetos do fundo da imagem. Esse tipo de imagem necessita apenas de um bit por *pixel* para ser representada, sendo o 0 para preto e o 1 para o branco. As imagens binárias são o resultado da limiarização (*Thresholding*) de uma imagem em tons de cinza. As imagens em tons de cinza são diferentes de imagens binárias, pois possuem diversos tons de cinza em sua composição, não somente o preto e branco. Por isso esse tipo de imagem permite escolher 256 diferentes intensidades para cada *pixel*, sendo o 0 para a cor preta e o 255 para a cor branca. As imagens coloridas se originam através de associações entre as três cores primárias: vermelho (R), verde (G) e azul (B), assim, uma representação comum para uma imagem colorida utiliza três bandas R, G, e B. Para que haja um *pixel* colorido na imagem é necessário que cada um dos pixels correspondente nas imagens monocromáticas sejam iguais a zero, formando a tríade (0,0,0) (SOUZA, 2000).

### 2.1.2 Realce de Imagens

O objetivo do realce de imagem é processar tal imagem de modo que o resultado seja a mesma imagem com características mais adequadas para determinada aplicação (FILHO et al, 1999). Para os sistemas de visão artificial, o interesse não está unicamente na qualidade da imagem, mas também os objetos que a compõe. A finalidade do realce de imagem, além de melhorar a imagem, é deixar em evidência os objetos de interesse.

### 2.1.3 Histograma

O histograma de uma imagem é um conjunto de números que indica a ocorrência dos diferentes níveis de cinza na imagem. O histograma é gerado a partir de uma imagem em tons de cinza. Pela análise do histograma pode-se também obter informações do contraste e brilho (NEVES, 2003). A análise do histograma é que irá definir o valor de “corte” que será utilizado para gerar a imagem limiarizada, por isso o histograma é essencial para a obtenção de um resultado satisfatório.

#### **2.1.4 Thresholding**

O *thresholding*, ou binarização consiste em separar a imagem em duas regiões, fundo e objeto. O resultado após a aplicação dessa técnica será uma imagem binária. Para utilizar o *thresholding* é necessário definir um valor limiar para a imagem. Para encontrar este valor é necessário detectar os “vales” no histograma. Um “vale” é a região presente entre os maiores ocorrências de *pixels* de uma mesma intensidade. Quando o histograma de uma imagem apresenta apenas dois picos, o valor do limiar da imagem pode ser encontrado facilmente. Porém quando há vários picos no histograma, será necessário realizar cálculos mais específicos como por exemplo encontrar a variância total de tons de cinza na imagem. Os valores dos *pixels* da imagem serão comparados com o limiar encontrado, através da análise do histograma. Quando o valor do *pixel* analisado é maior que o o valor limiar, este *pixel* é considerado pertencente ao objeto da imagem. Se ocorrer o contrário, onde o valor do *pixel* for menor que o limiar, este *pixel* é pertencente ao fundo da imagem (GONZALES e WOODS, 2005).

#### **2.1.5 Segmentação de Imagens**

Após as imagens estarem processadas e realçadas, se aplicam as técnicas de análises da imagem. A segmentação é um processo de análise da imagem e consiste em separar as partes de interesse de acordo com algum critério. A segmentação tem como resultado final, a imagem dividida em partes. Em outro termo pode-se dizer que os elementos de interesse são isolados. A imagem a ser utilizada se apresenta na forma limiarizada, tendo em vista que neste formato os objetos já estão realçados, o que facilita o processo de segmentação. Uma boa segmentação é o caminho para se obter uma boa análise final da imagem e certamente impede uma interpretação errada (GONZALES e WOODS, 2005).

#### **2.2 Pré-Processamento da Imagem**

Nesta etapa do modelo a imagem capturada por um sensor é primeiramente aplicada a uma série de procedimentos que visam preparar a imagem para a etapa do processamento. O objetivo principal do pré-processamento é eliminar informações desnecessárias da imagem (ruídos) e melhorar suas características (realce) para a segmentação. As imagens capturadas são, na maioria das vezes, representadas de maneira colorida o que dificulta consideravelmente os algoritmos de processamento sendo que a sua aplicação em tons de cinza tem o mesmo efeito e com complexidade reduzida. Na Figura 1 é apresentada uma figura colorida.



Figura 1: Imagem de uma placa de identificação em seu formato original adquirida através de uma câmera digital comum.

O primeiro passo do pré-processamento é realizado, transformando a imagem em tons de cinza representadas em 8 bits (256 tons de cinza). O resultado desta imagem pode ser visualizado na Figura 2. A olho nu, em uma primeira análise, talvez possa parecer que não se obteve diferenças entre as imagens apresentadas nas Figuras 1 e 2, contudo, computacionalmente a complexidade do tratamento da imagem representada pela Figura 2 é consideravelmente menor se comparada com a imagem apresentada na Figura 1.



Figura 2: Imagem representada em tons de cinza

Com base na imagem em tons de cinza é realizado uma análise do histograma, Figura 3, que apresenta a distribuição dos tons de cinza da imagem. Analisando os “picos” no histograma é possível entender qual seria o melhor ponto de corte na imagem onde poderia definir o melhor contraste entre os objetos. Este procedimento irá definir mais claramente os limites entre os objetos mais escuros e os mais claros da imagem. Na Figura 3 é possível verificar o gráfico do histograma gerado a partir da imagem da Figura 2. Destaca-se que neste gráfico é possível verificar as ocorrências dos tons de cinza e é possível perceber os maiores picos, em laranja e o ponto de corte também na mesma cor porém de ocorrência menor (vales).

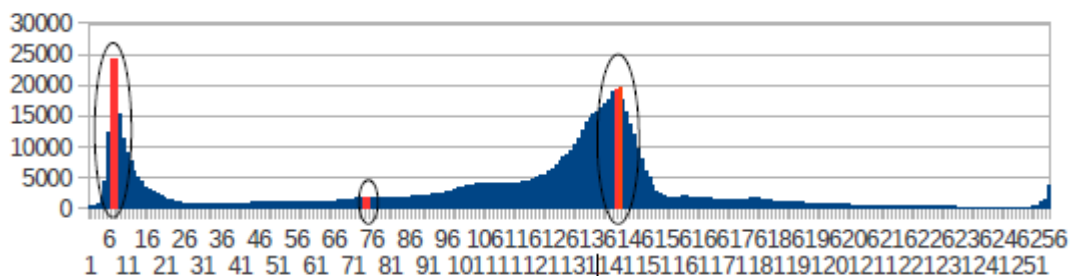


Figura 3 : Histograma da imagem 4 representando as ocorrências de pixels;

Com base nas informações dos picos e dos vales do histograma é definindo um valor de limiar. O limiar é um valor que identifica o ponto de corte, ou seja, um valor que define o os objetos de fundo dos objetos da imagem. Neste caso, será caracterizado os objetos de fundo (objetos mais claros) e os caracteres da placa (objetos mais escuros). Esta técnica poderá apresentar uma quantidade considerável de ruídos dependendo da qualidade da imagem capturada. Após a definição do valor de limiar é aplicado a técnica de realce dos objetos *thresholding* que é o primeiro passo na segmentação dos objetos na imagem. Após a aplicação do *thresholding* os objetos da imagem ficam bem definidos em relação ao fundo como pode ser verificado na Figura 4. Para esta imagem foi definido um limiar de 76, conforme identificado no histograma, na imagem da Figura 2.

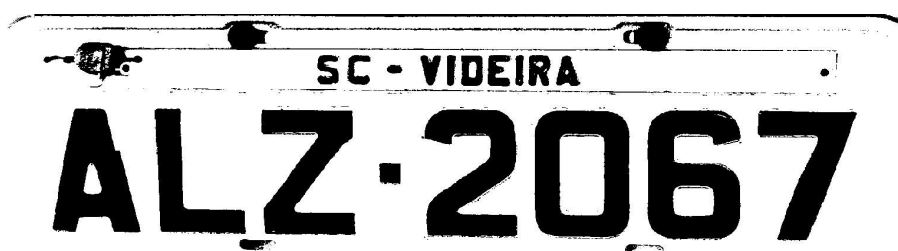


Figura 4: Limiarização a partir da imagem 2 com limiar de 76

### 2.3 Segmentação da Imagem

Após o pré-processamento da imagem é aplicado o procedimento de segmentação dos caracteres da imagem. O objetivo nesta fase é identificar claramente os limites entre os caracteres. Por se tratar da identificação de elementos em uma placa automotiva onde seus objetos possuem a característica de terem suas dimensões bem definidas é possível trabalhar com técnicas baseadas em proporcionalidade.

Neste caso, o critério adotado está relacionado com o espaçamento ocupado por cada objeto da placa. Utilizando-se da legislação vigente do CBT (Código Brasileiro de Trânsito) regulamentada pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito Brasileiro) cada caractere de uma placa automotiva deve estar dentro de uma proporção em relação ao todo. Desta maneira é possível identificar, dentro do todo, cada um dos caracteres separando-os em imagens independentes. Desta maneira, é possível conhecer onde inicia e onde termina determinado objeto.

Atualmente, conforme a resolução do CONTRAN vigente, as placas que identificam os veículos possuem as dimensões de 40 x 13 cm, sendo os 40 centímetros de largura e os 13 cm na altura. Cada um dos sete caracteres ocupam 3,8 centímetros, sendo separados um do outro por 1 centímetro de espaço e o recuo inicial é de 2,5 cm. Dessa forma é possível delimitar exatamente o espaço que cada caractere ocupa no total da placa. A Figura 5 apresenta a placa automotiva com os

seus 7 caracteres segmentados pelo método baseado na proporcionalidade.

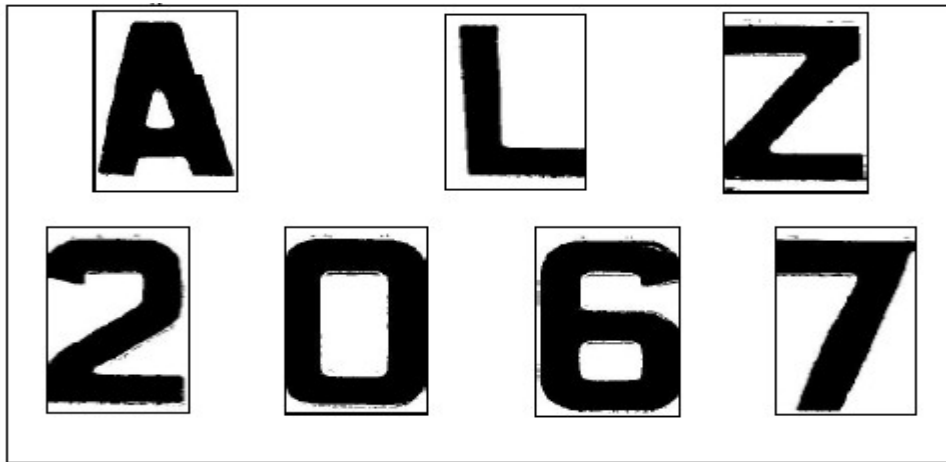


Figura 5: Representação dos caracteres segmentados pertencentes a imagem da figura 4;

## 2.4 Desenvolvimento do Protótipo e Testes

Com base no modelo proposto foi desenvolvido um protótipo funcional utilizando a linguagem de programação Java. O protótipo implementa as técnicas descritas de pré-processamento e segmentação da imagem baseado na proporcionalidade da imagem conforme o modelo proposto.

Após o desenvolvimento do protótipo para que o modelo pudesse ser validado foi submetido a testes de laboratório tendo como entradas um conjunto de imagens de placas automotivas reais obtidas por um sensor doméstico de captura de imagem.

Para isto, foi realizada a captura de imagens de 54 placas automotivas em diferentes horários do dia e condições climáticas., sendo que destas, 20 foram capturadas em dia ensolarado, 20 capturadas com o tempo nublado e 14 a noite, representando 37% das imagens em dias ensolarados, 37% com o tempo nublado e 26% a noite.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das imagens capturadas com um dia ensolarado, 12 delas apresentaram resultados satisfatórios representando 60% das imagens testadas. Este desempenho pode ser atribuído principalmente a luminosidade excessiva dos dias ensolarados. Para o conjunto de imagens capturadas com o tempo nublado, todo o conjunto obteve sucesso no processo sendo que o sistema conseguiu segmentar 100% das 20 imagens capturadas. Por fim, para as 14 imagens capturadas a noite apenas em 50% dos casos foi possível considerar satisfatório o resultado.

De modo geral o sistema foi capaz de segmentar satisfatoriamente 78% das imagens capturadas uma vez que em dias nublados a segmentação aconteceu em 100% dos casos. Considerando os casos onde não foi obtido sucesso satisfatório a principal causa está relacionada ao

contraste na imagem que aconteceram principalmente nas imagens capturadas em dias ensolarados e em imagens capturadas no período noturno.

#### 4 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi propor um conjunto de técnicas de segmentação de imagens que podem ser aplicadas no processo de reconhecimento óptico de placas automotivas. Para isto foram utilizadas técnicas de PDI no pré-processamento com o objetivo de melhorar a qualidade das imagens capturadas e fornecendo mecanismos que auxiliam na obtenção das informações relacionadas ao reconhecimento de caracteres em placas automotivas. Dentre as técnicas de melhoria utilizadas está a conversão em tons de cinza. A mudança da imagem, inicialmente colorida e em seguida para tons de cinza representa um ganho em desempenho computacional e reduz a complexidade para a solução do problema. Outra ferramenta importante e utilizada foi o histograma que permite identificar informações relacionadas à distribuição dos *pixels* pelos tons de cinza.

O resultado da análise do histograma da imagem aliado ao *thresholding* culminou com a obtenção de uma imagem binarizada onde os elementos da imagem foram separados em apenas duas partes, sendo o fundo e os objetos da imagem da placa. Após o processo de binarização da imagem foi possível aplicar o método de segmentação da imagem baseada na proporcionalidade. Esta técnica permitiu a separação dos objetos de interesse da imagem da placa, que neste caso são os caracteres individuais. Essa separação é realizada pela técnica de segmentação, que identifica os limites ocupados por um objeto.

Tanto os métodos utilizados no pré-processamento quanto da segmentação foram implementados em um protótipo utilizando a linguagem de programação Java. Neste protótipo, inicialmente, as imagens foram submetidas ao pré-processamento e na sequência ao processo de segmentação dos caracteres da imagem da placa. Este processo todo resultou na obtenção dos sete caracteres das imagens separados sendo possível identifica-los individualmente a partir da placa.

Como meio de validação do modelo proposto foram realizados testes onde imagens de placas automotivas foram submetidas ao protótipo e analisado suas saídas. Com os resultados alcançados foi possível determinar que o modelo obteve sucesso em 78% dos casos analisados. No entanto, constatou-se também que o modelo encontrou dificuldade na segmentação de imagens onde a intensidade luminosa era excessiva ou escassa. A dificuldade, nestes casos, iniciaram já na limiarização comprometendo todo o restante do processo. Em relação ao método de segmentação adotado, baseado na proporcionalidade, originou resultados aceitáveis pelo fato das placas automotivas possuírem dimensões regulamentadas facilitando o processo.

Como trabalhos futuros propõe-se o estudo e a aplicação de filtros que atenuem a incidência da luminosidade nas imagens capturadas em dias ensolarados e acentuem-as no período noturno melhorando assim os resultados para este conjunto de imagens.. As imagens capturadas no período noturno também podem ser alvo de um estudo mais aprofundado visando melhorar os efeitos da baixa qualidade das imagens quando estas forem capturadas por equipamentos sem as características necessárias para operarem em ambientes noturnos. Por fim, propõe-se a continuidade deste projeto desenvolvendo a próxima etapa que é a do reconhecimento automatizado dos caracteres segmentados. Tais caracteres, como estão, ainda são inúteis do ponto de vista de um sistema administrativo automatizado, pois ainda necessitaria de um operador humano que pudesse identificar a qual caractere a imagem se refere. Portanto, é necessário que se trabalhe no desenvolvimento de um projeto que possa realizar o reconhecimento óptico destes caracteres extraídos.

## REFERÊNCIAS

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R. E. Processamento de Imagens Digitais. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

GUINGO, B. C; RODRIGUE, R. J; THOMÉ, A. C. G. Técnicas de Segmentação de Imagens, Extração de Características e Reconhecimento de Caracteres de Placas de Veículos . Rio de Janeiro, 2003, Disponível em: <<http://www.labic.nce.ufrj.br/downloads/7spuc-rs2002.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2010.

FILHO, M. O; NETO, V. H. Processamento Digital de Imagens, Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

NEVES, S. Estudo e implementação de Técnicas de Segmentação de Imagens. Belém: [s.n],2003.

ROCHA G., D. Em Rumo a um Sistema Automático de Controle de Acesso de Veículos Automotivos: Reconhecimento de caracteres em placas de veículos . Ouro Preto, 2010. Disponível em : <<BCC391-102-pm-07.1.4176-DanielRochaGualberto.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2010.

SOUZA, F. Localização e leitura Automática de Caracteres Alfanuméricos - Uma aplicação na identificação de veículos. Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1833/000309617.pdf?sequence=1> >. Acesso em 19 jun. 2010.