

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR
“Coronel Osmar Alves Pinheiro”
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**

Cadete BM SAMUEL VINICIUS VIEIRA PALA



**VIABILIDADE DO USO DE TECNOLOGIAS DE RECONHECIMENTO
DE PLACAS PARA APOIO À ATIVIDADE DE GUARDA DO CBMDF**

**BRASÍLIA
2022**

Cadete BM SAMUEL VINICIUS VIEIRA **PALA**

**VIABILIDADE DO USO DE TECNOLOGIAS DE RECONHECIMENTO
DE PLACAS PARA APOIO À ATIVIDADE DE GUARDA DO CBMDF**

Artigo científico apresentado à disciplina Trabalho de conclusão de curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: Maj. QOBM/Comb. ESTEVÃO LAMARTINE NOGUEIRA **PASSARINHO**

BRASÍLIA
2022

Cadete BM SAMUEL VINICIUS VIEIRA **PALA**

VIABILIDADE DO USO DE TECNOLOGIAS DE RECONHECIMENTO DE PLACAS PARA APOIO À ATIVIDADE DE GUARDA DO CBMDF

Artigo científico apresentado à disciplina Trabalho de conclusão de curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Aprovado em: 16/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

CLAYSON AUGUSTO MARQUES FERNANDES – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Presidente

RAFAEL COSTA GUIMARÃES – 1º Ten. QOBM/Compl.
Membro

. ROMMEL SILVA MENDONÇA – 1º Ten. QOBM/Comb.
Membro

ESTEVÃO LAMARTINE NOGUEIRA PASSARINHO – Maj. QOBM/Comb.
Orientador

RESUMO

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal por ser uma instituição militar possui serviço de guarda que tem dentre outras atribuições a de anotar a placa do veículo bem como identificar militar ou civil que adentre na unidade. O objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade do uso de software e hardware para o reconhecimento automático de placas de veículos que entram e saem de unidades militares, para auxiliar o serviço de guarda. Foi desenvolvido um protótipo para realizar a leitura automática das placas dos veículos composto basicamente de um *Raspberry Pi* e um módulo de câmera, capaz de gravar vídeos e tirar fotos. O protótipo foi posicionado, junto à guarda, na entrada da Academia de Bombeiro Militar do CBMDF. As placas dos veículos que saíam e entravam no portão da unidade foram registradas por meio de imagem. Os registros foram realizados de maneira manual, ou seja, quando um veículo passava, o dispositivo era acionado e a imagem salva no armazenamento interno do próprio dispositivo. As placas foram registradas tanto no período noturno como diurno, totalizando 120 registros, sendo 95 placas do padrão antigo e 25 do padrão novo. Após o processamento, foram reconhecidas corretamente 117 placas o que totaliza uma taxa de acerto de 97,5%. As placas que foram identificadas de maneira incorreta apresentavam algum vício, impossibilitando sua identificação. Ao final do trabalho, foi comprovado que é viável a utilização do uso de tecnologias de reconhecimento de placas para apoio à atividade de guarda do CBMDF.

Palavras-chave: serviço de guarda; *ALPR*; *raspberry pi*; reconhecimento automático de placas de veículos.

FEASIBILITY OF USE OF PLATE RECOGNITION TECHNOLOGIES TO SUPPORT THE CBMDF GUARD ACTIVITY

ABSTRACT

The Federal District Fire Department (CBMDF), as military institution, has a guard service that, among other tasks, has to write down the license plate of the vehicle as well as identify military or civilian who enter the unit. The aim of this work was to verify the feasibility of using software and hardware for the automatic recognition of vehicle license plates that enter and leave military units, to assist the guard service. A prototype was developed to perform the automatic reading of vehicle license plates, basically composed of a Raspberry Pi and a camera module, capable of recording videos and taking pictures. The prototype was positioned, next to the guard, at the entrance of the Military Firefighter Academy of the CBMDF. The license plates of vehicles leaving and entering the unit's gate were recorded by means of an image. The records were performed manually, that is, when a vehicle passed, the device was activated and the image was saved in the internal storage of the own device. The plates were registered both at night and during the day, totaling 120 records, being 95 plates of the old standard and 25 of the new standard. After processing, 117 plates were correctly recognized, totaling a hit rate of 97.5%. The plates that were incorrectly identified had some defect, making it impossible to identify them. At the end of this work, it was proved that it is feasible to use license plate recognition technologies to support the CBMDF guard activity.

Keywords: *guard service; ALPR; raspberry pi; automatic license plate recognition.*

1. INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), por ser uma instituição militar, Força Auxiliar, deve aplicar o Regulamento Interno e dos Serviços Gerais (RISG), regulamento que dentre suas inúmeras normas, versa sobre os serviços de guarda de unidades militares e de acordo com a Instrução Normativa 39/2017 (CBMDF, 2017), uma entre as principais atribuições da guarda está: anotar a placa do veículo bem como identificar militar ou civil que adentre na unidade.

Com o constante crescimento da tecnologia e a automação de atividades cotidianas cada vez mais comum, encontramos o que se chama de sistemas inteligentes de transporte (ITS, *Intelligent Transport Systems*), dentro do qual está inserido o reconhecimento automático de placas veiculares (ALPR, *Automatic License Plate Recognition*) que tem como principal objetivo extrair as placas de uma imagem de entrada e reconhecer os caracteres que nela se encontram.

Desse modo, o presente trabalho visa responder à seguinte pergunta: **um sistema de reconhecimento automático de placas é viável para auxiliar no serviço de guarda das unidades?** Para tal foi definido a seguinte hipótese: para auxiliar no serviço de guarda das unidades militares do CBMDF, tornando-o mais eficiente, é viável a utilização de um sistema de reconhecimento automático de placas.

O objetivo geral consiste em **verificar a viabilidade do uso de *software* e *hardware* para o reconhecimento automático de placas de veículos que entram e saem de unidades militares, para auxiliar o serviço de guarda.** O objetivo geral foi dividido em três objetivos específicos:

- a) verificar a legislação do CBMDF relativa ao serviço de guarda;
- b) desenvolver o protótipo capaz de reconhecer de maneira automática as placas dos veículos;
- c) aplicar o protótipo desenvolvido em uma unidade do CBMDF.

Em algumas ocasiões, a atividade de guarda se torna desgastante, devido ao tempo em que o militar exerce tal função e a quantidade de veículos que transitam pela unidade. Com um dispositivo capaz de auxiliar no controle do acesso dos veículos nas unidades, o militar designado para o serviço de sentinela pode executar seu trabalho de maneira mais eficiente, o que evita o desperdício de recursos e permite a entrega de melhores resultados à sociedade, com efetividade e excelência.

Ademais, o Plano Estratégico 2017-2024 do CBMDF versa em seus objetivos estratégicos a necessidade de garantir a infraestrutura apropriada às atividades operacionais e administrativas; e desenvolver pesquisas e a Gestão do Conhecimento, sendo estes alcançados pela presente pesquisa, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento da corporação, tanto nos aspectos sociais como científicos.

Para a parte inicial deste artigo, foi realizada uma revisão de literatura, utilizando-se de pesquisa bibliográfica e documental, para compreender melhor o serviço de guarda do CBMDF e o que poderia ser feito para auxiliar tal serviço.

Foi desenvolvido por meio de pesquisa experimental, um protótipo para realizar a leitura automática das placas dos veículos, com o intuito de auxiliar e tornar mais eficiente o serviço de sentinela da guarda nas unidades militares do CBMDF, automatizando o processo de anotar as placas dos veículos que entram e saem das unidades, possibilitando à sentinela da guarda maior segurança e agilidade na realização de uma de suas funções.

Para a validação e verificação da viabilidade de seu uso em todo âmbito do CBMDF, foram realizados testes com o protótipo criado, na guarda da Academia de Bombeiros Militar do CBMDF, devido ao volume expressivo de entrada e saída de veículos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O Regulamento Interno e dos Serviços Gerais (BRASIL, 2003, p. 7) determina normativas relacionadas com a vida interna e serviços gerais de unidades militares; estabelece também normas relativas às atribuições, às responsabilidades e ao exercício dos cargos e das funções de seus integrantes.

O Decreto Presidencial 88.777/83 que aprova o regulamento para as polícias militares e corpos de bombeiros militares (R-200) traz em seu Art. 44º a seguinte redação:

Os Corpos de Bombeiros, à semelhança das Polícias Militares, para que passam ter a condição de "militar" e assim serem considerados forças auxiliares, reserva do Exército, têm que satisfazer às seguintes condições:[...]. 4) possuírem uniformes e subordinarem-se aos preceitos gerais do Regulamento Interno e dos Serviços Gerais e do Regulamento Disciplinar, ambos do Exército, e da legislação específica sobre precedência entre militares das Forças Armadas e os integrantes das Forças Auxiliares; (BRASIL, 1983, art. 44º).

2.1. Normatização e funcionamento da guarda no CBMDF

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), por ser uma instituição militar, Força Auxiliar, deve aplicar o RISG, regulamento que dentre suas inúmeras normas, versa sobre os serviços de guarda de unidades militares e das atribuições específicas de cargos e funções.

Tendo como premissas as prescrições e normativas contidas no RISG e as considerações de CBMDF (2017) dentre as quais se destacam a necessidade de uma normativa de Guarda e Segurança que: atenda as particularidades do serviço e da operacionalidade do Bombeiro Militar; priorize o socorro urbano sem desguarnecer a segurança patrimonial de recursos humanos; a necessidade de regulamentar o serviço de Guarda e Segurança das Unidades Operacionais que não dispõem de guarita, mas que possuem circuito interno de monitoramento de imagens; e que o desenvolvimento dos recursos de monitorização e gravação permitem um controle mais eficaz da segurança da Unidade, o CBMDF cria a Instrução Normativa 39/2017 para tratar de tais questões.

De acordo com a Instrução Normativa 39/2017 (CBMDF, 2017) a responsabilidade quanto à guarda e segurança de uma unidade é de todos os

militares de serviço, de acordo com a esfera de atribuição de cada um, devendo, cada qual, desenvolver ações que garantam a integridade das instalações e das pessoas em seu interior, cabendo ao Oficial de Dia ou Dia à prontidão a fiscalização das ações necessárias.

A Instrução Normativa 39/2017 (CBMDF, 2017) estabelece algumas diretrizes importantes ao serviço de guarda dentre elas: o serviço de guarda e segurança será composto por adjunto, sentinelas e rondantes; havendo disponibilidade de efetivo da prontidão, o número mínimo de militares para o serviço será de seis; Os condutores e socorristas, escalados em suas funções não comporão o serviço de guarda; o serviço deve ser cumprido na área interna da unidade, tendo cada quarto de hora duração de duas horas, podendo o militar neste período desempenhar apenas a função de socorro na viatura em que está escalado, sendo substituído por outro militar ou pelo adjunto.

A guarda tem como principais funções e atribuições:

I- manter a segurança do quartel; **II- anotar a placa do veículo bem como identificar militar ou civil que adentre na unidade;** III- manter o presos e detidos nos locais determinados, conforme o caso, não permitindo que os primeiros saiam das prisões, nem os últimos do quartel, salvo mediante ordem de Autoridade competente; IV- não permitir a entrada de bebidas alcoólicas, inflamáveis, explosivos e outros artigos proibidos pelo Comandante da Unidade, exceto os que constituem suprimento para a Unidade; V- não permitir ajuntamentos nas proximidades nem nas imediações do Corpo da Guarda e dos postos de serviço; VI- impedir que os presos se comuniquem com outras praças da Unidade ou pessoas estranhas a essa, sem licença do Oficial de Dia ou Dia à prontidão, e que seja quebrada a incomunicabilidade dos que à tal condição estiverem sujeitos; VII- dar conhecimento imediato ao Oficial de Dia ou Dia à Prontidão sobre a entrada de Oficial estranho à Unidade no recinto do quartel; VIII- impedir a entrada de civis estranhos ao serviço da Unidade sem prévio conhecimento e autorização do Oficial de Dia ou Dia à Prontidão; IX- fornecer escolta para presos que devam ser acompanhados no interior do quartel; X- prestar as continências regulamentares; XI- proibir a permanência de civis ou de praças estranhas à guarda do quartel; (CBMDF, 2017, art. 4º, grifo nosso).

Por fim, a Instrução Normativa 39/2017 (CBMDF, 2017) traz em seu art. 11º que unidades dotadas de circuito de monitoramento de imagens em seu perfeito funcionamento, o serviço de guarda e segurança será composto somente pelo Adjunto e pelo Sentinela. O sistema de monitoramento deve filmar e gravar todas as áreas importantes para a segurança da unidade, sendo centralizado na SECOM (seção de comunicação do quartel). O serviço será

prestado na SECOM, pelo sentinela da hora, não podendo este acumular a função com a de rádio operador.

De acordo com a portaria nº 19 (CBMDF, 2013, p. 1) “Os veículos terrestres do CBMDF destinam-se ao cumprimento das missões legalmente atribuídas à Corporação e são classificados, para fins de uso nas seguintes categorias: I - viaturas operacionais, e II - viaturas de apoio.” Assim as viaturas desempenham fundamental papel no que tange à execução dos serviços do bombeiro militar, sendo imprescindível o seu monitoramento e controle a fim de evitar seu mau uso.

2.2. Modelos de placas de veículos do Brasil

Atualmente no Brasil existem dois modelos de placas de veículos, sendo o primeiro regulamentado pela Resolução 231/07 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e o mais recente padronizado de acordo com os países participantes do MERCOSUL. De acordo com CONTRAN (2019) ambos padrões de identificação estão vigentes e as regras para troca e aplicação dos novos modelos de placas seguem uma série de critérios constantes na Resolução 780 do CONTRAN.

De acordo com CONTRAN (2007), cada veículo será identificado por placas dianteira e traseira, estas compostas por sete caracteres alfanuméricos, divididos em dois grupos, sendo o primeiro formado por um conjunto de três letras e o segundo um conjunto de quatro algarismos numéricos formando o padrão LLLNNNN, onde ‘L’ refere-se à uma letra (A até Z) e ‘N’ um número (0 a 9). Ademais, as placas devem possuir tarjetas removíveis com a siglas identificadora da Unidade da Federação e o nome do Município de registro do veículo. A tipologia utilizada para os caracteres e inscrições da tarjeta é o especificado pela fonte *Mandatory*. A especificação das cores e do sistema de pintura para diferenciar as diferentes categorias de veículos devem seguir o padrão conforme Tabela 1 e são apresentadas na Figura 1. As cores utilizadas para placas e caracteres deverão manter seu contraste em todo período de vida útil de utilização do veículo.

Tabela 1 – Especificações das cores conforme categoria do veículo

Categoria do Veículo	Cor da Placa e Tarjeta	
	Fundo	Caracteres
Particular	Cinza	Preto
Experiência / Fabricante	Verde	Branco
Aprendizagem	Branco	Vermelho
Coleção	Preto	Branco
Oficial	Branco	Preto
Missão diplomática, corpo consular, organismo internacional, corpo diplomático	Azul	Branco
Representação	Preto	Dourado

Fonte: CONTRAN (2007)

Figura 1 – Identificação das diferentes categorias de veículos



Fonte: INFO ESCOLA

O Conselho Nacional de Trânsito em sua Resolução nº 780 (CONTRAN, 2019) “dispõe sobre o novo sistema de placas de identificação de veículos registrados no território nacional e as medidas de transição entre o atual e o novo sistema.” Uma das principais mudanças é a substituição do segundo dígito numérico das placas de modelo anterior por uma letra o que aumenta o número de combinações possíveis de pouco 175 milhões para mais de 450 milhões.

De acordo com a Resolução nº 780 (CONTRAN, 2019) as novas placas de identificação veicular (PIV) terão seu anverso revestidas de película retrorefletiva na cor branca; a margem superior terá uma faixa na cor azul, contendo ao seu lado esquerdo o logotipo do MERCOSUL, ao centro o nome BRASIL (sendo este vazado e na cor branca) e à direita a bandeira do Brasil. A nova sequência alfanumérica segue o padrão LLLNLNN, com espaçamentos equidistantes, onde ‘L’ refere-se a uma letra (A até Z) e ‘N’ um número (0 a 9).

Diferente do que ocorre nos modelos antigos, onde a cor de fundo e dos caracteres muda de acordo com o tipo de uso do veículo, a nova PIV terá fundo de cor única (branco), diferindo as cores dos caracteres alfanuméricos de acordo com cada especificação de uso conforme apresentado na Tabela 2 e verificado na Figura 2. A fonte utilizada para a escrita da combinação alfanumérica é a *FE Engschrift* e para o nome BRASIL (ao centro da faixa azul) *Gill Sans Standard Bold Condensed 50 Interletrado*.

Tabela 2 – Cor dos caracteres conforme o uso do veículo

Uso do Veículo	Cor dos Caracteres	Padrão de Cor
Particular	Preta	-
Comercial (Aluguel e Aprendizagem)	Vermelha	Pantone Fórmula Sólido Brilhante 186C
Oficial e Representação	Azul	Pantone Fórmula Sólido Brilhante 341C
Diplomático / Consular	Dourada	Pantone Fórmula Sólido Brilhante 341C
Especiais (Experiência / Fabricantes de veículos, peças e implementos)	Verde	Pantone Fórmula Sólido Brilhante 341C
Coleção	Cinza Prata	Swop Pantone Grey

Fonte: CONTRAN (2019)

Figura 2 – Identificação das diferentes categorias de veículos



Fonte: QUATRO RODAS (2019)

2.3. Reconhecimento automático de placas veiculares

O reconhecimento automático de placas veiculares (ALPR, *Automatic License plate Recognition*) é uma combinação de diferentes módulos onde estão

envolvidas técnicas de detecção de objetos, processamento de imagens e reconhecimento de padrões (*Pattern recognition*) e tem como tarefa principal extrair as placas de uma imagem de entrada e reconhecer os caracteres que nela se encontram (AHMAD *et al.*, 2015).

“O processo de reconhecimento de placas veiculares (LPR, *License Plate Recognition*) está dividido em três fases principais” (AHMAD *et al.*, 2015): Localização e detecção da placa, onde o objetivo é localizar e segmentar na imagem de entrada regiões que podem representar uma placa veicular; em seguida, segmentação dos caracteres quando os símbolos ou caracteres são separados uns dos outros e são deixados em blocos com um contorno definido para passar à etapa seguinte (JIAO *et al.*, 2009); e por fim reconhecimento dos caracteres, fase também conhecida como reconhecimento ótico de caracteres (OCR, *Optical character recognition*), onde cada um dos caracteres segmentados é identificado (AHMAD *et al.*, 2015).

Assim, para o reconhecimento automático de placas veiculares, faz-se necessário um *hardware*, para a captura de imagem, o processamento da imagem, a fim de se recortar os caracteres presentes na placa e por último uma inteligência artificial e algoritmos capazes de identificar padrões e decodificar as letras e números presentes na placa.

De acordo com *PLATE RECOGNIZER* (2021) é possível um leitor automático de placas veiculares chegar a ter uma acurácia entre 75% e 98%. Para chegar a essas taxas de acerto, algumas orientações devem ser seguidas: a distância máxima da câmera e do veículo deve ser de 35 metros, porém quanto menor a distância melhor, pois o foco no veículo fica mais próximo e reduz a possibilidade da imagem ficar embaçada; os ângulos de inclinação vertical e horizontal da câmera em relação ao veículo não deve ser superior a 45 graus; se no período noturno a luz ambiente não for suficiente, deve-se utilizar câmeras com iluminação infravermelho; preferencialmente as imagens devem ser coloridas ao invés de preto e branco.

3. METODOLOGIA

A metodologia é a parte do artigo na qual o autor deve informar os procedimentos a serem tomados para a execução da pesquisa. Para a realização de uma pesquisa é necessário um conjunto de ações, etapas, técnicas para sua realização. O método, os instrumentos, as técnicas e os sujeitos utilizados devem estar claros e compreensíveis (SILVA; PORTO, 2016).

Para facilitar a compreensão e sua execução, a presente pesquisa é classificada quanto a sua finalidade (natureza), quanto aos objetivos, quanto à abordagem e quanto aos procedimentos metodológicos.

3.1. Classificação de pesquisa

Por se referirem aos mais diversos objetos e perseguirem objetivos muito diferentes, é natural que se busque classificar as pesquisas. A classificação viabiliza uma melhor organização dos fatos e conseqüentemente uma clareza maior no entendimento. Desta forma, classificar as pesquisas é uma tarefa crucial, pois à medida que se dispõe de um sistema de classificação, torna-se possível distinguir entre as diferentes modalidades de pesquisa. Assim, o pesquisador passa a ter mais ferramentas para decidir acerca de sua aplicabilidade na solução dos problemas propostos para investigação (GIL, 2017).

Quanto à finalidade, esta pesquisa é classificada como de natureza aplicada, pois visa propor uma solução para um problema específico. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 126), a pesquisa de natureza aplicada, “procura produzir conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos”.

Desta forma, a presente pesquisa tem como propósito gerar conhecimentos e por consequência propor soluções através de um estudo de caso para verificar a viabilidade do uso de tecnologias de reconhecimento de placas para apoio à atividade de guarda do CBMDF.

Os objetivos de toda pesquisa tendem, naturalmente, a ser diferentes dos objetivos de qualquer outra. Contudo, em relação aos objetivos ou propósitos mais gerais, as pesquisas podem ser classificadas em exploratórias, descritivas e explicativas (GIL, 2017).

De acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 127), “as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Deste modo, a presente pesquisa é classificada quanto aos objetivos em exploratória, pois visa a proporcionar maior familiaridade com o problema de verificar a viabilidade do uso de tecnologias de reconhecimento de placas para auxiliar os militares no serviço de guarda, tornando-o explícito, objetivando a validação da hipótese.

Para Prodanov e Freitas (2013), na abordagem quantitativa, utiliza-se de recursos e técnicas de estatística para transformar em números os dados, opiniões, conhecimentos e informações, para que estes possam ser tratados estatisticamente.

Assim, a presente pesquisa é classificada como quantitativa, no que se refere à abordagem, levando-se em consideração que os dados que serão gerados a partir dos testes do protótipo, deverão ser transformados em números para estudo e análise.

Segundo Gil (2017), é necessário saber como os dados foram obtidos, bem como os procedimentos adotados em sua análise e interpretação, para que se possa avaliar a qualidade dos resultados de uma pesquisa. Isso faz com que surjam os sistemas que classificam as pesquisas quanto à abordagem, quanto ao ambiente onde os dados são coletados, quanto aos objetivos, etc.

Devido à diversidade de ambientes onde as pesquisas ocorrem, a grande variedade de métodos e técnicas de coleta de dados e às diferentes formas de análise e interpretação, é interessante classificar as pesquisas de acordo com seu delineamento que é o planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, que engloba os fundamentos metodológicos, a definição dos objetivos, o

ambiente da pesquisa e a escolha das técnicas de coleta e análise de dados (GIL, 2017).

Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 128), a pesquisa bibliográfica é “Concebida a partir de materiais já publicados”. Já a pesquisa documental “utiliza materiais que não receberam tratamento analítico”.

Com o intuito de alcançar os objetivos específicos, a presente pesquisa se iniciou com uma revisão de literatura, que por meio de pesquisa bibliográfica, valendo-se de artigos científicos, monografias já publicadas e demais fontes de consulta; de pesquisa documental, utilizando-se para tal leis, decretos, normativas e portarias, buscou-se ampliar e criar uma base de conhecimento no que tange ao serviço de guarda do CBMDF.

Na pesquisa experimental escolhe-se um objeto de estudo, determina-se as variáveis e seleciona-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto (GIL, 2017). Esta pesquisa desenvolveu um protótipo para realizar a leitura automática das placas dos veículos, e verificar a possibilidade de auxiliar as atividades do militar da guarda, atingindo o objetivo específico de desenvolver um protótipo capaz de reconhecer de maneira automática as placas dos veículos. Foram realizados testes na Academia de Bombeiro Militar do CBMDF, a fim de se coletar dados e verificar se o protótipo é capaz de auxiliar de maneira eficiente o serviço de guarda.

3.2. Universo e amostra

“População (ou universo da pesquisa) é a totalidade de indivíduos que possuem as mesmas características definidas para um determinado estudo” (PRODANOV; FEITAS, 2013, p. 98). Desse modo, esta pesquisa tem universo restrito às unidades do CBMDF que possuem serviço de guarda e é limitado aos militares que desempenham tal função.

Amostra é parte da população (ou do universo), escolhida de acordo com um propósito ou uma especificação. Diz respeito ao subconjunto do universo (ou da população), por meio do qual estimamos ou determinamos as características desse universo ou dessa população (PRODANOV; FREITAS, 2013). Realizou-

se os testes com o protótipo criado, na entrada da guarda da Academia de Bombeiro Militar do CBMDF, devido ao fato de ter um volume expressivo de entrada e saída de veículos, tornando os dados coletados uma representação mais fidedigna da população.

3.3. Preparação para os testes

Para a coleta de dados deste projeto de pesquisa no dia 28 de junho de 2022, foi posicionado, junto à guarda, na entrada da Academia de Bombeiro Militar do CBMDF, um protótipo composto basicamente de um *Raspberry Pi* (minicomputador de placa única e de baixo custo, do tamanho de um cartão de crédito), um módulo de câmera, capaz de gravar vídeos e tirar fotos e uma fonte de alimentação.

Foi registrado por meio de imagem os veículos que saíam e entravam no portão da unidade. Os registros foram realizados de maneira manual, ou seja, quando um veículo passava, o dispositivo era acionado e a imagem salva no armazenamento interno do próprio dispositivo. O processamento das imagens foi feito posteriormente.

O protótipo foi posicionado dentro dos parâmetros determinados por *PLATE RECOGNIZER* (2021), a uma altura de 85 centímetros, estando a câmera angulada em 25 graus em relação ao plano da placa dos veículos. O registro das placas dos veículos que saíam da unidade era feito a uma distância de 6,91 metros tendo como referência o ponto onde estava posicionada a câmera e o local onde a placa do veículo se encontrava no momento do registro fotográfico. Em relação aos veículos que entravam na unidade a distância medida foi de 8,59 metros.

Após a coleta das imagens dos veículos, as imagens foram submetidas a análise e reconhecimento por meio do *software Plate Recognizer* (programa capaz de realizar o reconhecimento automático de placas de veículos). O programa foi instalado no *Raspberry Pi* e as imagens enviadas por meio de um *script Python* (disponível no Apêndice A) para análise e reconhecimento. As

placas reconhecidas pelo programa foram salvas em um arquivo .csv e comparadas com os valores reais.

Para validação das respostas dadas pelo *software* foi feita análise visual de cada imagem, identificando visualmente cada placa, sendo criado um arquivo com os valores reais das placas. Foi feita uma fórmula de comparação para identificar quais placas o programa reconheceu corretamente e quais errou. O Apêndice B é uma extração do arquivo que contém a placa real, a placa identificada pelo programa e a conferência, indicando se a placa identificada está correta ou não.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a revisão de literatura realizada por meio de pesquisa bibliográfica e documental foi possível identificar as principais legislações que regulamentam e institui a guarda no CBMDF, identificando suas peculiaridades e requisitos para que o serviço seja realizado adequadamente.

Foi criado um protótipo conforme Figura 3 para reconhecer de maneira automática as placas dos veículos, porém, nos testes realizados, não foi possível realizar a identificação de maneira completamente automática. A câmera e sua controladora são muito simples e não foram capazes de identificar o movimento de um veículo se aproximando para realizar a captura da imagem de maneira automática. Uma alternativa foi configurar a câmera para fazer disparos automáticos a cada intervalo de tempo predefinido, mas isso gerou outro problema pois eram capturadas imagens onde não haviam veículos passando pela guarda. Dessa forma o protótipo criado, por conta de suas limitações, não foi capaz de realizar a captura de forma automática, sendo necessário realizar a captura de maneira manual a cada vez que um veículo passava pela sentinela da guarda.

Figura 3 – Protótipo criado (vista lateral e frontal)



Fonte: O autor.

O protótipo foi aplicado na Academia de Bombeiro Militar do CBMDF, sendo capturadas 120 placas de veículos dentre os mais diversos tipos, viaturas do CBMDF, viaturas da PMDF, viaturas do DETRAN, carros particulares, corpo diplomático e táxi, sendo 95 do padrão antigo e 25 do padrão novo conforme modelos apresentados no referencial teórico de acordo com CONTRAN (2007; 2019). As placas foram coletadas tanto durante o dia e como a noite, sendo 80 placas referentes ao período diurno e 40 ao noturno.

Das 120 placas processadas 117 foram reconhecidas de maneira correta, totalizando uma taxa de acerto de 97,5%. Todas as placas que foram identificadas de maneira incorreta apresentavam algum vício, dificultando ou impossibilitando identificar os caracteres que as formavam.

Uma das limitações do projeto está no fato da placa do veículo estar obstruída ou parcialmente oculta devido algum objeto, conforme apresentado a seguir. Na Figura 4, a placa dianteira da viatura do CBMDF fica parcialmente obstruída pelo quebra-mato.

Figura 4 – Guarda-mato obstruindo a placa da viatura



Fonte: O autor.

Já na Figura 5 é possível ver um suporte para bicicletas que oculta parte da placa traseira de um veículo, impedindo que seja identificada de maneira correta os seus caracteres.

Figura 5 – Suporte para bicicleta ocultando parte da placa do veículo



Fonte: O autor.

Outra limitação encontrada está no fato de algumas placas estarem completamente apagadas, sendo muito difícil seu reconhecimento. O protótipo em alguns casos, mesmo com alguns caracteres apagados foi capaz de reconhecer e identificar corretamente a placa do veículo. Em outros casos, como o apresentado na Figura 6, o protótipo não foi capaz de reconhecer de maneira correta a placa.

Figura 6 – Placa de veículo com caracteres apagados



Fonte: O autor.

O custo dos materiais utilizados para a construção do protótipo foi de R\$ 706,00 reais, levando em conta os valores dos componentes utilizados para a construção do protótipo: o *Raspberry Pi 3 Model B v1.2* que custou R\$ 670,00 e a Câmera *Raspberry Pi Ver 1.3* com valor de R\$ 36,00 (SHOPEE, 2022).

Conforme Transparência (2022), o salário mensal de um soldado e de um cabo da ativa, sem dependente, é de R\$ 6.081,28 e R\$ 6.242,67 respectivamente. Para o serviço de guarda no CBMDF são necessários no mínimo 6 militares, que normalmente trabalham em uma escala de 24x72 (trabalham 24 horas e folgam 72 horas), o que dá uma média de 7 serviços por mês. Assim o custo do dia de trabalho de um soldado e de um cabo para a corporação é de aproximadamente R\$ 868,75 e R\$891,81 respectivamente. Levando em conta que normalmente o serviço de guarda é realizado por cabos e soldados por um período de 24 horas, temos que a média do custo diário do serviço de guarda é de R\$ 880,28.

Considerando o princípio da economicidade, o custo do protótipo é inferior ao de um dia de serviço de guarda do CBMDF, tendo em vista que o protótipo é um bem que deve ser adquirido uma única vez e o auxílios obtidos pela sua utilização pelo sentinela tem seu custo justificado financeiramente com apenas um único dia de serviço de guarda.

Segundo *PLATE RECOGNIZER* (2021) a acurácia de 97,5% obtida com os testes realizados com o projeto está dentro do esperado o que torna o reconhecimento automático de placas dos veículos uma tecnologia capaz de auxiliar a atividade de guarda no âmbito do CBMDF. Com os devidos ajustes e implementações, o protótipo é capaz de auxiliar o militar da guarda, devendo este atentar-se apenas para as placas dos veículos que o protótipo não foi capaz de reconhecer. Assim, o uso de tecnologias é viável para auxiliar o militar da guarda em suas atividades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como principal objetivo verificar a viabilidade do uso de tecnologias de reconhecimento de placas para apoio à atividade de guarda do CBMDF. Deste modo, foi realizada inicialmente uma pesquisa bibliográfica e documental, buscando uma melhor compreensão a respeito do serviço de guarda e da tecnologia que poderia ser utilizada para atingir o objetivo proposto. Posteriormente, foi desenvolvido um protótipo capaz de reconhecer as placas de veículos, que foi testado na guarda da Academia de Bombeiro Militar do CBMDF.

Muitas vezes o serviço de guarda pode ser cansativo, considerando o período que o militar desempenha tal função e a quantidade de veículos que transitam pela unidade. Além disso, dentre alguns objetivos do plano estratégico do CBMDF podemos citar: a necessidade de garantir a infraestrutura apropriada às atividades operacionais e administrativas; e desenvolver pesquisas e a gestão do conhecimento. Um sistema que auxilia o serviço de guarda, contribui para o crescimento da corporação tanto nos aspectos sociais como científicos.

Apesar do protótipo não funcionar de maneira completamente automática, os testes realizados e resultados obtidos mostraram que o uso de tecnologias de reconhecimento de placas para auxílio da guarda é viável. Considerando os padrões de posicionamento e distâncias adotadas, a taxa de acerto na identificação das placas foi de 97,5%, sendo que as placas que não foram identificadas ou foram identificadas incorretamente apresentavam algum vício (placa obstruída ou apagada).

Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho foi atingido, provando que o uso de tecnologias para o auxílio do serviço de guarda é viável, uma vez que, apesar do protótipo criado não capturar as imagens de maneira automática, foi possível fazer a correta identificação das placas dos veículos, devendo o militar da guarda atentar-se para as placas dos veículos que o protótipo não for capaz de reconhecer.

Por fim, sugere-se que seja implementado um sistema de guarda que seja capaz de, após o reconhecimento da placa, fazer o devido registro ou busca em um banco de dados comum a todas as unidades do CBMDF, contendo as

informações necessárias para o controle da guarda (data, horário de entrada e/ou saída do veículo, identificação do condutor, placa). O militar da guarda pode ainda, se possuir um dispositivo eletrônico, a exemplo de um tablet, receber as informações do veículo e do condutor, assim que a placa for identificada, bastando ao militar da guarda apenas conferir os dados (caso o veículo/condutor já tenha sido registrado previamente) ou alimentar o banco de dados com um novo cadastro (na hipótese do veículo estar entrando em uma unidade do CBMDF pela primeira vez). O sistema pode ainda gerar um relatório para ser colocado no livro de serviço diário da guarda, bem como torna possível saber a localização das viaturas da corporação. Assim o desenvolvimento de tal sistema traria não só uma infraestrutura tecnológica apropriada para o serviço, como também estaria contribuindo para o desenvolvimento da corporação em termos de pesquisa e gestão.

REFERÊNCIAS

AHMAD, I. S. et al. Automatic license plate recognition: A comparative study. **2015 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT)**, p. 635–640, 2015.

BRASIL. **Decreto nº 88.777, de 30 de setembro de 1983**. Aprova o regulamento para as polícias militares e corpos de bombeiros militares (R-200). Brasília: Presidência da República, 1983. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d88777.htm. Acesso em: 14 maio 2021.

BRASIL. Exército. **R-1: Regulamento Interno e dos Serviços Gerais (RISG)**. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/164>. Acesso em: 14 maio 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Instrução Normativa 39/2017, de 22 de novembro de 2017. Dispõe sobre o Serviço de Guarda e Segurança das Unidades Operacionais do Comando Operacional e dá outras providências. **Boletim Geral nº 220, de 22 de nov. de 2017**, Brasília, 2017.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Portaria nº 19, de 15 de maio de 2013. Aprova a norma de padronização da frota de veículos terrestres do CBMDF. **Boletim Geral nº 96, de 22 de maio de 2013**, Brasília, 2013.

CONTRAN. **Resolução nº 231, de 15 de março de 2007**. Estabelece o Sistema de Placas de Identificação de Veículos. Brasília: Presidência da República, 2007. Disponível em: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao_231.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

CONTRAN. **Resolução nº 780, de 26 de junho de 2019**. Dispõe sobre o novo sistema de Placas de Identificação Veicular. Brasília: Presidência da República, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-780-de-26-de-junho-de-2019-179414765>. Acesso em: 20 maio 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

INFO ESCOLA. **Tipos de placas de veículos**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/transito/tipos-de-placas-de-veiculos/>. Acesso em: 20 maio 2021.

JIAO, J. et al. A configurable method for multi-style license plate recognition. **Pattern Recognition**, v. 42, n. 3, p. 358–369, 2009. Disponível em: http://lamp.ucas.ac.cn/downloads/publication/PR2009_JiaoJianbin.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

TRANSPARÊNCIA. **Remuneração dos servidores.** Disponível em: <http://www.transparencia.df.gov.br/#/servidores/remuneracao>. Acesso em: 05 out. 2022.

PLATE RECOGNIZER. **Camera setup for best ANPR.** 2021. Disponível em: <https://platerecognizer.com/camera-setup-for-best-anpr/>. Acesso em 18 jun. 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César De. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SHOPEE. **Camera Pra Microcontrolador Raspberry Pi 3 B.** Disponível em: <https://shopee.com.br/Camera-Pra-Microcontrolador-Raspberry-Pi-3-B-5mp-Cabo-Flat-C%C3%B3digo-269--i.422097784.9343416362>. Acesso em: 28 abr. 2022.

SILVA, C. N. N. da; PORTO, M. D. **Metodologia Científica Descomplicada: pesquisa e prática para iniciantes.** Brasília: IFB, 2016. Disponível em: <http://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/editoraifb/issue/view/61>. Acesso em 4 nov. 2021.

QUATRO RODAS. **Placa do Mercosul: tire suas dúvidas e saiba o que já mudou no projeto.** 2019. Disponível em: <https://quatorodas.abril.com.br/auto-servico/placa-do-mercosul-tire-suas-duvidas-e-saiba-o-que-ja-mudou-no-projeto/>. Acesso em: 20 maio 2021.

APÊNDICE A – CÓDIGO *PYTHON* UTILIZADO PARA ENVIO AUTOMÁTICO DAS IMAGENS AO PROGRAMA

```
9 # Abre o arquivo para gravar os resultados
10 pr_result = open('resultado.txt', 'w+')
11
12 # Identifica todas as imagens dentro da pasta
13 for file in glob.glob('*.*jpg'):
14
15     # Envia para o programa a imagem
16     with open(file, 'rb') as fp:
17         response = requests.post(
18             'https://api.platerecognizer.com/v1/plate-reader/',
19             data=dict(regions=['br']),
20             files=dict(upload=fp),
21             headers={'Authorization': 'Token my-token*****'})
22         response = response.json()
23
24     # Escreve no arquivo os resultados
25     pr_result.write(file.split('.')[0]+';'+
26                    response['results'][0]['plate']+' '+
27                    str(response['processing_time'])+'\n')
28
```

**APÊNDICE B – ARQUIVO COMPARATIVO ENTRE A PLACA REAL E A
PLACA IDENTIFICADA PELO PROGRAMA**

ID	Real	ID	Identificada	OK	ID	Real	ID	Identificada	OK
1	jhx2059	1	jhx2059	1	41	pby6834	41	pby6834	1
2	jgn9i87	2	jgn9i87	1	42	dze6457	42	dze6457	1
3	jib4824	3	jip4824	0	43	pby6789	43	pby6789	1
4	rel3h32	4	rel3h32	1	44	pby6767	44	pby6767	1
5	pax1510	5	pax1510	1	45	-	45	bay3875	0
6	jjh6644	6	jjh6644	1	46	jgo6981	46	jgo6981	1
7	jfy1498	7	jfy1498	1	47	pbz9136	47	pbz9136	1
8	paf7467	8	paf7467	1	48	jke1021	48	jke1021	1
9	pbg1998	9	pbg1998	1	49	pbt8244	49	pbt8244	1
10	ovm5756	10	ovm5756	1	50	pby6763	50	pby6763	1
11	reu2i23	11	reu2i23	1	51	jhz7712	51	jhz7712	1
12	pby6762	12	pby6762	1	52	pby6790	52	pby6790	1
13	pat1012	13	pat1012	1	53	nkg7506	53	nkg7506	1
14	are3j57	14	are3j57	1	54	ree2c82	54	ree2c82	1
15	ovt9927	15	ovt9927	1	55	pby6792	55	pby6792	1
16	paj6237	16	paj6237	1	56	jho0131	56	jho0131	1
17	reo3c87	17	reo3c87	1	57	jeq3311	57	jeq3311	1
18	jju4051	18	jju4051	1	58	pby6746	58	pby6746	1
19	pbt0454	19	pbt0454	1	59	red4j66	59	red4j66	1
20	pah4737	20	pah4737	1	60	jia1155	60	jia1155	1
21	prb3e84	21	prb3e84	1	61	jhu9598	61	jhu9598	1
22	jkl4440	22	jkl4440	1	62	pbq2385	62	pbq2385	1
23	ret1c22	23	ret1c22	1	63	pby6755	63	pby6755	1
24	pad5582	24	pad5582	1	64	pby6760	64	pby6760	1
25	jkl0108	25	jkl0108	1	65	pby6790	65	pby6790	1
26	pby6734	26	pby6734	1	66	pbw9975	66	pbw9975	1
27	reu0g92	27	reu0g92	1	67	ozz1034	67	ozz1034	1
28	pan0198	28	pan0198	1	68	-	68	erro	0
29	jdx0074	29	jdx0074	1	69	rek4g58	69	rek4g58	1
30	jka1331	30	jka1331	1	70	ree4a08	70	ree4a08	1
31	rel9d25	31	rel9d25	1	71	nkg7506	71	nkg7506	1
32	pbz8841	32	pbz8841	1	72	pby6734	72	pby6734	1
33	pam3784	33	pam3784	1	73	pbq2385	73	pbq2385	1
34	paj5706	34	paj5706	1	74	pbz9136	74	pbz9136	1
35	fmu3634	35	fmu3634	1	75	jjg4960	75	jjg4960	1
36	pby6743	36	pby6743	1	76	rek5f41	76	rek5f41	1
37	pbe1610	37	pbe1610	1	77	ovt1735	77	ovt1735	1
38	pbh1902	38	pbh1902	1	78	jix1473	78	jix1473	1
39	ref7e35	39	ref7e35	1	79	paz2478	79	paz2478	1
40	paq7506	40	paq7506	1	80	pbz9478	80	pbz9478	1

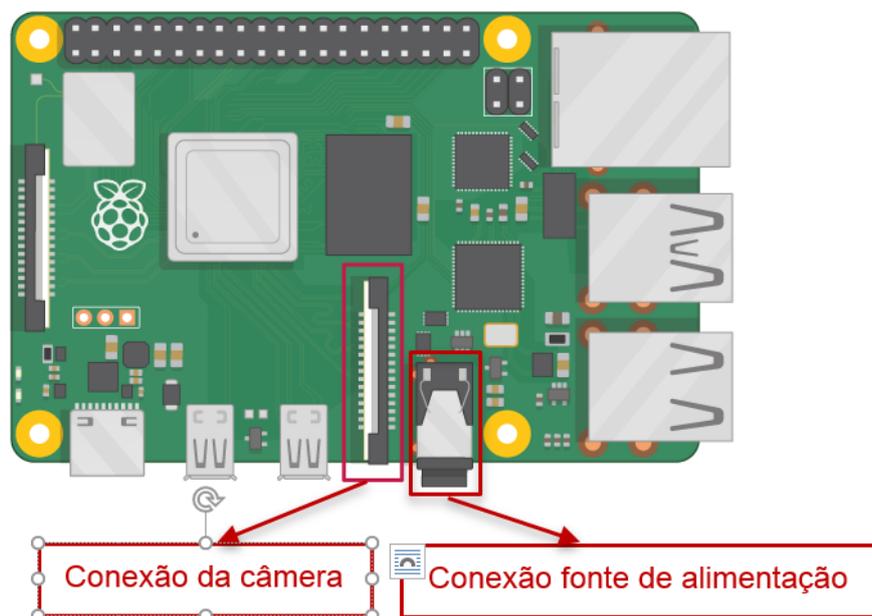
ID	Real	ID	Identificada	OK
81	pby6743	81	pby6743	1
82	jfo8e45	82	jfo8e45	1
83	ovt1735	83	ovt1735	1
84	rec1e66	84	rec1e66	1
85	pbk2275	85	pbk2275	1
86	pba0437	86	pba0437	1
87	ree5a56	87	ree5a56	1
88	jho0254	88	jho0254	1
89	par6418	89	par6418	1
90	jkn3345	90	jkn3345	1
91	jfz0j63	91	jfz0j63	1
92	ovn5116	92	ovn5116	1
93	jgp8919	93	jgp8919	1
94	jkk8230	94	jkk8230	1
95	ozz7b93	95	ozz7b93	1
96	pby6755	96	pby6755	1
97	omm0d20	97	omm0d20	1
98	jeq3311	98	jeq3311	1
99	ret5j97	99	ret5j97	1
100	pas9797	100	pas9797	1
101	paj5706	101	paj5706	1
102	paj5869	102	paj5869	1
103	jkp2971	103	jkp2971	1
104	jkl0108	104	jkl0108	1
105	ree9c36	105	ree9c36	1
106	pae3567	106	pae3567	1
107	jkm8i34	107	jkm8i34	1
108	jgg4960	108	jgg4960	1
109	pby6834	109	pby6834	1
110	jgo6981	110	jgo6981	1
111	jhd4997	111	jhd4997	1
112	pat7889	112	pat7889	1
113	fva6088	113	fva6088	1
114	pbk3799	114	pbk3799	1
115	pbh9737	115	pbh9737	1
116	jhx6g91	116	jhx6g91	1
117	jeg0076	117	jeg0076	1
118	pbk3799	118	pbk3799	1
119	pah2753	119	pah2753	1
120	par1411	120	par1411	1

APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

1. **Aluno:** Cadete BM/2 Samuel Vinicius Vieira **Pala**
2. **Nome:** Protótipo para reconhecer placas.
3. **Descrição:** Consiste em um protótipo capaz de realizar o reconhecimento de placas veiculares.
4. **Finalidade:** Auxiliar o serviço de sentinela da guarda do CBMDF reconhecendo as placas dos veículos que adentram a unidade.
5. **A quem se destina:** Unidades do CBMDF que possuem serviço de guarda.
6. **Funcionalidades:** O protótipo é capaz de identificar a placa de um veículo auxiliando o serviço de guarda.
7. **Especificações técnicas:**

Para a construção do protótipo foi utilizado um *Raspberry Pi 3 Model B v1.2*, uma *Câmera Raspberry Pi Ver 1.3* (Exibidos na *Figura 1*) e uma fonte de alimentação.

Figura 1 - Raspberry pi e conexões da câmera e fonte de alimentação



Fonte: <https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspberry-pi-getting-started>

8. **Instruções de uso:**
 - 1 – Ligar o protótipo;
 - 2 – Abrir o *prompt de comand*;

3 – Executar o comando a seguir para capturar a imagem: “*raspistill -o Desktop/image.jpg*”;

4 – Executar o código *python* para processamento das imagens:

```
9 # Abre o arquivo para gravar os resultados
10 pr_result = open('resultado.txt', 'w+')
11
12 # Identifica todas as imagens dentro da pasta
13 for file in glob.glob('*.jpg'):
14
15     # Envia para o programa a imagem
16     with open(file, 'rb') as fp:
17         response = requests.post(
18             'https://api.platercognizer.com/v1/plate-reader/',
19             data=dict(regions=['br']),
20             files=dict(upload=fp),
21             headers={'Authorization': 'Token my-token****'})
22         response = response.json()
23
24     # Escreve no arquivo os resultados
25     pr_result.write(file.split('.')[0]+';'+
26                    response['results'][0]['plate']+' '+
27                    str(response['processing_time'])+'\n')
28
```

9. **Condições de conservação, manutenção, armazenamento** não se aplica.