

# Pare Certo

## Fiscalização Automática de Vagas de Estacionamento Reservadas

Letícia Alves de Araujo†  
Instituto Federal do Paraná  
leticiaa.ifpr@gmail.com

Olavo Jose Luiz Junior  
Instituto Federal do Paraná  
olavo.junior@ifpr.edu.br

Humberto Fioravante Ferro  
Instituto Federal do Paraná  
humberto.ferro@ifpr.edu.br

### ABSTRACT

In Brazil, public and private parking lots have to reserve 2% of their parking spaces for people with physical disabilities (PCD). However, since those spots are seldom monitored properly, some drivers with no mobility issues deliberately use them. To prevent such abuses, this work proposes the use of a surveillance device called Pare Certo to monitor reserved parking spaces. By using a camera and computer vision algorithms, Pare Certo captures the image of a car and recognizes its license plate. In case the vehicle is not entitled to use reserved spots, the device will beep until the vehicle is removed and, in case the offender ignores the warning, a notification with the vehicle data will be sent via wi-fi to an officer who can take the appropriate measures. A prototype was built to validate the concepts developed in this project and performed satisfactorily in the tests performed.

### KEYWORDS

Visão Computacional, Tesseract-OCR, Pessoa Com Deficiência, OpenCV, IoT

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, as Pessoas Com Deficiência (PCD) têm sido discriminadas pela sociedade e, em certos períodos históricos, chegaram ao cúmulo de serem mortas ou perseguidas devido à sua condição, tida como um sinal da ira divina. Apesar de muitos avanços significativos, o preconceito ainda persiste e essas pessoas continuam sendo desrespeitadas, o que lhes tolhe não somente a mobilidade física, mas também a social. Como consequência, muitas PCD acabam se tornando excessivamente dependentes dos familiares ou cuidadores [1].

Para mitigar esses problemas e melhorar a qualidade de vida das PCD, no Brasil 2% das vagas de estacionamento são reservadas para esses indivíduos, um direito assegurado pela Lei Federal 13.146 e regulamentado por uma resolução específica do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) [2]. Essas vagas devem estar bem sinalizadas e são mais largas do que as convencionais (vide Figura 1), permitindo o manuseio de equipamentos como cadeira de rodas, bengalas, muletas ou andadores, que são frequentemente utilizados pelas PCD para facilitar a sua mobilidade [3].

Para poder utilizar as vagas reservadas, as PCD devem afixar no para-brisa dos seus veículos uma credencial emitida pelas autoridades de trânsito, do contrário, ficam sujeitas a aplicação de uma multa. A utilização dessas vagas é fiscalizada manualmente, o que encoraja a transgressão: como o número de fiscais é

insuficiente, muitos motoristas não autorizados a utilizá-las contam com a sorte e utilizam-nas indevidamente, sabendo que a chance de serem flagrados é pequena, principalmente nos grandes estacionamentos privados (como os de supermercados ou shopping centers), devido aos custos de fiscalização [4]. Para inibir esse tipo de abuso, este trabalho apresenta o Pare Certo, um dispositivo de fiscalização eletrônico totalmente autônomo. A ideia é que a credencial emitida pela autoridade de trânsito seja substituída por um cadastro num banco de dados acessado via internet e que as vagas reservadas sejam monitoradas por uma câmera de vídeo. As filmagens dessa câmera são processadas por meio de algoritmos de visão computacional para detectar a placa dos veículos. Com o uso de técnicas de reconhecimento de padrões a placa é segmentada e seus caracteres são reconhecidos, permitindo então que o veículo seja identificado e localizado no banco de dados. Se o veículo não estiver cadastrado, o Pare Certo alerta o motorista da infração por meio de um sinal sonoro e, caso não retire seu veículo num tempo pré-determinado, um aviso é enviado às autoridades competentes pela internet para que sejam tomadas as providências cabíveis.

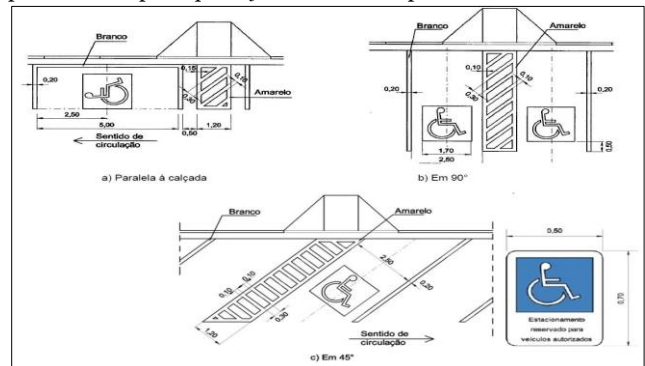


Figura 1: Dimensões das vagas reservadas

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de deficiência é algo controverso e delicado devido ao estigma que carrega e também pelas implicações legais envolvidas. De uma forma genérica, considera-se como deficiência os efeitos de certas doenças e lesões que causam limitações locomotoras tais que, sem alternativas, o indivíduo se obriga a utilizar equipamentos concebidos para auxiliar na sua locomoção, tal como cadeiras de rodas, muletas e andadores [1].

Sensível a essa situação, a legislação brasileira instituiu várias políticas públicas de inclusão e acessibilidade às PCD. Em termos

legais, o que ocorre é que as PCD acabam sendo restringidas no seu direito de ir e vir em função de sua condição, o que fere o princípio constitucional da igualdade e, portanto, devem ser tratadas de maneira diferenciada para compensar como possível suas desigualdades frente os demais indivíduos. É por isso que o Estatuto da Pessoa com Deficiência determina que todos os estacionamentos reservem 2% de suas vagas às PCD [2], além de prescrever punições severas aos motoristas que utilizarem-nas indevidamente, incluindo multas e guinchamento [5].

A despeito dessas punições, muitos motoristas sem problemas de mobilidade insistem em utilizar as vagas reservadas. Por exemplo, no estado de São Paulo, foram autuados 1.319 desses motoristas em 2018, mostrando que o desrespeito aos direitos das PCD é uma realidade [6] uma vez que apenas uma parte desses motoristas é autuada, resta claro a necessidade de aprimorar a fiscalização dessas vagas, algo previsto no Estatuto da Pessoa com Deficiência. Com efeito, entre outras medidas, o estatuto prevê o desenvolvimento de tecnologias assistivas para fiscalizar as vagas reservadas [2], algo contemplado neste trabalho.

Esse imperativo legal estimulou a criação de várias soluções de fiscalização. Por exemplo, em [4] emprega-se um sistema equipado com tags RFID e sensores infravermelho para identificar se o veículo que tenta utilizar uma vaga reservada está autorizado a fazê-lo. Uma solução similar é apresentada em [7], com o uso de tags RFID passivas, leitores de baixo custo e internet das coisas (IoT). Contudo, os testes realizados com esse arranjo não foram satisfatórios, o que levou os autores a recomendar o uso de recursos mais sofisticados, aumentando os custos envolvidos.

O maior problema desse tipo de solução é que o RFID se baseia no uso de ondas de rádio, o que pode trazer algumas dificuldades inusitadas para a identificação das tags [8]. Por exemplo, frequentemente os leitores não conseguem identificar as tags instaladas em grandes massas metálicas como as de um automóvel, porque as ondas de rádio são refletidas pelos metais. Além disso, esses equipamentos tendem a se comportar de forma inesperada nas proximidades de fontes de radiação eletromagnéticas como torres de telefonia celular, motores elétricos e roteadores wi-fi. Esses inconvenientes podem ser contornados com o uso de várias tags e leitores dispostos em ângulos diferentes, mas isso aumenta a complexidade e implica em custos maiores, como notado em [7].

Face essas dificuldades, este trabalho propõe o Pare Certo, uma solução baseada em técnicas de visão computacional e reconhecimento de padrões que não requer o uso de nenhum equipamento adicional nos automóveis das PCD. Sucintamente, o Pare Certo replica a visão humana, operando como um agente de trânsito o faria, mas com a vantagem de fazê-lo de forma ininterrupta, pois é instalado em cada uma das vagas. Esse tipo de abordagem, outrora inimaginável, tornou-se viável graças ao avanço tecnológico que permitiu aos algoritmos de visão computacional melhorarem seu desempenho substancialmente nas últimas décadas [9].

## 2.1 Visão Computacional

Os sistemas que empregam visão computacional são capazes de extrair as informações contidas em imagens digitais, permitindo assim o reconhecimento de padrões úteis como, por exemplo, os rostos de pessoas, caracteres ou, no caso do Pare Certo, placas de automóveis. Entre os algoritmos mais empregados na criação de aplicações de visão computacional, destaca-se o Haar Cascade, que identifica objetos numa imagem com base no conceito de características (features) descrito por Viola e Jones em 2001 [10].

Para detectar os objetos de interesse numa imagem como as placas de automóveis, primeiramente o Haar Cascade treina uma função em cascata com um grande banco de imagens ditas positivas (que contém uma placa) e negativas (sem placas). Na fase de detecção o algoritmo utiliza um esquema de janela deslizante, onde uma pequena área da imagem – a janela – com as mesmas dimensões do objeto de interesse (a placa) é processada a cada vez. Essa janela é deslocada pela imagem até percorrê-la por completo e, a cada deslocamento, as características da área delimitada pela janela (Haar features) são extraídas e comparadas com as do objeto de interesse [11]. Cada característica representa um conjunto de atributos diferentes que, isoladamente, não permite ao algoritmo classificar a janela como positiva (quando contém o objeto de interesse) ou negativa (não contém o objeto). Por essa razão, várias características são processadas em sequência, formando um classificador em cascata capaz de classificar a janela com uma boa precisão [10,11].

## 3 CONCEITO E DESENVOLVIMENTO

Atualmente, o desenvolvimento do Pare Certo está na fase de prototipação, o que permitiu testar e validar as soluções criadas para este projeto. Para a construção do protótipo foi utilizada uma biblioteca open source do Haar Cascade chamada Open CV[12] para segmentar tanto a placa de um veículo como os seus caracteres, que são reconhecidos com o uso do Tesseract, uma biblioteca para OCR desenvolvida pela Google e disponibilizada à comunidade gratuitamente através da Apache Foundation [13].

O diagrama da Figura 2 mostra os principais componentes da arquitetura do Pare Certo, desenvolvido num microcomputador Raspberry PI modulo B+ equipado com uma câmera de vídeo.

Durante o funcionamento, o módulo de aquisição de imagem (mIMG na Figura 2) do Pare Certo captura as imagens da câmera, detectando a presença da placa do veículo estacionado por meio de classificadores Haar Cascade (mDET). Caso uma placa seja detectada numa imagem, a Central de Controle a envia ao módulo de segmentação (mSEG), onde a imagem da placa é extraída e enviada ao módulo de reconhecimento de caracteres (mREC), momento em que eles são segmentados e reconhecidos, formando uma string.

Essa string é transmitida via internet pela Central de Controle a um sistema remoto, onde é utilizada como argumento de

num banco de dados (BD) que armazena os dados dos veículos utilizados pelas PCD, cadastrados previamente. Esse sistema informa a Central de Controle do Pare Certo se a placa do veículo filmado está devidamente cadastrada no banco de dados. Se não estiver, a Central de Controle aciona um sinal sonoro (mBuz) para que motorista retire seu veículo. Se isso não ocorrer num intervalo estipulado, a Central envia um comunicado via internet ao agente de trânsito (ou vigilante, no caso de um estacionamento privado) com a imagem do veículo e a localização da vaga violada.

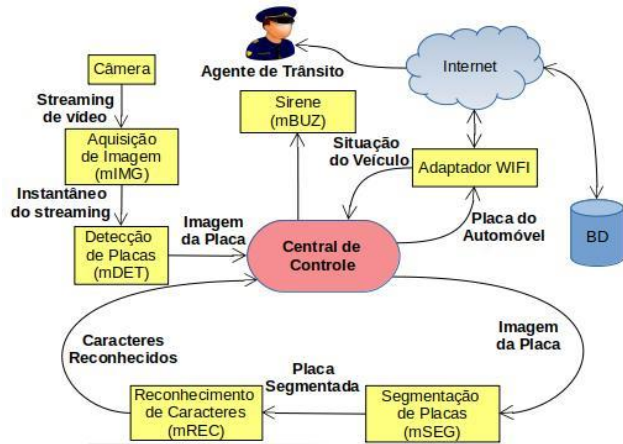


Figura 2: Arquitetura do Pare Certo

#### 4 OBSERVAÇÕES E RESULTADOS

O protótipo do Pare Certo ainda está em desenvolvimento, mas vários dos módulos mostrados na Figura 2 já estão implementados e em operação, permitindo seu uso em condições experimentais, como mostrado na Figura 3. Esse protótipo consegue adquirir os frames do vídeo produzido pela câmera (módulo mIMG), detectar a existência da placa nesses frames e segmentá-la (módulos mDET e mSEG), e reconhecer os caracteres da placa (mREC).

Para conduzir os testes com o protótipo, utiliza-se um cadastro de veículos fictício, sem informações reais. Oportunamente, será desenvolvido um conector para acessar bases de dados públicas por meio de convênios firmados com os órgãos competentes, o que pode ser viabilizado tecnicamente por meio de web services ou intercâmbio de arquivos texto.

As principais funcionalidades do Pare Certo estão funcionando com um bom desempenho e precisão. Os módulos mDET e mSEG do protótipo detectam e segmentam a imagem de uma placa em menos de um segundo, e o mREC precisa aproximadamente do mesmo tempo para reconhecer os seus caracteres.

O treinamento do mDET utilizou uma massa de dados experimental com 50 imagens (25 positivas e 25 negativas), sendo que as imagens positivas contêm placas do modelo antigo (com a

identificação do Estado de emplacamento) e do modelo novo (placas do Mercosul).



Figura 3: Reconhecimento de placas

Apesar dos bons resultados obtidos no laboratório com esses dados, em consonância com as recomendações da literatura pretende-se utilizar uma massa com pelo menos 5000 imagens antes de empregar o Pare Certo em condições reais, no campo.

Nos testes conduzidos em laboratório, as placas foram segmentadas corretamente em todos os casos (sem falsos positivos ou negativos). Quanto à segmentação e reconhecimento dos caracteres, a taxa de acertos obtida variou consideravelmente conforme as condições do ambiente. Em boas condições, ou seja, se a placa estiver limpa (imagem sem ruído) e bem alinhada, a iluminação for boa e a placa estiver a menos de 2 metros da câmera, os caracteres são sempre reconhecidos com êxito (taxa de acertos de 100%). Contudo, a medida que as condições do ambiente se deterioram, esse desempenho começa a deteriorar – em situações precárias, com baixa iluminação e placas desalinhadas, a taxa de acerto pode cair a 20%.

A utilização de câmeras infravermelho pode atenuar ou mesmo resolver o baixo desempenho observado nas situações de pouca ou nenhuma luminosidade, mas o reconhecimento de placas inclinadas ou pouco nítidas requer uma solução algorítmica mais elaborada. O melhor caminho parece ser submeter os frames capturados da câmera a um pré-processamento para filtrar a imagem e compensar a inclinação das placas antes que elas sejam segmentadas pelo módulo mDET; contudo, até o momento, este é um problema que permanece em aberto no projeto do Pare Certo.

Também são vislumbradas possibilidades de uso diferentes para o Pare Certo, como a identificação de veículos roubados e uma

interface para um módulo de cobrança pelo uso da vaga no estacionamento (parquímetro). Uma outra possibilidade é implementar o Pare Certo em plataformas móveis, algo que virtualmente elimina os gastos com o hardware embarcado (Raspberry PI), visto que muitas pessoas possuem tablets e smartphones. Por outro lado, a utilização de plataformas móveis exige que alguém monitore as vagas reservadas, algo que o Pare Certo em sua concepção original tornaria desnecessária.

## REFERÊNCIAS

- [1] Teixeira, L. Deficiência física definição, classificação, causas e características. Disponível em <http://www.luzimarteixeira.com.br/wpcontent/uploads/2010/05/definicao-e-classificacao-da-deficiencia-fisica.pdf>. Acesso em 20 ago. 2019.
- [2] Brasil. Lei 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm). Acesso em 17 dez. 2018.
- [3] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Disponível em [http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o\\_ministerio/publicacoes/downloads\\_publicacoes/NBR9050.pdf](http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/NBR9050.pdf). Acesso em 17 dez. 2018
- [4] Donato et al. 2010. Sistema para controle automatico de vagas especiais em estacionamento. (Nov. 2010). Patente No. 10050440 A2, Depositada em 26 nov, 2010, concedida em 26 mar, 2013.
- [5] Brasil. Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997: Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm). Acesso em 05 nov. 2019
- [6] Okumura, R. Mais de 1300 motoristas são pegos na fiscalização de vagas reservadas para deficientes e idosos. Disponível em <https://brasil.estadao.com.br/blogs/blitz-estadao/mais-de-1-300-motoristassaopegos-na-fiscalizacao-de-vagas-de-deficientes-e-idosos-emestabelecimentosprivados/>. Acesso em 04 nov. 2019.
- [7] Silva, I. C. 2017. Desenvolvimento de um sistema diferenciado de reconhecimento de veículos destinados a vagas especiais. Trabalho de conclusão de Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Instituto Federal do Paraná (IFPR), Assis Chateaubriand, Brasil.
- [8] Colella, R. , Catarinucci, L. e Tarricone, L. 2016. Improved RFIDtag characterization system: Use case in the IoT arena. Proceeding of IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA), 2016, Foshan, China. <https://doi.org/10.1109/RFID-TA.2016.7750760>
- [9] SAS. Visão Computacional: O que é e qual sua importância? 2019. Disponível em [https://www.sas.com/pt\\_br/insights/analytics/computer-vision.html](https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/computer-vision.html). Acesso em 05 nov. 2019.
- [10] P. Viola e M. Jones. 2001. 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 2001), 2001, Kauai, HI, USA. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517>
- [11] Fernando Henrique Vieira Trindade. 2018. Estudo de técnicas de visão computacional para auxílio à acessibilidade. Editora Criação.
- [12] OpenCV. Cascade Classifier. 2019. Disponível em [https://docs.opencv.org/3.4/db/d28/tutorial\\_cascade\\_classifier.html](https://docs.opencv.org/3.4/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html). Acesso em 05 nov. 2019.
- [13] GitHub. Tesseract-OCR. Disponível em <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract/>. Acesso em 05 nov. 2019