

**Sensor de fadiga: assistente virtual para direção****Fatigue sensor: virtual assistant for steering**

DOI:10.34117/bjdv6n10-330

Recebimento dos originais: 10/09/2020

Aceitação para publicação: 15/10/2020

**Marcos Vinícius Félix da Silva**

Ensino superior completo (Análise e Desenvolvimento de Sistemas)

Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG

Endereço: Rua Padre Marcelino, nº 82, Bairro Santo Antônio - CEP 35450-276 - Itabirito - MG

e-mail: mviniciusf8@gmail.com

**Reinaldo Cassiano Costa**

MBA Engenharia de Produção

Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG

Endereço: Rua Quaresmeira, nº 59, Bairro Monte Verde - CEP 35456-016 - Itabirito - MG

e-mail: reinaldo.cassiano@hotmail.com

**Layza Maria Vimieiro Marques de Lima**

Superior completo (Engenharia Elétrica)

Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG

Endereço: Rua Castro Alves, nº 54, Bairro: Novo Itabirito - CEP 35450-000 - Itabirito - MG

e-mail: layzavimieiro@gmail.com

**Elias José de Rezende Freitas**

Mestre em Engenharia Elétrica

Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG

Endereço: Rua José Benedito, nº 139, Bairro: Santa Efigênia - CEP 35450-000 - Itabirito - MG

e-mail: elias.freitas@ifmg.edu.br

**RESUMO**

Muitos acidentes no trânsito estão associados ao cansaço do motorista. Com o intuito de desenvolver um sensor que detecta essa fadiga este trabalho apresenta um assistente virtual para direção, utilizando visão computacional integrada ao Assistente do Google, de maneira a recomendar, em tempo real, sugestões para o motorista de repouso. Os resultados realizados com dois motoristas demonstram o potencial desse sensor em auxiliar na direção.

**Palavras-chave:** Visão computacional; Pontos fiduciais; Sensor de fadiga.

**ABSTRACT**

Many accidents in traffic are associated with driver fatigue. In order to develop a sensor that detects this fatigue, this work presents a virtual assistant for driving, using computer vision integrated with the Google Assistant, in order to recommend, in real time, suggestions for the resting driver. The results obtained with two drivers demonstrate the potential of this sensor to assist in driving.

**Keywords:** Computer vision; Fiducial points; Fatigue sensor.

## 1 INTRODUÇÃO

Muitos acidentes no trânsito estão associados ao cansaço do motorista, que ignoram essa fadiga, acreditando que possuem as condições necessárias para dirigir. O desenvolvimento de tecnologias que possa evitar esses acidentes é indispensável (Dattinger, 2008).

Mesmo que o cansaço possa ser identificado por meio de bocejos repetidos, de distúrbios visuais, pela dificuldade em se manter alerta, há uma complexidade nesse monitoramento automático, pois envolve elementos fisiológicos e comportamentais.

Dessa forma, diferentes abordagens têm sido propostas, sendo que a utilização da visão computacional apresenta um potencial de monitoramento sem interferir na sua condução (Queiroz, 2011).

De acordo com Rodrigues (2018), os olhos são uma das características mais relevantes para a detecção de uma pessoa que está sonolenta. Isso é justificável pelo fato que, nesse estado, os olhos tendem a piscar mais do que o normal e com isso o tempo total com eles fechados é maior do que o de uma pessoa em estado de descanso.

Os sistemas de detecção de fadiga mais precisos são os mais intrusivos, que monitoram os batimentos cardíacos e as ondas cerebrais do motorista, porém são os projetos menos desenvolvidos devido o desconforto. Apesar de não atingirem a precisão dos sistemas intrusivos, os projetos desenvolvidos que monitoram as características dos olhos e expressão facial são os mais aceitáveis (Roque, 2013).

Monitorando o estado de fadiga e de sonolência dos motoristas com um sistema computacional é possível que ações sejam tomadas pelo sistema para a redução dos riscos de acidentes e os dados coletados são utilizados para determinar o estado do motorista no momento do acidente (Lucion, 2017).

Segundo Santos et al. (2018) sistemas baseados em técnicas de processamento de imagens, considerando a posição da face dos motoristas, permitem inferir se o mesmo encontra-se sonolento ou não e para os resultados de testes realizados para detecção de fadiga estes sistemas são capazes de reconhecer todos os casos.

Na visão computacional, uma técnica que busca identificar a posição da face e mapeá-la com precisão é conhecida como *Facial Landmarks* ou pontos fiduciais faciais. Os pontos faciais são 68 coordenadas da face fundamentais para identificação das características da face e do seu comportamento, como por exemplo, se o olho está aberto ou fechado.

O monitoramento dos olhos é fundamental no sensor de fadiga, podendo ser medido por meio do EAR (*Eye Aspect Ratio*), que é uma medida da distância entre os pontos identificados nos olhos. Dessa forma, é possível identificar o tempo que eles ficam fechados e diferenciá-los de uma piscada.

Note que o piscar dos olhos é uma ação natural e rápida de fechamento dos olhos, variando de pessoa para pessoa (Paranhos, 2019). No sensor de fadiga a velocidade de fechamento dos olhos vai resultar no valor do EAR e esse valor irá determinar se o motorista está ou não com sonolência e com fadiga.

Com base nessas características, este trabalho propõe um assistente virtual para direção, utilizando visão computacional integrada ao Assistente do Google, de maneira a recomendar, em tempo real, sugestões para o motorista de repouso a partir da detecção de sonolência. É importante evidenciar que a interação entre a detecção facial em conjunto com as sugestões do Google diferem este trabalho dos demais, pois ele possibilita que o motorista tenha as sugestões apresentadas em tempo real, tornando a direção mais segura e confortável de uma forma dinâmica.

As próximas seções deste artigo são organizadas como segue. A segunda seção apresenta uma descrição dos materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do sensor e na terceira seção são expostos os resultados obtidos com ele. Por fim, a última seção trata das conclusões e aponta os trabalhos futuros, para a continuidade do projeto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

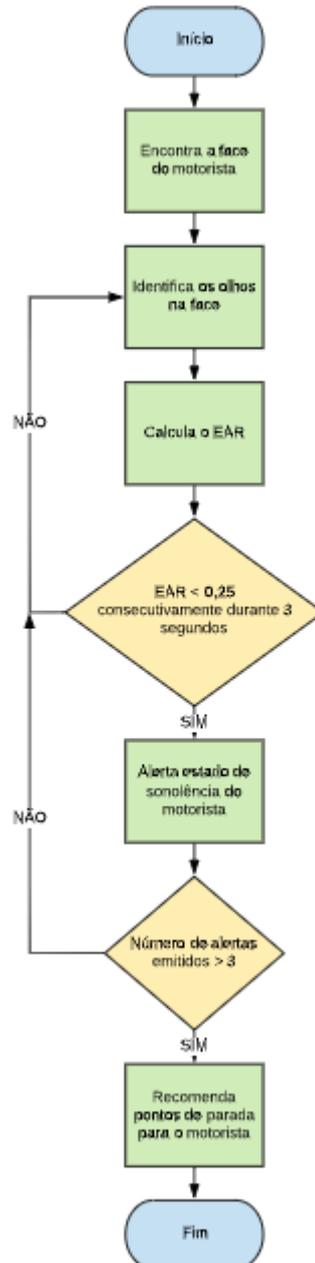
O funcionamento do sensor de fadiga desenvolvido é baseado na identificação dos padrões faciais que representam cansaço, monitorando, nesse caso, as expressões dos principais pontos dos olhos (pontos fiduciais), sendo que o código desenvolvido foi feito em linguagem Python.

Para sintetizar a metodologia deste trabalho, a Figura 1 apresenta um fluxograma das etapas internas realizadas pelo sensor, sendo que as principais bibliotecas utilizadas foram:

- O OpenCV é uma das principais bibliotecas utilizadas em visão computacional, sendo desenvolvida pela Intel, em 2000, de forma livre ao uso acadêmico e comercial. Fornece módulos de processamento de imagens, vídeos e dados, com as finalidades de filtrar imagens, calibrar câmeras, reconhecer objetos, realizar análise estrutural entre outras.
- A biblioteca *dLib* fornece um conjunto de funções baseadas em aprendizado de máquina para o processamento de imagens (King, 2009).

A primeira etapa é a detecção facial, que visa identificar e isolar a área referente à face, possivelmente, presente na imagem capturada por uma câmera instalada no veículo e direcionada para o motorista<sup>1</sup>.

Figura 1. Fluxograma das etapas internas realizada pelo sensor de fadiga desenvolvido.

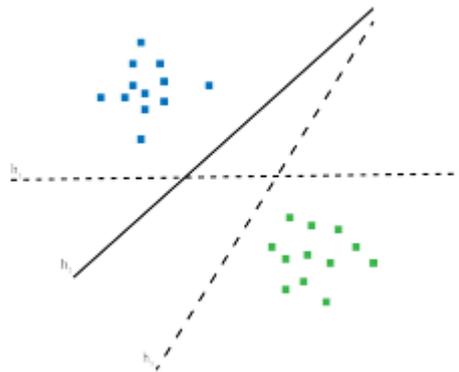


<sup>1</sup> Note que poderia ser utilizada a câmera do celular do motorista, devidamente posicionada.

A segunda etapa corresponde à identificação dos olhos na face. Para isso, a *dLib* foi utilizada, visando delimitar o rosto na imagem capturada e determinar os principais pontos do rosto, os chamados pontos fiduciais.

A maneira como as faces são identificadas na imagem ocorre através de algoritmos já treinados, baseados em Histogramas de Gradientes Orientados (HOG) associados a Máquinas de Vetores de Suporte (SVM), implementados pela *dLib*. O conceito dos HOGs é baseado em transformar a imagem colorida para escala de cinza, calcular o gradiente de cada pixel e agrupá-los. Desta forma, é possível detectar as bordas de uma forma qualquer, no caso deste trabalho, um rosto. Essas imagens resultantes são classificadas pelos SVMs, que, devido ao método de aprendizado supervisionado, são capazes de reconhecer padrões e classificá-los, escolhendo o melhor hiperplano capaz de separar os pixels da borda do rosto. A Figura 2 exemplifica esses hiperplanos capazes de classificar os dois grupos de dados.

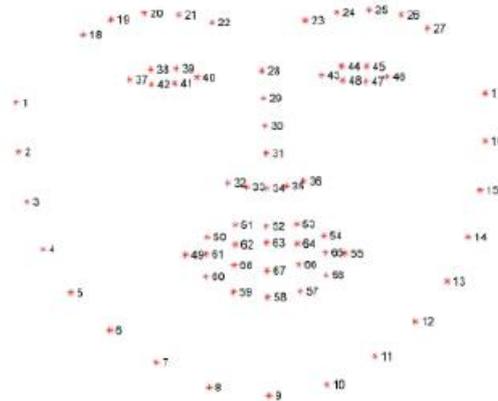
Figura 2. Exemplos de hiperplanos criados por SVMs.



Os pontos fiduciais faciais, também conhecidos como *facial landmarks*, são as principais regiões do rosto localizadas durante o processo de detecção facial do OpenCV. Seus atributos podem definir as características de identificação de um indivíduo, assim como a classificação de sua expressão, como cansado, por exemplo.

A biblioteca *dLib* possui uma função pré-definida que recebe como parâmetro um algoritmo já treinado responsável por determinar as 68 coordenadas (x,y) para mapear estes pontos, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3. Facial Landmarks.



A próxima etapa da metodologia é o cálculo do EAR, que pode ser definido como um valor que representa a proporção do olho humano.

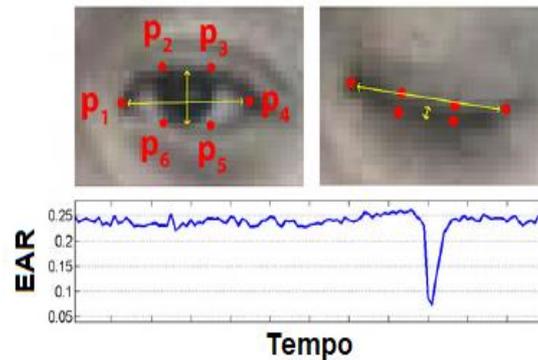
Para o desenvolvimento de um sensor de fadiga, é de grande interesse o uso da região dos olhos e para isso a função *Eye Aspect Ratio* (EAR) calcula a distância entre a altura e a largura do olho. Os pontos P1 a P6, mostrados na Figura 3, são identificados para o cálculo de EAR, realizado através da Equação 1.

$$EAR = \frac{\|P2 - P6\| + \|P3 - P5\|}{2\|P1 - P4\|} \quad (1)$$

A biblioteca utilizada para esse cálculo da distância euclidiana entre os pontos dos olhos foi a Scipy, por possuir um conteúdo bem vasto e ser composta por funções de cálculos matemáticos utilizados em diversos ramos da ciência e engenharia.

Como pode ser observado pelo gráfico da Figura 4, o valor de EAR é, praticamente, constante, enquanto o olho permanece em um estado, modificando apenas com o olho pisca. Como a sua medida varia de acordo com a proporção de cada olho, o ideal seria uma parametrização individualizada, mas de uma forma geral pode-se utilizar a faixa entre 0,25 e 0,32, para classificar o olho como aberto. Assim, valores inferiores a esse intervalo podem ser considerados como estado de sonolência do motorista.

Figura 4. Identificação dos pontos e resultado do EAR.



O cálculo do EAR é fundamental para o sistema desenvolvido, pois, considerando o resultado obtido abaixo de 0,25 durante um tempo determinado, definido em 3 segundos, neste trabalho, provavelmente o motorista adormeceu enquanto dirigia. Neste caso, o assistente virtual deve interferir de alguma forma para que possa evitar acidentes.

Dessa forma, a etapa seguinte é alertar o estado de sonolência do motorista. Para isso, foram gravadas algumas frases pré-definidas utilizando a biblioteca *gTTS*, sigla que significa *Google Text-to-Speech*, e são emitidas toda vez que o valor do EAR se mantém baixo durante o tempo já citado. A reprodução do áudio é realizada pela biblioteca *Playsound*.

Por fim, a última etapa, ainda não implementada neste trabalho, é a integração do sensor de fadiga com o serviço Google Maps, sendo necessário a utilização de uma API (sigla em inglês para Interface de Programação de Aplicações). As API's são fundamentais para a comunicação de diversos sistemas e aplicativos, pois elas fornecem parâmetros e métodos específicos retornando as informações solicitadas.

A plataforma Google Maps funcionaria a partir do momento que o sensor de fadiga detectasse a terceira vez em que o motorista estava em estado de sonolência. O serviço de geolocalização identificaria em qual lugar o veículo se encontra e indicaria os pontos de interesse mais próximos, como hotéis, pousadas ou até mesmo lanchonetes para tomar um café, por exemplo.

Assim, o motorista, ao saber das suas opções, interage com o sensor por comandos de voz, utilizando novamente a biblioteca *gTTS* e escolhe a opção de parada. Por fim, API do Google Maps definiria a melhor rota até o local desejado e sugeriria ao condutor do veículo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros testes realizados foram para o ajuste da detecção da face e da iluminação do ambiente. Na Figura 5 nenhuma face foi detectada devido a pouca iluminação do local, de maneira

que o algoritmo não conseguiu encontrar os pontos fiduciais da face. Fazendo um novo teste com mais luz, foi possível detectar a face com facilidade e, desta forma, focar nos olhos, conforme Figura 6. Dessa forma, concluiu-se que para o funcionamento correto do sensor desenvolvido é necessário um mínimo de luz no ambiente, podendo ser gerada pela própria luz da tela de um celular no brilho máximo, por exemplo.

Figura 5. Falha na detecção da face devido a pouca iluminação.



Figura 6. Detecção da face com foco nos olhos



O segundo teste realizado foi a verificação do cálculo e dos limites do EAR, considerando como posição normal o intervalo de valores entre 0,25 e 0,32, conforme exemplo na Figura 7. Para olhos fechados e sonolência verificou-se o valor de 0,20 (Figura 8).

Figura 7. Cálculo do EAR para os olhos abertos.

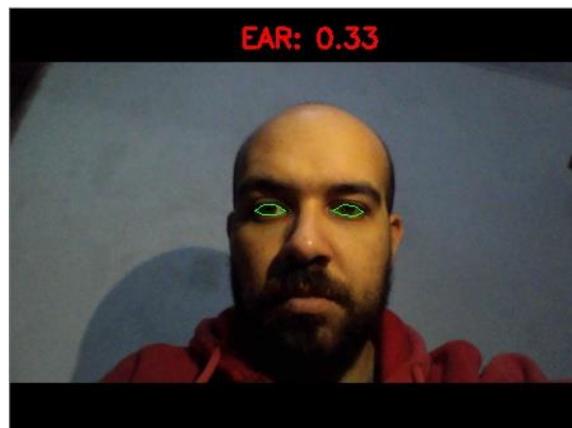
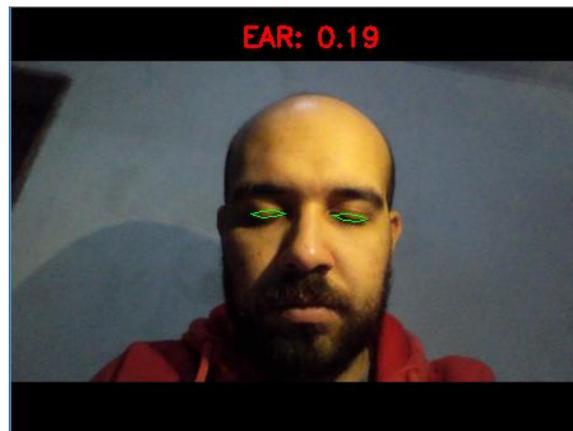


Figura 8. Cálculo do EAR para os olhos fechados.

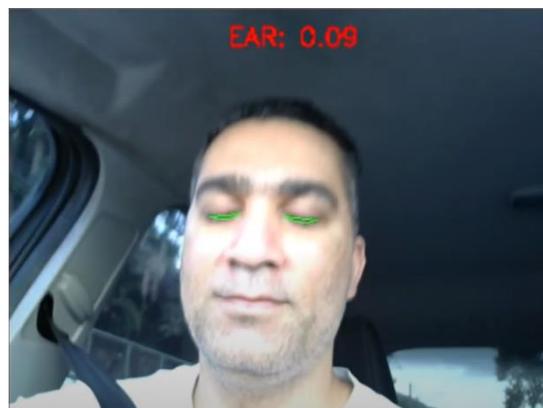


Assim, se o valor do EAR se mantiver menor que um limiar de 0,25 durante poucos segundos, pode-se assegurar que o motorista está em estado de sonolência.

Os testes finais foram realizados com dois motoristas enquanto dirigia um veículo (um durante o dia e outro durante a noite), sendo simulado momentos de sonolência. Esses testes foram feitos em estradas com pouco movimento para evitar acidentes enquanto simulavam a sonolência. Para isso, foi utilizada uma câmera externa, fixada no painel do automóvel, focada no rosto do motorista e um computador para o processamento dos dados.

Na Figura 9 vê-se um momento em que foi detectada a sonolência do motorista, sendo o assistente virtual acionado, informando ao usuário que ele deveria parar. Os testes completos apresentaram um resultado de confiabilidade do sistema, como pode ser visto no vídeo: <https://youtu.be/Uu3Boje1j14>.

Figura 9. Detecção em tempo real da sonolência de um motorista dirigindo. Mais detalhes no vídeo: <https://youtu.be/Uu3Boje1j14>.



#### 4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um assistente virtual, capaz de detectar a sonolência do motorista em tempo real e sugerir a parada para o repouso, utilizando visão computacional. A metodologia proposta é baseada no cálculo da relação da forma dos olhos (EAR), obtida após a detecção da face do motorista e de pontos fiduciais faciais.

Foram realizados testes com dois motoristas que simularam o estado de sonolência durante a direção de um veículo, permitindo avaliar o bom funcionamento do assistente virtual.

Como trabalho futuro, pretende-se incorporar ao assistente virtual, a capacidade de pesquisar e sugerir ao motorista pontos de repouso próximos ao local que ele estiver dirigindo, conectando-se ao Google Maps. Além disso, pretende-se realizar a portabilidade do software desenvolvido para Android, permitindo rodá-lo diretamente do celular do motorista ou mesmo desenvolver um sistema embarcado, que elimine a necessidade de um notebook durante a condução.

#### REFERÊNCIAS

- Dattinger, R. Ferramenta para detecção de fadiga em motoristas baseada na monitoração dos olhos. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2008.
- King, Davis E. Dlib-ml: A machine learning toolkit. *The Journal of Machine Learning Research*, v. 10, p. 1755-1758, 2009.
- Li, S.; Jain, A. *Handbook of face recognition.*: Springer eBooks collection: Computer science, 2005.
- Lucion, V. Visão computacional e sinais biomédicos para determinar sonolência em motoristas. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.
- Paranhos, Vinícius Kerber. Sistema de detecção de sonolência. Trabalho Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.
- Queiroz, K. L. Sistema baseado em vídeo para detecção de sonolência em motoristas. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, 2011.
- Rodrigues, D. N. Detecção de fadiga baseada no monitoramento dos olhos. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.
- Roque, J. M. G. Técnicas de visão computacional para a detecção automática de padrões de fadiga. Dissertação de Mestrado — Universidade de Évora, Évora, 2013.
- Santos, R. C. C. M.; Oliveira., R. A. O.; Amorim, V. J. P.. Sistema de Detecção de Fadiga e Desvio de Atenção de Condutores de Veículos. In: *Trabalhos em andamento - Simpósio Brasileiro de Engenharia de Sistemas Computacionais (SBESC)*, 8, 2018, Salvador. *Anais Estendidos do VIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Sistemas Computacionais*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, nov. 2018.
- Yang, M. H.; Ahuja, N.; Kriegman, D. Detecting faces in images: A survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 1, n. 1, p. 34–58, 2002.