

APLICATIVO PARA AVALIAÇÃO DE CONDUÇÃO SEGURA DE USUÁRIOS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES POR MEIO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA BENEFÍCIOS EM SEGUROS VEICULARES

Edilson de Oliveira Caldas, Diego Martins de Oliveira, Gilmar dos Santos Marques, Flávio Elias Gomes de Deus, Rafael Timóteo de Sousa Júnior e Fábio Lúcio Lopes de Mendonça
Pós-graduação Profissional em Engenharia Elétrica – PPEE – Departamento de Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Brasil, Zip Code 70910-900

RESUMO

Os diversos aplicativos existentes hoje em dia, podem trazer benefícios para o ser humano, como produtividade, saúde financeira e assistências em atividades diárias a serem executadas. Com inserção de inteligência artificial (IA), diversos dados podem ser coletados e comparados para chegar a um objetivo útil à sociedade, por exemplo a redução de acidentes com veículos automotores, que é um número alarmante, pois são dedicados altos recursos financeiros para reparar danos materiais e físicos causados às pessoas e infraestruturas atingidas. Para auxiliar à prevenção, este artigo propõe o desenvolvimento do aplicativo de avaliação de condução segura de veículos automotores, que coletará dados do veículo, somados a dados coletados de um aparelho *Smartphone* e processados por uma inteligência artificial, definindo uma pontuação diária para o condutor, assim, de forma direta, o aplicativo retornará condições inseguras de direção, alertas ao condutor, a fim de gerar uma melhor educação no trânsito, bem como definirá seu *Score*, podendo transformá-lo em bônus de seguro veiculares, melhores condições de venda de veículos e defesas em possíveis crimes de trânsito.

PALAVRAS-CHAVE

Veículos, Condutores, Seguro veicular, seguradora, venda de veículo, OBDII, Aplicativo, APP, Inteligência Artificial

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Confederação Nacional dos Transportes (CNT), no período de 2007 a 2022 foram registrados 1.982.059 acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras (CNT, 2023), Ainda mais alarmantes são os números acumulados de vítimas (mortos e feridos), 970.674 pessoas, o que nos dá uma média de 7 acidentes a cada 10 km. Se trouxermos um recorte do ano de 2022, teremos 64.447 acidentes registrados nas rodovias federais que cortam o Brasil, sendo 52.948 vítimas. A seguir, temos a série temporal representada na figura 1.

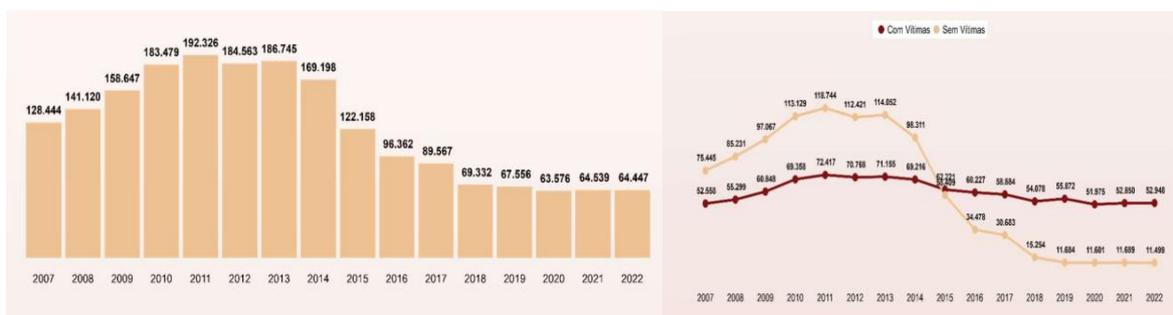


Figura 1. Número de acidentes de trânsito entre 2007 e 2022 e acidentes de trânsito com vítima entre 2007 e 2022

Esse número pode ficar ainda maior, pois diversos acidentes, com ou sem vítimas, não são registrados, por estarem em ruas e avenidas não monitoradas pelos órgãos competentes, trazendo uma falsa sensação de redução de acidentes ou melhoria de perspectiva da segurança nas estradas. Fato é que cada acidente gerado, representa

um custo aos cofres do estado, seja com reabilitação para a vítima, indenizações ou para recuperação da infraestrutura das vias. Esses custos estão na ordem de R\$ 250,26 milhões (CNT, 2023).

Em meio a este cenário, encontramos a oportunidade através dos aplicativos (App), que vêm ganhando cada vez mais popularidade entre os usuários de *Smartphone*. Mais de 78% de usuários utilizaram algum tipo de aplicativo (Mobiletime, 2022), em 2022, uma solução vantajosa para quem gostaria de se apresentar como um condutor responsável e seguro, pois os APP se tornaram aliados na execução de atividades diárias, com excelência e total rastreabilidade comparativas. Eles permitem ao usuário saber se realizou uma tarefa da melhor forma que no dia ou mês anterior, seja uma tarefa pessoal, profissional ou até mesmo um olhar a distância para membros da família. Em meio a toda a facilidade, outros Apps surgiram para controlar gastos, ampliar rendimentos e monitorar scores referente a compras e pagamentos realizados por pessoas físicas, possibilitando as Instituições financeiras (IF) avaliar com velocidade o perfil do usuário, permitindo tomadas de decisão sem burocracias, como a cessão de um empréstimo, por exemplo. Na Figura 2, está representada os aplicativos mais utilizados no Brasil.



Figura 2. Radar de popularidade de Apps no Brasil em 2022

Um dos principais desafios que as Companhia de Seguros (CS) tem enfrentado é o desenho da persona ideal de seu cliente, persona que não ocasiona acidentes de trânsito e que realmente tem o perfil de condutor declarado no momento da aquisição das apólices de seguros para seus veículos. Para uma melhor definição e não muito assertiva, as CS normalmente tem alguns estereótipos traçados a partir de estatísticas de acidentes de trânsito e precificam seus serviços conforme esses dados, adotando um contexto de classificação de grupos, o que foge a grande maioria de seus clientes, principalmente no que tange a acidentes de pequena monta (Contran, 2023). Como exemplo, podemos trazer a faixa etária, que taxa com o maior custo os clientes com idade entre 18 e 25 anos. Estatisticamente, são os clientes com idade maior que 45 anos que mais se envolvem em acidentes no Brasil.

Nesse contexto, este artigo propõe um aplicativo que, associando os dados do veículo e dados do *Smartphone*, irá evidenciar a forma que as pessoas conduzem os seus veículos, fazendo com que elas possam melhorar e tornar segura a sua condução, utilizar esses scores para reduzir valores de seguros veiculares e até mesmo em defesas jurídicas em erros pontuais que possam cometer no trânsito, pois todo o histórico será acessível e personalizado, o que tira o cidadão de uma estatística genérica de acidentes de trânsito.

O App proposto neste artigo busca combinar, ao mesmo tempo, dados de *Smartphone* e do veículo como acelerômetros, mapas, relógios, rotação de motor, controle de estabilidade, controle de tração, antibloqueio de freios, velocidade do veículo, giroscópio, tempo de aceleração e frenagem. A combinação desses dados, permitirá a detecção de um comportamento agressivo ou não de um motorista de forma eficiente, oportunizando a sua segurança e a dos outros atores de trânsito.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E TRABALHOS RELACIONADOS

Para iniciarmos a proposta de aplicativo, foi necessário primeiramente investigar alguns trabalhos relacionados, ou seja, artigos já publicados que tivessem algumas ideias correlacionadas com os objetivos aqui expostos. Para tanto, foram analisados os seguintes artigos:

Segundo Castignani *et al.* (2015), é analisado como sensores de smartphones podem ser usados para identificar manobras. É proposto o *SenseFleet*, uma plataforma de perfil de direção capaz de detectar eventos de risco.

Já Ferreira *et al.* (2017), realiza uma investigação com diferentes sensores, presentes em um smartphone Android, e diferentes algoritmos de classificação, a fim de avaliar qual conjunto/método de sensores permite a classificação com maior precisão. Os resultados mostram que combinações específicas de sensores e métodos inteligentes permitem melhorar o desempenho da taxa.

Em da Silva *et al.* (2019) visa definir coletas de dados de telemetria veicular, dados de sensores do Smartphone do usuário para transmitir ao servidor e retornar dados geográficos e alertas de acidentes para o usuário.

Esses trabalhos fornecem uma visão abrangente das abordagens existentes para a coleta e tratamento de dados de veículos e Smartphones. No entanto, muitos desses métodos enfrentam desafios, como a necessidade de adequações para cada protocolo de comunicação de redes veicular, o que limita a implementação dos trabalhos nos veículos mais antigos, limitando a sua utilização ao grupo específico de pessoas.

O modelo proposto neste artigo busca superar essas limitações, utilizando interfaces de protocolos para possibilitar a extração de dados de qualquer veículo com sistema eletrônico de controle embarcado.

É importante ressaltar que outros artigos também foram considerados, para a realização da proposta de aplicativo e são citados a seguir bem como resoluções do Contran e outros documentos orientadores e normatizadores.

3. PROPOSTA E MODELO DE ARQUITETURA

Para o desenvolvimento do projeto, foi necessário definir quais os dados seriam coletados, quais as combinações de dados para gerar parâmetros que atenderiam um modelo de normalidade de condução segura, quais os parâmetros que apontariam para uma anomalia na condução, ou condução insegura, quais os scores que cada anomalia ou conjunto delas representaria em um débito diário, o modelo matemático para determinar a média diária de *scores*, formas de ganhos de scores em situações contínuas de condução segura.

O escopo do projeto foi baseado no ambiente em que o carro estará presente, bem como o *Smartphone* do usuário, assim os dados coletados representarão a forma de conduzir do usuário, retornando um *score*, que inicia o dia com 1000 pontos e são debitados a cada anomalia reconhecida, bem como alertas de condução insegura.

O referido trabalho (da Silva *et al.*, 2019) é muito útil no que diz respeito à funcionalidade desenvolvida no projeto, bem como aos dados a serem inferidos e interpretações correspondentes para formar o perfil de condução do motorista

3.1 Objetivo

Para o nosso estudo, foi utilizado um modelo de detecção dos tipos de dirigibilidade, com o objetivo de monitorar o funcionamento de um determinado veículo através de seis objetivos específicos, que proporcionarão uma visão do progresso do projeto em: a) coletar dados de funcionamento do veículo, os quais serão captados por meio de aparelho junto a tomada de diagnóstico OBD-II (On-board diagnósticos), conforme indicado em Amarasinghe *et al.* (2015); b) coletar dados dos sensores do dispositivo Android do usuário, conforme indicado em Astarita *et al.* (2015) e Puig (2013); c) desenvolver gateway de aplicativo móvel para receber dados coletados e transmitir para servidor chamado *safe driving*; d) utilizar protocolo *Hypertext Transfer Protocol Secure*, com função de auto registro para receber os dados coletados e transmiti-los para a aplicação deixando o *Safe driving* seguro; e) executar inferências, tanto na camada de aplicação quanto de servidor, utilizando dados coletados, para identificar o comportamento dos motoristas, bem como enviar informações de scores e alertas de condução insegura; e g) desenvolver aplicativo para administração de usuários, acesso aos dados coletados e inferência de resultados.

3.2 Fases do Projeto

A arquitetura será desenvolvida em quatro fases. A primeira fase será coleta dos dados por meio do aparelho de extração de dados conectados ao veículo na tomada de diagnóstico OBD-II, conectado ao smartphone do indivíduo via *Bluetooth* representado na Figura 3.



Figura 3. Conexão entre o veículo, o aparelho de coleta de dados OBD-II e o smartphone

A fase dois consiste no acesso à plataforma *safe driving*, a partir de um aplicativo instalado no Smartphone. Esse aplicativo será a interface de gestão do usuário e receberá os scores e mensagens de alertas de condução insegura. A Figura 4 demonstra as telas de interação do app com o usuário.



Figura 4. APP Safe Driving instalado no smartphone

Na fase três, os dados gerados durante a condução de cada usuário são enviados para o servidor *safe driving* e verificados por inteligência artificial, onde serão realizadas comparações para elaborações de parâmetros e definição de anomalias de condução. A Figura 5 representa a arquitetura de todo o sistema *safe driving*.



Figura 5. APP Safe Driving enviando e recebendo dados do servidor Safe Driving

Na fase quatro, temos o compartilhamento de dados. Os dados de scores podem ser compartilhados com companhia de seguros, sites e/ou lojas de venda de veículos e o poder judiciário caso seja pertinente na construção de uma defesa em um processo. Os dados só serão compartilhados com terceiros, caso o usuário deseje, essa ação deverá ser realizada diretamente no APP, pelo usuário para não ferir a Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (LGPD) (Brasil, 2018) e direcionada a cada terceiro que o usuário deseje compartilhar, por exemplo, o usuário deseje compartilhar seus dados somente com as seguradoras a fim de obter descontos na apólice de seguros.

3.3 Sensores monitorados nos dispositivos smartphones Android dos usuários.

Os dados coletados do Smartphone do usuário estão a seguir, porém vale ressaltar que a qualidade e velocidade dos dados recebidos estão relacionados diretamente a capacidade de operação do aparelho do usuário.

- Acelerômetro - Os dados de aceleração ou desaceleração abruptas ou não podem ser inferidas de acordo com o vetor de aceleração fornecido pelo sensor, desta forma saberemos se o usuário adota acelerações abruptas, frenagens abruptas e inclinações em curvas de forma acentuada;
- GPS - fornece a velocidade (m/s), possibilitando comparar este valor com a velocidade permitida na via, definindo se o usuário está dentro da velocidade permitida, bem como mudanças de velocidades abruptas, mesmo dentro dos limites de velocidade da via;
- Orientação - De acordo com o magnetômetro e o sensor de gravidade, o azimute ($-\pi$, π) é obtido em radianos. A taxa de mudança no volante é encontrada calculando a mudança após duas amostras subsequentes, dando a ideia de quão nítido é o carro girando.

Por estar instalado em quase sete vezes mais dispositivos no Brasil que o sistema operacional iOS, o sistema operacional Android foi escolhido como base para o desenvolvimento do aplicativo *Safe Driving*.

Os dados a serem coletados por meio de sensores dos veículos estão a seguir, porém vale lembrar que o protocolo OBD-II não está presente em todos os veículos, assim para os veículos com protocolo de comunicação OBD-I, OBD, LINK ou demais protocolos próprios desenvolvidos por montadoras de veículos, deverão ter um decodificador de protocolos para que a comunicação e extração de dados seja eficiente e assertiva. Alguns modelos de veículos, por conta de suas características construtivas, não terão todos os sensores disponíveis em seus sistemas, não realizando todos os cruzamentos necessários para identificar anomalias de condução.

- Rotação do motor – O sensor de rotação do motor está no sistema de injeção eletrônica de combustível. Em muitos veículos é responsável pela rotação medida em rotações por minuto (RPM) e pela posição da árvore de manivelas do motor, a fim de determinar o cilindro em combustão.
- Rotação de rodas – O sensor de rotação de rodas está no sistema de antibloqueio das rodas, ele compara a velocidade entre rodas identificando um escorregamento no momento de frenagem ou um escorregamento no momento de tração do veículo. Com esses dados, o veículo controla a velocidade das rodas para uma melhor frenagem ou melhor tração do veículo.
- Pedal de embreagem – O sensor do pedal de embreagem está vinculado ao sistema de injeção eletrônica ou em alguns casos, no sistema de conforto do veículo. Ele mede a velocidade de troca de marchas por meio do tempo de aplicação de força no pedal e não permite que o veículo acelere bruscamente com o pedal aplicado, melhorando a eficiência na saída de inicia do veículo e consumo de combustível.

4. SOLUÇÕES E RESULTADOS

Este tópico relata o desenvolvimento do aplicativo proposto para anomalias durante a condução. Como resultados temos o módulo de aplicação que é responsável por receber as informações geradas pelo usuário e apresentá-las a IA, *middleware* responsável pelo armazenamento e compartilhamento de dados, desenvolvido e mantido pela equipe de pesquisa em IA, da Universidade de Brasília. As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do módulo aplicativo foram *Python*, *Android Studio IDE*, *Google Cloud* e *Google Firebase*.

4.1 Plataforma Safe Driving

O objetivo de desenvolvimento da plataforma *safe driving* foi criar um serviço seguro para comunicação de dados furtivos sobre a localização do usuário e de seu veículo, exigindo que este serviço fosse escalável e altamente disponível através do uso do "*Raise Middleware*". Outro objetivo importante foi o desenvolvimento da interface de administração do usuário, os dados e a identificação de rotas a serem utilizadas. A Figura 5 representa o *front-end* da plataforma *safe driving*.

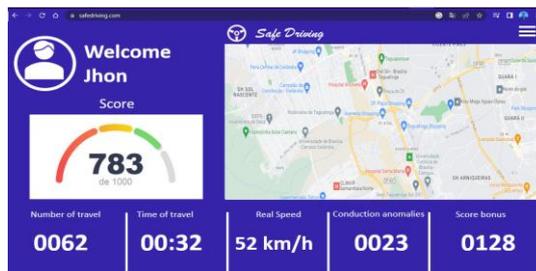


Figura 6. front-end da plataforma safe driving

Nessa plataforma, além de apresentar as vias com todas as suas sinalizações, também é possível cadastrar novos usuários e compartilhar dados com terceiros de acordo com o desejo do usuário. Para fazer isso, o Login/janela de registro, deve ser acessada para permitir que o usuário defina o e-mail e a senha solicitados.

4.2 Aplicação móvel proposta

O aplicativo para *Safe Driving* possui três telas principais: Login, Home e Configurações.

A Tela de login é mostrada na Figura 7a e é apropriada para inserir os dados de cadastro do usuário, para que toda a plataforma *Safe Driving* identifique e mantenha o perfil de usuário e associe os Scores definidos durante o uso da aplicação.

A tela inicial do aplicativo é mostrada na Figura 7b. A viagem do usuário será iniciada automaticamente quando o sinal de GPS for maior que 15 km/h. Nesta tela, o SCORE do usuário será exibido junto ao número de viagens, tempo de viagem, velocidade real do veículo, anomalia de condução e score bônus. Nesta tela, também serão enviadas mensagens educativas ao usuário, que podem ser lidas pelo aplicativo em viva voz para que o usuário não ter distração da condução.

Por fim, o usuário também terá acesso às configurações do aplicativo, como mostra a Figura 7c. Neste menu, é possível acessar as configurações de usuário, as configurações gerais do aplicativo realizar o compartilhamento de Scores com companhia de seguros, lojas de vendas de veículos e Órgãos judiciários conforme a decisão do usuário; Configurações do dispositivo OBD-II e a própria redefinição do aplicativo, caso o aparelho Smartphone seja utilizado por outra pessoa. A Figura 7, ilustra as principais telas de acesso do usuário.



(a) Tela de Login (b) Tela de home (c) Tela de configurações

Figura 7 - Telas da aplicação

4.3 Sistema de auto-registo

Para facilitar a entrada e o gerenciamento de dispositivos na rede *IoT*, desenvolveremos um mecanismo de auto registro. Esse permitirá que sensores e atuadores entrem de forma autônoma e segura em um ambiente capaz de receber grandes volumes de dados e controlar atuadores com segurança. Como explicado em Silva (2015), o *middleware* responsável por receber e processar dados na nuvem tem dois componentes principais, o *REST API Approach for IoT Services (RAISe)* e o *User Interface Management System (UIMS)*. A *RAISe* é a interface de *web services* responsável por responder às solicitações dos clientes, armazenando os dados fornecidos por esses clientes. *UIMS* é a interface visual através da qual um usuário pode consultar dados manipulados pelo *middleware*. A solução implementa uma arquitetura completa de auto registro para o dispositivo inteligente a partir do envio de dados básicos do dispositivo conforme explicado em (da Silva, 2019).

4.4 Definição de parâmetros para Anomalias de condução.

Os parâmetros para definir anomalias são cruzamentos de dados obtidos dos veículos e do Smartphone do usuário, de acordo essa definição, serão formadas as anomalias de condução. Essas anomalias de condução terão scores específicos e conforme a realização de cada evento, será debitado o valor de seu score do usuário durante 24h, associados a data e fuso horário definidos no Smartphone do usuário. Assim, esse algoritmo matemático tem início as 00:00:00 e término as 23:59:59 de cada dia. Neste momento é executado outro algoritmo matemático da média de pontuação obtida nos dias de uso.

Algoritmo 1 parâmetros para Anomalias de condução

$$S_d = 1000 - (an_1 + an_2 + \dots + an_n)$$

Onde

S_d = Score diário

an = Anomalia

$$S_t = \frac{(S_{d1} + S_{d2} + \dots + S_{dn})}{d_t}$$

Onde

S_t = Score Total

S_d = Score diário

d_t = Dias de uso total

Outro parâmetro relevante é o *Score* bônus, como o próprio nome já diz, é um bônus por ter excelente desempenho durante sete dias seguidos de uso do aplicativo, ou seja, sem perda de scores. Assim o usuário tem 100 pontos somados ao seu *score* total, o que possibilita a reeducação no trânsito, motivando o usuário a se autodisciplinar para uma condução segura. É relevante que o score total não poderá passar de 1000 e que os *scores* bônus não são cumulativos.

Algoritmo 2 – Parâmetros de Score

$$S_t = S_t + S_b$$

S_t = Score Total

S_b = Score bônus

Se

$$S_t > 1000$$

Então

$$S_t = 1000$$

Porém se

$$S_t \leq 1000$$

Então

$$S_t = \text{valor atual de } S_t$$

Definindo as condições matemáticas, vamos definir as condições de anomalias de condução e seus Scores específicos para o funcionamento do aplicativo. Aqui vamos listar cinco situações que podem ser consideradas inseguras durante a condução, para relacionarmos aos dados disponíveis e formatar parâmetros pertinentes a cada anomalia.

Sabemos que temos diversas situações que geram insegurança no trânsito, como falhas mecânicas ou elétricas, distração do condutor ou ultrapassagens arriscadas. Porém, nos limitamos as sete condições pois são possíveis de gerar parâmetros facilmente com os dados coletados do veículo.

- Velocidade do veículo acima do permitido na via: A plataforma *Safe Driving* recebe os dados de velocidade diretamente do GPS do *Smartphone* do usuário e irá comparar com os dados de mapa das vias. Ela irá comparar a velocidade máxima especificada na via e realizará, automaticamente, o débito de scores do usuário. O seu débito de score equivalente está discriminado na tabela 1.
- Frenagens bruscas: A plataforma *safe driving* irá receber dados do acelerômetro e do GPS do *Smartphone* do usuário somados os dados de diferença de velocidades das rodas do veículo. Assim a plataforma calcula a velocidade de desaceleração e a condição de segurança na frenagem a que o veículo foi exposto. Se a distância medida pelo acelerômetro (D_a) for menor que 60% da distância (D_p) calculada pela equação a seguir, então, temos uma frenagem brusca.

$$D_p = \frac{v^2}{250\mu}$$

Onde

- v = velocidade em Km/h do veículo;
- D_p = a distância de frenagem e;
- μ = coeficiente médio de atrito do pneu com o solo.
- Se $D_a > D_p * 0.6$; então frenagem normal;
- Se $D_a \leq D_p * 0.6$; então frenagem brusca;

A plataforma *safe driving* irá comparar as distâncias e realizará automaticamente o débito de scores do usuário. O seu débito de score equivalente está descrito na Tabela 1.

- **Aceleração bruscas:** A plataforma *Safe Driving* irá receber dados de acelerômetro, GPS do Smartphone do usuário somados a rotação do motor e diferença de velocidade das rodas do veículo. Assim a plataforma calcula a velocidade de aceleração e a condição que o veículo foi exposto. Se a rotação do motor for maior que 3500 rpm, o sistema de tração for acionado em função da diferença de velocidade das rodas, logo se tem tentativa de deslocamento rápido em espaço pequeno. Assim considerado uma anomalia, realizando automaticamente o débito de scores do usuário. O seu débito de score equivalente está descrito na tabela 1.
- **Inclinações bruscas do veículo:** A plataforma *Safe Driving* irá receber dados do GPS, do sensor de orientação do *Smartphone* do usuário e somadas as informações de mapa da via. Assim a plataforma irá comparar a velocidade do veículo, o ângulo de inclinação, a velocidade máxima permitida naquele ponto da via e entenderá que o usuário está conduzindo o veículo com risco de capotamento ou perda de controle em curvas e considerará uma anomalia. Então, ela realizará automaticamente o débito de scores do usuário. O seu débito de score equivalente está descrito na tabela 1.
- **Tempo de condução maior que quatro horas sem pausa de quinze minutos para descanso:** A plataforma receberá dados do GPS e de relógio provenientes do Smartphone do usuário, calculando o tempo de início da viagem até quatro horas depois, se não houver velocidade em km/h igual a zero por quinze minutos. Caso o usuário ultrapasse as quatro horas sem pausa, a plataforma considerará uma anomalia e realizará um débito de Score.

Ressaltamos que, quinze minutos antes do tempo máximo para descanso, a plataforma irá emitir uma mensagem de alerta, solicitando a parada do usuário o quanto antes. Caso o tempo for ultrapassado e não houver condições de parada, a plataforma irá disparar uma mensagem de local de parada, conforme locais indicados em seu mapa e não considerará como anomalia, isso se o usuário atender a orientação. O seu débito de score equivalente está descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Anomalias de condução

Anomalia de condução	Débito de score
Velocidade acima do permitido da via	100
Frenagens bruscas	30
Aceleração bruscas	30
Inclinações bruscas do veículo	50
Tempo de condução maior que quatro horas sem pausa de quinze minutos para descanso	50

5. CONCLUSÃO

O modelo proposto auxiliará as pessoas na declaração em ser bons motoristas e com isso obter benefícios reais, tais como desconto em apólices de seguros, melhores valores em vendas de seus veículos e até mesmo em defesas jurídicas em acidentes de trânsito. Também é uma forma de gerar mais educação no trânsito e conscientizar as pessoas sobre ética ao dirigir, pois deixa de ser situações ao acaso, ou somente flagradas por agentes de trânsito ou radares para ser corriqueiras em qualquer tempo ou espaço durante a condução.

Esperamos que os testes demonstrem a eficácia e segurança da aplicação, bem como a inserção no mercado de benefícios aos usuários. Para as companhias de seguro veiculares pode representar um aumento financeiro em serviços e uma redução expressiva de custos em reparação de automóveis em pequenas e médias montas, sem contar as indenizações por grande monta, onde são obrigadas a pagar aos seus clientes o valor de tabela

FIPE dos veículos sinistrados. Ressaltamos aqui, que existe uma companhia de seguros de grande porte mundial que está aguardando a conclusão da aplicação para testes no mercado junto aos seus clientes e recompensá-los com bônus em renovações de apólices de seguros veiculares.

As direções futuras incluem aprimoramento dos recursos de captação de dados para ampliação de parâmetros de anomalias, bem como a inserção de dispositivos de visão computacional para extração de dados não numéricos, por exemplo, um zigue-zague na via realizado pelo usuário ou a uma ultrapassagem de um semáforo vermelho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio técnico e computacional do LATITUDE, da UnB, que conta com apoio do CNPq - (Outorgas 312180/2019-5 PQ-2 e 465741/2014-2 INCT em Cibersegurança), da AGU (Outorga AGU 697.935/2019), ao Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, na área de concentração: Segurança Cibernética – 1ª Turma para Profissionais do Setor de Inteligência (Outorga ABIN 01/2019) ao DPI da UnB (Outorga 7129 FUB/EMENDA/DPI/COPEI/AMORIS) e do Projeto SISTER City (Outorga 625/2022) e a FAP/DF.

REFERÊNCIAS

- Amarasinghe, M., Kottegoda, S., Arachchi, A. L., Muramudalige, S., Bandara, H. D., & Azeez, A. (2015, August). Cloud-based driver monitoring and vehicle diagnostic with OBD2 telematics. *In 2015 fifteenth international conference on advances in ICT for emerging regions (ICTer)* (pp. 243-249). IEEE.
- Astarita, V., Guido, G., Mongelli, D., & Giofrè, V. P. (2015). *A co-operative methodology to estimate car fuel consumption by using smartphone sensors*. *Transport*, 30(3), 307-311.
- Brasil (2018). Câmara dos Deputados. Centro de documentação e Informação. *Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais*. Brasília, 14 ago. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm>. Acessado em: 22 jul. 2023.
- Castignani, G., Dermann, T., Frank, R., & Engel, T. (2015). Driver behavior profiling using smartphones: A low-cost platform for driver monitoring. *IEEE Intelligent transportation systems magazine*, 7(1), 91-102.
- Confederação Nacional do Transporte, CNT (2022). *Painel CNT de consultas dinâmicas dos acidentes rodoviários*. 2022 - íntegra. Brasília 2023. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/pesquisas>>. Acesso em: 22 jul. de 2023.
- Conselho Nacional de Trânsito – Contran (2020). Resolução nº. 810, de 15 de Dezembro de 2020. *Dispõe sobre a classificação de danos e os procedimentos para a regularização, a transferência e a baixa dos veículos envolvidos em acidentes*. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>. Acesso em: 22 jul. de 2023.
- da Silva, D. A., Torres, J. A. S., Pinheiro, A., de Caldas Filho, F. L., Mendonça, F. L., Praciano, B. J., ... & de Sousa, R. T. (2019, September). Inference of driver behavior using correlated IoT data from the vehicle telemetry and the driver mobile phone. *In: 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)* (pp. 487-491). IEEE.
- Ferreira, J., Carvalho, E., Ferreira, B. V., de Souza, C., Suhara, Y., Pentland, A., & Pessin, G. (2017). Driver behavior profiling: An investigation with different smartphone sensors and machine learning. *PLoS one*, 12(4), e0174959.
- Mobiletime (c2022). *Pesquisa de uso de app no Brasil*, c2022. Disponível em: <<https://www.mobiletime.com.br/pesquisas/uso-de-apps-no-brasil-maio-de-2023/>>. Acesso em: 22 de jul. de 2023.
- Plana Puig, B. (2013). *Smartphones for smart driving: a proof of concept*. (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Silva, C. C., de Caldas, F. L., Machado, F. D., Mendonça, F. L., & de Sousa Jr, R. T. (2016). Proposta de auto-registro de serviços pelos dispositivos em ambientes de IoT. *34º Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais*.