

Análise da Sonolência Através da Monitorização do Condutor em Simulador de Condução

Monteiro, T.¹; Soares, S.²; Ferreira, S.²; Liliana Cunha, L.¹

¹FPCEUP

²FEUP

ABSTRACT

Drowsy drivers lead to a high number of crashes with invaluable costs to society. Studies have demonstrated that sleepiness induces drivers to produce systematic errors, which can be detectable through adequate monitoring systems. In this context, a Portuguese project is running to study drowsiness under a simulated environment. A literature review was conducted in order to gain knowledge concerning drowsiness detection, evolution and its effects on driving performance. This review was fundamental to guide the design of the simulator experiments that sustained the research. Following this, each experiment comprehends a 75-minute driving session on the driving simulator DriS, under controlled conditions. Additionally, biometric parameters of the driver were monitored and subjective and driving dynamic measures were assessed. In the end, a great data volume was collected, and different statistical technics are being applied in order to support the development of algorithms capable to improve the technologies dedicated to warning systems.

Keywords: road safety; driving simulation; driver behaviour; drowsiness

1. INTRODUÇÃO

O erro humano é a principal causa dos acidentes rodoviários, estando envolvido em 95% dos acidentes, e sendo a única causa em 75% deles (CARS 21 High Level Group, 2012). Mesmo especificando o erro do condutor diretamente a fatores de sonolência, os números permanecem consideravelmente altos. De facto, a National Highway Traffic Safety Administration estimou que a sonolência esteve associada a 72,000 acidentes, 44,000 ferimentos e 800 mortes, nos Estados Unidos, só no ano de 2013. Para além disso, Kecklund et al. (2012) estimaram que os efeitos da sonolência são a causa de aproximadamente 20% dos acidentes mais graves e fatais. Os números são ainda mais preocupantes quando temos em conta os condutores profissionais, que são um grupo ainda mais exposto à sonolência e à fadiga extremas, devido às suas viagens longas e monótonas.

Apesar dos esforços para perceber o comportamento de sonolência e fadiga dos condutores, as tecnologias dedicadas a detetar estes problemas têm-se desenvolvido lentamente (Lenné & E. Jacobs, 2016). Vários sistemas de monitorização foram desenvolvidos e usados para detetar sonolência e produzir alertas ao condutor. No entanto, a maioria desses sistemas baseiam-se numa medida específica para produzir uma solução geral, o que resulta em alarmes excessivos e desnecessários, que prejudicam o nível de cumprimento dos condutores (Naujoks, Kiesel, & Neukum, 2016).

Neste contexto, o projeto nacional AWAREE – *A data driven towards driver attention*, financiado pela Fundação Portuguesa para a Ciência e a Tecnologia, tem como foco principal realizar um estudo experimental de forma a caracterizar os condutores e a identificar diferenças fisiológicas, associadas à sonolência e consequentemente a alterações no desempenho da condução. Após uma revisão de literatura (Soares, Ferreira, & Couto, 2020) focada em estudos que utilizaram simuladores de condução para investigar a sonolência no condutor, foram definidas as experiências

a realizar no simulador no âmbito do projeto AWAREE. Os sistemas de monitorização foram avaliados, adaptados e instalados no simulador de condução. Destas experiências resultaram um conjunto elevado de dados que serão analisados de diferentes perspetivas, em particular, com o objetivo de estudar as características do condutor que se relacionam com a sonolência e o desempenho da condução. Espera-se que o conhecimento obtido através deste projeto, contribua para o desenvolvimento de novos algoritmos capazes de interpretar os dados e as informações disponíveis sobre o condutor e, assim, apoiar o desenvolvimento de novos sistemas de deteção e alerta ajustados às características dos condutores. A seguir apresenta-se de forma resumida, as experiências realizadas bem como as primeiras análises de dados efetuadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No âmbito do projeto AWAREE, o estudo da sonolência teve como suporte experiências realizadas no simulador de condução DriS. Esta metodologia apresenta grandes vantagens, tais como a possibilidade de controlar o cenário e as condições externas e, ao mesmo tempo, garantir a segurança do condutor. O DriS é um simulador de condução de base fixa, completamente desenvolvido para fins de investigação, o que permite que o simulador seja modificado e adaptado de acordo com o objetivo do estudo.

No presente estudo, o objetivo era simular um ambiente monótono para garantir o aumento dos níveis de sonolência ao longo da experiência. Para atingir esse objetivo, foi criado um cenário de uma autoestrada rural, o tempo de duração da experiência foi definido como sendo de 75 minutos e não eram permitidas distrações externas. Para além disso, as experiências tiveram início por volta das 14h, por ser um período do dia associado ao ritmo circadiano que aumenta a predisposição para ficar sonolento (Sahayadhas, Sundaraj, & Murugappan, 2012).

Em concordância com estudos anteriores, as variáveis medidas foram divididas em três grandes grupos: medidas

biométricas do condutor, medidas subjetivas e parâmetros dinâmicos da condução. As últimas foram recolhidas pelo simulador e incluem, por exemplo, a velocidade, aceleração, trajetória e atividade do volante e pedais. Para as medidas fisiológicas, foi necessário implementar equipamentos específicos. Nesse sentido, as medidas oculares foram obtidas pelo sistema de rastreamento ocular FOVIO®, sendo que a medição da frequência cardíaca foi realizada com base no sistema bitalino® integrado na capa do volante bem como através de um smartwatch comercial. Utilizaram-se ainda câmaras infravermelhas e RGB que recolheram dados para detetar sonolência e fadiga, com base num algoritmo desenvolvido pela empresa HealthyRoad. Os participantes avaliaram os seus níveis de sonolência, em intervalos de 15 minutos, através da Karolinska Sleepiness Scale (KSS).

3. RESULTADOS

Os participantes foram recrutados com o objetivo principal de se ter uma amostra representativa em termos de idade e género, de forma a refletir diferentes perfis de condução. Nesse sentido, foram realizadas sessões para 50 participantes. A Tabela 1 apresenta uma breve descrição da amostra.

Tabela 1: Descrição da amostra de participantes das experiências.

| | |
|-------------------------------|------------------|
| Número de mulheres | 19 |
| Número de homens | 31 |
| Idade | 36.2 ± 16.4 anos |
| Jovens (≤ 25 anos) | 17 |
| Adultos (26 a 54 anos) | 21 |
| Idosos (≥55 anos) | 12 |

Como pode ser concluído, a distribuição do número de homens e mulheres está bastante equilibrada, no entanto, e apesar de termos participantes com idades entre os 18 e os 69 anos, alguns grupos etários não são representativos.

Considerando o número elevado de dados recolhidos bem como as suas distintas características, uma ampla gama de possíveis técnicas estatísticas pode ser testada e selecionada, dependendo do objetivo do estudo e do tipo de variáveis a ser analisado. Em primeira instância, foi realizada uma análise exploratória (ANOVA) recorrendo ao Software IBM SPSS Statistics 26, que se focou num dos questionários aplicados: a escala KSS, de forma a relacionar esta medida subjetiva de sonolência com algumas das características dos condutores.

Deste modo, a Figura 1, representa a evolução dos valores do KSS ao longo do tempo, de acordo com a idade, género, horas de sono na noite anterior à experiência e, finalmente, experiência de condução (isto é, anos com carta de condução).

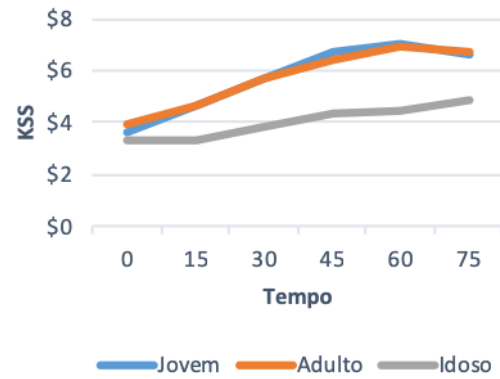


Figura 1 – KSS vs Idade

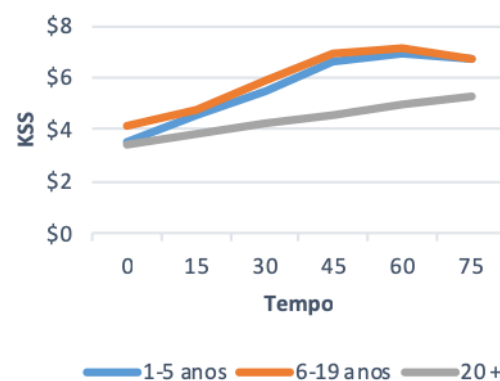


Figura 2 - KSS vs Anos de Carta

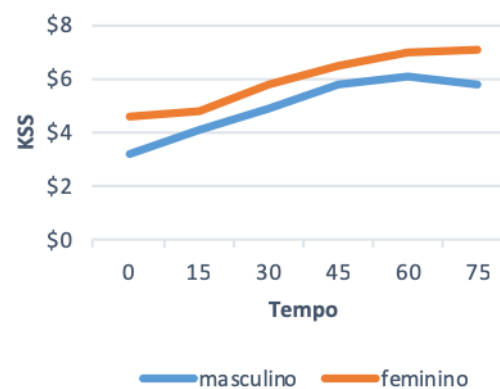


Figura 3 - KSS vs Género

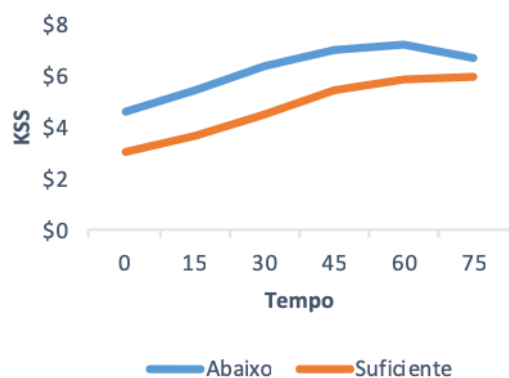


Figura 4 - KSS vs Horas de sono na noite anterior

4. DISCUSSÃO

Esta primeira análise permite confirmar a hipótese, através das medidas subjetivas, que as diferentes características dos condutores influenciam a sonolência. Os resultados demonstram que estas características do condutor tiveram impacto na sonolência subjetiva na medida em que se obtiveram valores de KSS distintos, ao longo do tempo, para os diferentes grupos de cada variável.

Em relação à idade e à experiência de condução, dois grupos apresentaram valores e padrões semelhantes – na Figura 1) jovens e adultos e na Figura 2) os dois grupos com menos experiência de condução). Os restantes grupos – idosos (Figura 1) e com mais anos de experiência (Figura 2) - apresentaram menor sonolência subjetiva e uma evolução mais subtil ao longo do tempo. As diferenças entre esses grupos são apresentadas no SPSS como $F(5, 225)=35.038$; $p<0.05$ (para grupos etários) e $F(5, 225)=40.512$; $p<0.05$ (para grupos de anos de experiência de condução). Como é sabido, os padrões de sono influenciam os nossos níveis de sonolência durante o dia. Os resultados da Figura 4 são consistentes com as expectativas, onde os condutores que dormem menos do que o que normalmente é aceite como suficiente (7 horas) de acordo com Tefft (2018), reportaram valores mais altos na escala KSS ($F(5, 230)=36.66$; $p<0.05$). No que toca ao género, apesar de não haver uma diferença tão acentuada na evolução da sonolência, as mulheres reportaram sentirem-se mais sonolentas do que os homens, ao longo da experiência ($F(5, 230)=37.354$; $p<0.05$), tal como é possível verificar na Figura 3.

Estes primeiros resultados serão validados com base em técnicas estatísticas mais complexas e por outro lado, a escala subjetiva (KSS) será compatibilizada com os dados biométricos e de dinâmicas da condução. Para além disso, técnicas de *machine learning*, como redes neurais artificiais, serão aplicadas para testar a deteção de sonolência com base nas características dos condutores. Estas duas principais análises permitem o desenvolvimento de um modelo probabilístico dinâmico geral, capaz de adaptar o nível de risco de sonolência em tempo real e diminuir efeitos posteriores. Consequentemente, podem ser criados novos algoritmos que tenham em conta esta interação dinâmica entre

variáveis, como as características do condutor e o seu nível de sonolência, de modo a prever continuamente riscos na condução em tempo real.

5. CONCLUSÕES

O estudo apresentado constitui uma primeira análise dos dados recolhidos no âmbito de experiências em simulador de condução. Desta análise é possível concluir que de facto a idade, género, e experiência do condutor são fatores diferenciadores da sonolência durante a condução. Contudo, esta análise preliminar será ainda analisada com base em técnicas estatísticas mais sofisticadas e de acordo com as características de cada variável.

A sonolência e a fadiga na condução são ainda questões importantes de segurança rodoviária e apesar de todos os estudos realizados, há ainda conhecimento por explorar. De facto, devido à ampla variedade de características do condutor e respetivo desempenho na condução, o sistema de deteção personalizado é um desafio atual e que permitirá apoiar o desenvolvimento de novos dispositivos tecnológicos mais eficientes.

6. REFERÊNCIAS

- “CARS 21 High Level Group.” (2012). *CARS 21 High Level Group on the Competitiveness and Sustainable Growth of the Automotive Industry in the European Union*.
- Kecklund, G., Anund, A., Wahlström, M. R., Philip, P., & Åkerstedt, T. (2012). Sleepiness and the risk of car crash: A case-control study. *J. Sleep Res.*, 21.
- Lenné, M., & E. Jacobs, E. (2016). Predicting drowsiness-related driving events: a review of recent research methods and future opportunities. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 17, 1–21. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2016.1155239>
- National Highway Traffic Safety Administration. (n.d.). *Research on Drowsy Driving*.
- Naujoks, F., Kiesel, A., & Neukum, A. (2016). Cooperative warning systems: The impact of false and unnecessary alarms on drivers' compliance. *Accident Analysis & Prevention*, 97, 162–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.09.009>
- Sahayadhas, A., Sundaraj, K., & Murugappan, M. (2012). Detecting Driver Drowsiness Based on Sensors: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 12, 16937–16953. <https://doi.org/10.3390/s121216937>
- Soares, S., Ferreira, S., & Couto, A. (2020). Drowsiness and distraction while driving: A study based on smartphone app data. *Journal of Safety Research (accepted)*.
- Tefft, B. (2018). Acute sleep deprivation and culpable motor vehicle crash involvement. *Sleep*, 41. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsy144>