



P

ROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÕES  
NA COMUNIDADE DOS PAÍSES  
DE LÍNGUA PORTUGUESA

Luis Neves (coord.)

IMPRESA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
2018

**TAXA DE ABSORÇÃO ESPECÍFICA DA RADIAÇÃO  
EMITIDA PELOS GOOGLE GLASSES**

**SAR ASSESSMENT OF GOOGLE GLASSES**

**M. FERREIRA** – manuel.ferreira@estsetubal.ips.pt (ESTSetúbal, Instituto Politécnico de Setúbal e INESC-ID)

**C. OLIVEIRA** – carla.oliveira@inov.pt (Instituto Superior Técnico/INOV-INESC, Univ. de Lisboa)

**F. CARDOSO** – filipe.cardoso@estsetubal.ips.pt (ESTSetúbal, Instituto Politécnico de Setúbal e INESC-ID)

**L. M. CORREIA** – luis.m.correia@tecnico.ulisboa.pt (Instituto Superior Técnico/INESC-ID, Univ. de Lisboa)

**PALAVRAS-CHAVE:** Taxa de Absorção Específica, Google Glasses, Radiação Eletromagnética, Exposição à Radiação e Saúde.

**RESUMO:** A utilização de equipamentos wearable sem fios, como smartwatches e smartglasses, é cada vez mais comum. Neste contexto, o facto de estes equipamentos radiarem energia eletromagnética numa vizinhança muito próxima do corpo humano, tem vindo a levantar algumas questões e preocupação no que respeita à exposição do ser humano a campos eletromagnéticos. Neste artigo é efetuada uma avaliação da taxa de absorção específica (SAR) da energia eletromagnética radiada pelos óculos da Google nas bandas de 0.90 (GSM), 1.94 (UMTS), 2.43 (Wi-Fi e Bluetooth) e 2.6 GHz (LTE). São descritos

o cenário de avaliação e a metodologia de simulação, efetuada com recurso à ferramenta CST Microwave Studio. Os valores da SAR são calculados tal como definido na norma IEEE C95.3. De acordo com as recomendações do ICNIRP, o valor de pico da SAR não pode exceder 2 W/kg na cabeça do utilizador. Com base nas simulações efetuadas, verifica-se que na banda de 0.9 GHz este valor limite é atingido para uma potência radiada de 0.152 W EIRP. Dado que nesta banda e para um terminal móvel, o valor de potência radiada máximo é de 2 W, tal conduz a um valor de SAR superior ao limite recomendado o que implica a necessidade de utilização de mecanismos de controlo de potência por forma a garantir que este valor limite não é ultrapassado. Para as bandas de 1.94, 2.43 e 2.6 GHz, os valores da SAR obtidos estão abaixo do valor limite recomendado.

**KEYWORDS:** Specific Absorption Rate, Google Glasses, Electromagnetic Radiation, Radiation Exposure and Health.

**ABSTRACT:** The use of wearable devices, like smartwatches and smartglasses, with wireless communication capabilities are becoming common. The use of such devices, radiating electromagnetic energy nearby the human body, raises some questions and it is becoming a matter of concern about the exposure of the human body to electromagnetic fields. In this article the Specific Absorption Rate (SAR) of Google Glasses radiation for 0.9 GHz (GSM), 1.94 GHz (UMTS), 2.43 GHz (Wi-Fi and Bluetooth) and 2.6 GHz (LTE) bands is evaluated. The scenario of evaluation and the simulation methodology, performed using the CST Microwave Studio tool, are described. SAR evaluation is performed according to the IEEE C95.3 standard. According to ICNIRP's recommendation, this value should not exceed 2 W/kg in the user's head. From simulations, it is observed that this

value is achieved with a radiated power of 0.152 W EIRP for the 0.9 GHz (GSM) band. Considering that GSM standards define a maximum radiated power of 2 W for mobile devices it leads to a SAR value higher than the maximum recommend one, hence, power control mechanisms are required in order to avoid that the maximum SAR limit is not exceeded. For the 1.94, 2.43 e 2.6 GHz bands, SAR values are below the threshold value.

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de comunicações em qualquer lugar e em qualquer altura tem levado à adoção de um conjunto heterogéneo de tecnologias de comunicação sem-fios. Um exemplo deste tipo de dispositivos são os óculos inteligentes da Google, ou Google Glasses (Google, 2015). Os Google Glasses consistem num par de óculos de realidade aumentada cuja conectividade é assegurada por duas tecnologias sem fio, na faixa dos 2.4 GHz, Wi-Fi e Bluetooth. O modelo atual não inclui tecnologias de comunicação móvel, nomeadamente GSM, UMTS ou LTE, prevendo-se no entanto que tal possa vir a ser considerado num futuro próximo.

A exposição induzida por dispositivos sem-fios é normalmente avaliada através do cálculo do valor médio da Taxa de Absorção Específica (SAR, Specific Absorption Rate) avaliado ao nível do corpo do utilizador, num determinado órgão ou tecido (IEC, 2006), (IEEE, 2006). Dado que a avaliação da SAR através de medições é um procedimento complexo e invasivo, a sua estimativa é normalmente realizada através de simulações numéricas (Oliveira, et al., 2015).

Antes do lançamento público dos Google Glasses, estes foram submetidos a testes de conformidade no que respeita à SAR. Para as tecnologias utilizadas, Wi-Fi e Bluetooth, foi reportado um valor

máximo de SAR de 1.42 W/kg (Bayani, 2013). Este valor está em conformidade com o limite de 1,6 W/kg em 1 g de tecido para a cabeça do utilizador recomendado pela FCC (Federal Communications Commission). Este valor é comparável ao do iPhone 6s (1.12 W/kg) (Apple, 2015), mas mais elevado do que o relatado para o Samsung Galaxy S6 (0.31 W/kg) (Samsung, 2015). De referir que o limite da SAR definido pela FCC difere das orientações europeias que impõem um valor máximo de 2 W/kg por 10 g de tecido para a cabeça do utilizador (ICNIRP, 1998).

## 2. MODELOS E CENÁRIO DE SIMULAÇÃO

Nas simulações efetuadas, foi considerado o cenário de um utilizador de idade adulta com óculos inteligentes. Foi utilizado um modelo da cabeça de uma mulher de 26 anos com uma resolução espacial de 5 mm, Figura 11. Os Google Glasses foram modelados com o recurso a um modelo CAD importado para a ferramenta de simulação CST Microwave Studio (GrabCAD, 2015), (CST, 2015).

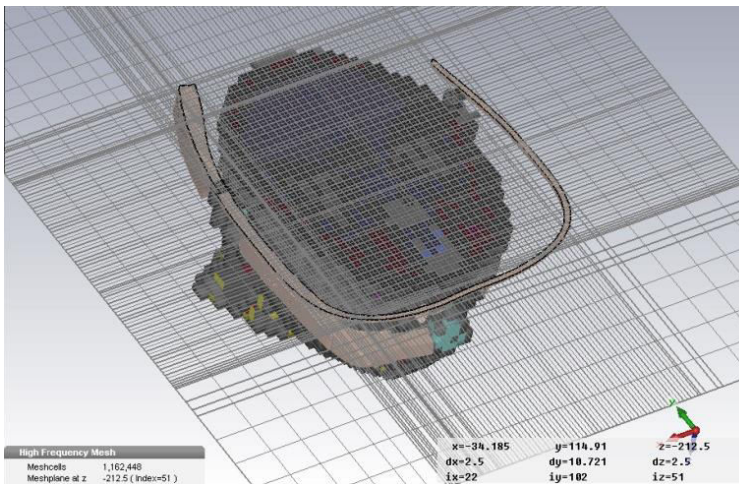


Figura 1. Modelo da cabeça.

Na prática, verifica-se que os valores da SAR só são significativos nas zonas da cabeça perto da antena, o que valida a simplificação efetuada. A utilização de um modelo de corpo inteiro iria exclusivamente resultar num aumento significativo do tempo de simulação sem qualquer mais-valia no que respeita à precisão ou significância dos resultados obtidos.

Para além da banda dos 2.43 GHz (Wi-Fi e Bluetooth) os valores da SAR foram também avaliados para as bandas de 0.9 GHz (GSM), 1.94 GHz (GSM e UMTS) e 2.6 GHz (LTE), por forma a contemplar a possível inclusão destas tecnologias em versões futuras dos Google Glasses.

As simulações foram efetuadas no CST Microwave Studio. O CST é uma ferramenta de simulação 3D para problemas de alta frequência e que implementa técnicas de integração finita (FIT, Finite Integration Techniques).

Os cálculos da SAR foram efetuados de acordo com a norma IEEE C95.3 (IEEE, 2002) tendo sido utilizada como métrica o valor de pico da SAR calculado como a média avaliada sobre 10 g de tecido contínuo (IEEE, 2006). De acordo com as recomendações do ICNIRP (International Commission for Non Ionizing Radiation Protection), este valor não pode exceder 2 W/kg (ICNIRP, 1998). Não foram considerados mecanismos de controlo de potência existentes em algumas das tecnologias estudadas.

De referir que, apesar de a antena ter sido otimizada para a banda do Wi-Fi, no cálculo da SAR para as diferentes bandas de frequência o simulador assume que a antena se encontra perfeitamente adaptada.

### **3. RESULTADOS**

Os valores da SAR foram avaliados para 4 bandas de frequência: 0.9, 1.94, 2.43 e 2.6 GHz. Os planos de corte da cabeça com a indi-

cação dos valores de SAR para as bandas dos 0,9, e 2,6 GHz para uma potência de radiação de 1 W, encontram-se representados na Figura 2. A partir destes planos de corte pode-se observar que a maior parte da energia é absorvida pela cabeça na região próxima da antena. Pode-se também verificar uma maior absorção de energia na banda de frequência mais baixa (0,9 GHz).

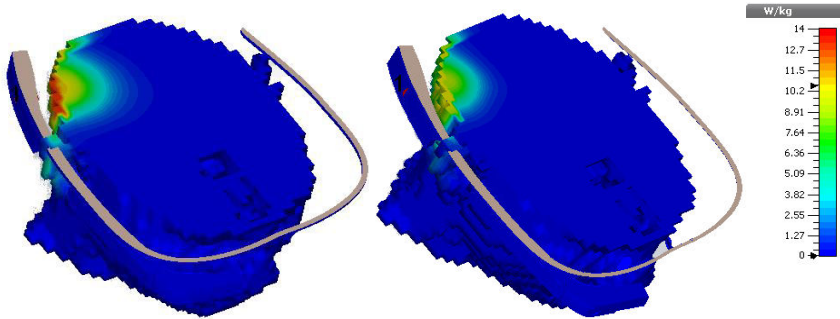


Figura 2. Planos de corte da cabeça indicando os valores de SAR para as bandas de 0,9 e 2,6 GHz.

Por forma a identificar a potência máxima de radiação ( $P_{\max}$ ) que pode ser emitida pelos Google Glasses de modo a não ultrapassar o valor máximo de 2 W/kg recomendado pelo ICNIRP (ICNIRP, 1998), foi efetuada esta análise para cada uma das bandas estudadas, Tabela .

Tabela 1. Potência máxima de radiação.

Sistema	Frequência [GHz]	Potência [W]	$P_{\max}$ [W]
GSM	0.90	2.000	0.152
UMTS	1.94	0.125	0.146
Wi-Fi	2.43	0.100	0.180
LTE	2.60	0.100	0.190

Como se pode verificar por análise da Tabela o valor máximo da SAR corresponde a uma potência de radiação de 0.152 W para a banda dos 0,9 GHz (GSM). Considerando que para serviços de

dados podem ser utilizados até 8 timeslots, que para o canal ascendente o valor da potência de pico é de 2 W e assumindo uma antena com um ganho de 0 dBi, obtêm-se valores para a SAR superiores ao valor máximo recomendado pelo que nesta situação deverão ser implementados mecanismos de limitação de potência por forma a garantir que o valor limite de SAR não é ultrapassado. Para as bandas do UMTS (1.94 GHz), Wi-Fi (2.43 GHz) e LTE (2.6 GHz), verifica-se que os valores da potência máxima são inferiores aos valores definidos nas respetivas normas, pelo que o valor limite da SAR nunca é ultrapassado.

#### **4. CONCLUSÕES**

Foi efetuada uma avaliação da taxa de absorção específica (SAR) da energia eletromagnética radiada pelos óculos da Google nas bandas de 0.9, 1.94, 2.43 e 2.6 GHz. Com base nos resultados obtidos verifica-se que valor máximo recomendado para a SAR na cabeça do utilizador só é excedido na banda do GSM (0.9 GHz). Para as outras bandas analisadas, os valores da SAR encontram-se abaixo do valor máximo recomendado. Para UMTS, LTE e Wi-Fi não existem problemas de exposição, uma vez que a potência radiada para a qual se obtém o valor máximo recomendado é inferior ao permitido pelas respetivas normas. No caso do GSM, de modo a ser respeitado o limiar de exposição, o dispositivo terá de radiar abaixo do valor permitido pelas normas. Neste caso, é necessário limitar o valor máximo de potência radiada a aproximadamente 150mW.

A utilização destes dispositivos levanta novas questões. Por um lado, os dispositivos sem-fios tradicionais como os telemóveis são tipicamente utilizados durante períodos de tempo relativamente curtos enquanto dispositivos como óculos e relógios inteligentes



são utilizados durante longos períodos de tempo. Por outro, no caso dos óculos inteligentes, estes são utilizados na proximidade da cabeça do utilizador. Estes dois aspetos representam novos desafios na avaliação da exposição à radiação e na interpretação dos resultados apresentados neste trabalho.

## **Referências**

- Apple, 2015 iPhone 6s Plus RF Exposure information [Online]. Outubro de 2015. <http://www.apple.com/legal/rfexposure/iphone8,2/en/index.html>.
- Bayani Bobby SAR Evaluation report for Glass, Report Number: 13U14955-5A [Relatório]. EUA : UL CCS, 2013.
- CST, 2015 CST - Computer Simulation Technology [Online]. Setembro de 2015. <http://www.cst.com>.
- Google, 2015 Google glasses support page [Online]. Julho de 2015. [www.google.com/glass](http://www.google.com/glass).
- GrabCAD, 2015 GrabCAD [Online]. Julho de 2015. [www.grabcad.com](http://www.grabcad.com).
- ICNIRP ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) [Secção do Livro] // Health Physics, Vol. 74, n°. 4. 1998.
- IEC Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close [Relatório]. 2006.
- IEEE C95.1-2005 - IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz [Relatório]. EUA : [s.n.], 2006.
- IEEE IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz-300 GHz, IEEE Std C95.3-2002 (Revision of IEEE Std C95.3-1991) [Relatório]. 2002.
- Oliveira Carla, Mackowiak Michal e Correia Luís M. Exposure Assessment of Smartphones and Tablets [Conferência] // Proc. of ISWCS'15, Twelfth International Symposium on Wireless Communication Systems. Bruxelas, Bélgica : [s.n.], 2015.
- Samsung, 2015 SAR Information [Online]. Outubro de 2015. <http://www.samsung.com/sar/sarMain.do>.