

A utilização da termografia no auxílio do teste de polígrafo

Viviane Magas^a, Keylla Lançone Mischiatti^b, Josemar Luís Felix^c, Jeferson Matos Hrenechen^d

^a Mestre em Tecnologia em Saúde (Faculdades Opet – 80230-030 – Curitiba – Paraná – Brasil), Av.Pres. Getúlio Vargas 892, vivianemagas@hotmail.com.

^b Doutora em Ciências Farmacêuticas (Faculdades Opet – 80230-030 – Curitiba – Paraná – Brasil), Av.Pres. Getúlio Vargas 892.

^c Especialista em Redes, Serviços e Suporte (Faculdades Opet – 80230-030 – Curitiba – Paraná – Brasil), Av.Pres. Getúlio Vargas 892.

^d Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais (Faculdades Opet – 80230-030 – Curitiba – Paraná – Brasil), Av.Pres. Getúlio Vargas 892.

Resumo.

Testes de polígrafo são comumente utilizados em investigações criminais. Pretende-se medir através de mudanças fisiológicas se uma pessoa está falando sinceramente ou não. São formuladas questões específicas sobre o crime e, no momento da resposta do indivíduo, são avaliadas por meio de sinais possíveis mudanças no pulso, volume sanguíneo, condições respiratórias e dérmicas que são processadas e transformadas em um sistema de pontuação. Embora amplamente utilizados na esfera criminal, testes de polígrafo ainda não são considerados exames conclusivos. Para tornar os testes mais eficazes, algumas novas tecnologias estão sendo testadas, incluindo a termografia. A termografia é um teste fisiológico que pode detectar mudanças na perfusão de líquidos por meio de mudanças térmicas visualizadas por um termograma. O objetivo do presente estudo foi avaliar, utilizando um estudo bibliográfico, a viabilidade da termografia como meio complementar ao teste de polígrafo. Com base nos estudos realizados, conclui-se a viabilidade do uso da termografia como meio auxiliar no diagnóstico via polígrafo, tornando-se uma tecnologia promissora na engenharia forense.

Palavras chave: Polígrafo, termografia.

The use of thermography to aid the polygraph test

Abstract.

Polygraph tests are commonly used in criminal investigations. It is intended to measure through physiological changes whether a person is speaking sincerely or not. Targeted questions about the crime are formulated and when the moment of the individual's response they are assessed by means of signs, possible changes in the pulse, blood volume, respiratory and dermal conditions which are processed and transformed into a punctuation system. Although widely used within the criminal arena, polygraph tests are still not considered as a conclusive examination. To make testing more effective, some new technologies are being tested, including thermography. Thermography is a physiological test that can detect changes in the perfusion of liquids by means of thermal changes visualized by a thermogram. The objective of the present study was to evaluate, using a bibliographical study, the

viability of thermography as a complementary means to the polygraph test. Based on the studies carried out, the feasibility of the use of thermography as an auxiliary means to examining the polygraph is concluded, making it a promising technology within forensic engineering.

Key-words: Thermography, Poligraph

1. Introdução.

A última década apresentou uma série de avanços na área da ciência e da tecnologia, trazendo reflexos importantes para a sociedade como um todo. Nesse cenário, o campo da engenharia forense apresentou flagrante evolução, sobretudo com estudos que se valem do uso de novos recursos para desvendar crimes de diferentes espécies (SOCIETY, 2005). Exames que se tornaram rotina durante décadas agora passam a ser questionados, em especial aqueles que dizem respeito à avaliação da sinceridade de um depoente submetido a perícia técnica. De fato, ao longo do século XX, o exame de polígrafo assumiu aspecto científico com o desenvolvimento de técnicas de medidas de resposta fisiológica a fim de servir como indicador seguro de decepção/mentiras. (PAVLIDIS; LEVINE, 2002) O teste de polígrafo consiste basicamente em monitorar três parâmetros básicos, quais sejam volume sanguíneo, alteração respiratória e atividade eletrodérmica, todos eles baseados na fisiologia humana. Paralelamente, afigura-se notável o crescimento de estudos com o emprego de câmeras térmicas para auxiliar o teste supramencionado.

A termografia, bastante utilizada nesse contexto, é uma técnica não invasiva que detecta alterações de temperatura de corpos. Por meio de um mapeamento térmico digital é então possível medir pequenas variações de temperatura (0,1°C). Com a evolução da tecnologia, as câmeras ficaram cada vez mais sensíveis, aumentando seu campo de aplicação, que saiu do meio exclusivamente industrial e passou a ingressar em estudos da área médica (ROSSATO, BUREI, VETTOR, 2015). Dentre as aplicações da termografia na medicina, pode-se destacar a funcionalidade em detecção de tumores, alterações vasculares e processos inflamatórios (CALKOSINSKI et al., 2015)

Na área da engenharia forense, a termografia também é usada especialmente no campo da microbiologia forense, no qual estudiosos empregam a câmera termográfica para mensurar a temperatura de microrganismos e, assim, avaliar o exato instante em que ocorreu o óbito (B. D.V, 2013). Ademais, em outros estudos, o calor irradiado da face é captado pelo exame de termografia a fim de se detectar diferentes níveis de estresse (JAIN; TAN; LI, 2012)

Objetiva-se, nesse artigo, demonstrar como a termografia pode ser bem aproveitada para o auxílio dos examinadores do polígrafo durante o exame de detecção de mentira.

2. Metodologia

Buscou-se, no presente trabalho acadêmico, informações relacionadas às áreas de engenharia forense e biomédica, de modo a integrar os assuntos, sugerindo novas soluções baseadas na técnica da termografia aplicada ao exame de polígrafo.

2.1 Polígrafo

O polígrafo é um conjunto de equipamentos que mede com precisão vários tipos de atividade corporal, como frequência cardíaca, pressão arterial, respiração e transpiração palmar. Nos últimos anos, a atividade cerebral também começou a ser medida. Essas atividades corporais podem ser exibidas através de canetas escritas em gráficos ou por intermédio de um computador (SHMAKOV, 2000).

Nosso corpo responde fisiologicamente ao meio e situações em que vivemos. Após integrar os estímulos ambientais, o cérebro coordena o sistema do corpo adequadamente. Quando um estímulo for percebido como ameaçador ou hostil, o cérebro alerta os sistemas do corpo a uma resposta de preservação, descrita pela comunidade científica como resposta de “luta ou fuga” (MERZAGORA et al., 2006)

Os cientistas afeitos a disciplinas comportamentais têm observado e pesquisado que o sistema nervoso, o sistema tegumentar (pele), o sistema cardiovascular e o sistema respiratório são significativamente mais sensíveis aos estímulos ameaçadores do que outros sistemas (MERZAGORA et al., 2006). Baseado nisso, o polígrafo consegue medir tais sistemas, bem como registrar e analisar se uma pessoa entrou no estado de “luta ou fuga” ou não.

Para avaliar a atividade respiratória, tiras de borrachas enroladas são colocadas sobre o peito e na área abdominal do examinando e servem para registrar as frequências de inspirações e expirações. Duas pequenas placas de metal, unidas aos dedos, registrarão a atividade da glândula do suor, e um medidor da pressão arterial – ou dispositivo similar – tem o objetivo de gravar a atividade cardiovascular (ROSSI et al., 1998)

Para a realização do exame, profissionais capacitados formulam perguntas, as quais são divididas em dois grupos: perguntas relevantes e perguntas de controle (SINHA et. al., 2016)

Questões relevantes são questões específicas sobre o crime. As questões de controle, por sua vez, tratam de atos indiretamente relacionados ao delito sob investigação, e não se referem ao crime propriamente dito. São perguntas de natureza geral, deliberadamente vagas e que cobrem longos períodos de tempo. O intuito das perguntas formuladas em questões de controle é embaraçar os suspeitos – tanto os culpados quanto os inocentes – e evocar a excitação (SIERRA et. al., 2010)

É oportuno dizer, no entanto, que um examinado não pode ser considerado culpado pelo cometido do crime sob investigação simplesmente por conta de ter

respondido às questões de controle de forma não verdadeira, porquanto tais perguntas, como salientado antes, não estão relacionadas diretamente com o crime (SINHA et. al., 2016).

Embora a técnica do polígrafo seja exata, podem acontecer alguns erros na adoção do procedimento. Isso ocorre principalmente pela falha do examinador ao não preparar corretamente o depoente para o exame, ou por interpretar incorretamente os dados fisiológicos constantes dos gráficos do polígrafo. Enfim, os erros podem ser de duas espécies, quais sejam falsos positivos ou falsos negativos.

O erro falso positivo ocorre quando um examinando inocente é considerado culpado. Já o erro falso negativo se dá quando um examinando culpado é considerado inocente (SHMAKOV, 2000)

Pesquisas indicam que os erros falsos negativos ocorrem com maior frequência que os falsos positivos, porém outras investigações chegam a conclusões diametralmente opostas.

Seja como for, considerando que qualquer erro é extremamente prejudicial, os examinadores utilizam uma variedade de procedimentos para identificar a presença de fatores que podem causar respostas falsas, e assegurar, assim, uma revisão imparcial dos registros do polígrafo (MERZAGORA et al., 2006)

2.2 Termografia

A termografia é uma técnica baseada na detecção de temperatura dos corpos que se aplicam em multiáreas, tais como na indústria, na construção, na medicina e, atualmente, na ciência forense.

No início da Primeira Guerra Mundial, os termógrafos estavam restritos para fins militares, principalmente na visualização de inimigos no período noturno. Nos anos 1960, após a Segunda Guerra Mundial, os termógrafos começaram a ser utilizados na área médica para estudos de oncologia (HEAD et. al., 1997)

Na década seguinte, estudos avaliaram a eficácia da termografia em diagnosticar problemas vasculares periféricos. Dentre as doenças para as quais a termografia é aplicada merece destaque a insuficiência vascular periférica. A termografia médica está entre as técnicas mais promissoras no auxílio ao diagnóstico da vascularização (WANG; HE, 2010)

A termografia é um método de diagnóstico que permite definir, por meio de mapeamento térmico, o estado fisiológico do tecido baseando-se na radiação infravermelha do corpo em análise.

O exame termográfico consiste na captura de imagens – semelhante a uma fotografia – por uma câmera com capacidade de varrer toda a superfície corporal, ou seus segmentos. O mesmo instrumento, por conter detectores fotossensíveis, é capaz de aferir a radiação infravermelha emitida pelo corpo, assim como permite a mensuração, de modo remoto, da temperatura (PAVLIDIS; LEVINE, 2002)

A radiação captada é convertida em sinais elétricos, os quais são processados e mostrados na tela do computador, em imagens representativas da temperatura do corpo.

Para a aquisição das imagens, torna-se essencial a observação das normas técnicas. Em aplicações médicas, normalmente são utilizadas câmeras com velocidade de trinta quadros por segundo, com resolução térmica de 0,1°C e resolução das imagens de 320x240 pixels (HEAD et. al., 1997)

Nas imagens termográficas, utiliza-se uma escala colorimétrica (paleta de cores), ou arco-íris, no qual as cores representam aumento ou diminuição de temperatura, segundo um programa específico. Atualmente, os softwares permitem o uso de vários tipos de paletas, que são utilizadas para facilitar a visualização de uma suposta alteração ou mesmo de uma lesão. Com isso, o examinador, conforme o caso em concreto escolherá a melhor escala de cores disponível dentre as opções de paletas (KWAŚNIEWSKA; RUMIŃSKI, 2016)

O valor do exame reside no fato de as imagens serem funcionais e dinâmicas. Elas são captadas em tempo real e são veiculadas no computador, o que enseja uma representação gráfica de qualidade, representativa de aspectos da pele humana.

A imagiologia térmica por infravermelho (IR) é um método passivo, funcional e não invasivo. Esse método consegue analisar as funções fisiológicas associadas à temperatura corporal. Com efeito, permite avaliar as condições térmicas, metabólicas e vasculares do corpo humano, de modo a oferecer precisas informações fisiopatológicas associadas a condições físicas. (KWAŚNIEWSKA; RUMIŃSKI, 2016)

2.3 Viabilidade do uso da Termografia como exame complementar ao Polígrafo

Nos últimos anos o teste de polígrafo passou a ser alvo de questionamentos acerca de sua eficácia. Autores têm chamado a atenção para situações nas quais culpados, agindo de maneira intencional, influenciam o resultado do polígrafo ao produzir respostas treinadas e, conseqüentemente, sem proporcionar alterações fisiológicas. E quando isso ocorre, o examinador acaba sendo induzido em erro e conclui que o depoente está dizendo a verdade.

Métodos para conseguir tais respostas treinadas são comumente chamados de “contramedidas”, que nada mais são do que técnicas deliberadas de que se valem determinadas pessoas culpadas para tentar burlar a efetividade do teste de polígrafo (PAVLIDIS; LEVINE, 2002).

Outro ponto discutido pelos profissionais da área é o fato do exame não possuir outros dados concomitantes aos analisados pelo examinador. Ou seja, não existem dados comparativos. Logo, o exame se torna único, e o resultado é dado pela experiência do examinador.

Dessa forma, outros exames são procurados para auxiliar no exame de polígrafo, dentre eles a termografia.

Após o processamento apropriado, a imagem térmica pode, de fato, produzir informações fisiológicas semelhantes a alguns canais de polígrafo tradicionais, tais como a taxa de fluxo de sangue e alterações térmicas em extremidades do corpo. (GARBEY; MERLA; PAVLIDIS, 2015)

Com base em estudos comparativos entre a carga mental e as alterações fisiológicas do corpo humano, descobriu-se que o estresse e a fadiga mental são respostas do sistema nervoso autônomo. Por esse motivo, alguns autores afirmam que indivíduos são capazes de mudar seu estado fisiológico, alterando a temperatura corporal, o que é evidenciado especialmente na região da face. (JAIN; TAN; LI, 2012)

Para esses indivíduos o nariz e a parte frontal da face são as regiões do corpo que mais mostram mudanças de temperatura em condições de stress (Figura 1).

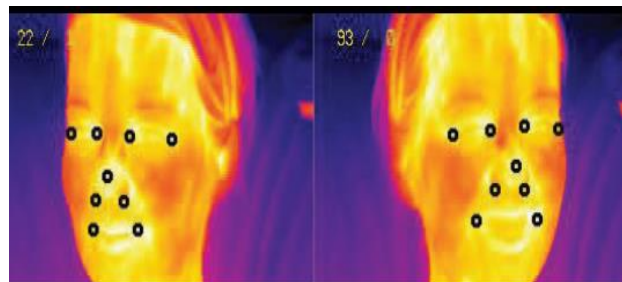


Figura 1 – Imagem térmica da região da face. Os marcos faciais de interesse, são: as bordas internas e externas dos olhos, as bordas externas das narinas, a ponta do nariz e as arestas exteriores da boca.

Fonte: Jan, Tan, Li, IEE, 2012.

Imagens térmicas também foram usadas para avaliar a temperatura da pele dos vasos proximais, bem como análise do fluxo sanguíneo e alterações térmicas. Essas imagens demonstraram que o fluxo aumenta em situações de estresse, o que enseja aumento de temperatura da região dérmica capturada pela câmera (Figura 2) (PAVLIDIS; LEVINE, 2002)

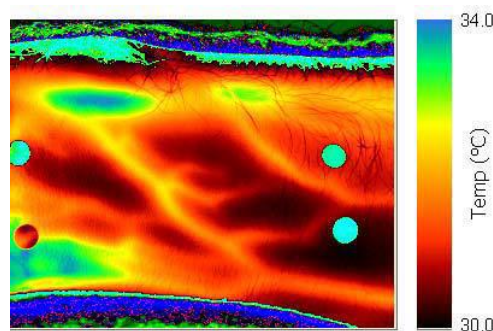


Figura 2: Imagem térmica do pulso, aumento do fluxo e aumento de temperatura na epiderme.

Fonte: Garbey, Merla, Pavlides, IEE, 2004.

Os batimentos cardíacos igualmente foram avaliados em estudos similares, os quais demonstraram que a artéria carótida intensifica seu fluxo sanguíneo em momentos que a pessoa passa por situações de estresse e tensão, tendo como resultado o aumento da temperatura da região do pescoço – onde está localizada a carótida – e da face (CHEKMENEV; FARAG; ESSOCK, 2006) Figura 3

O perfil da temperatura da pele muda de acordo com as ondas mecânicas de pressão sanguínea e pode ser medido com precisão pela termografia.

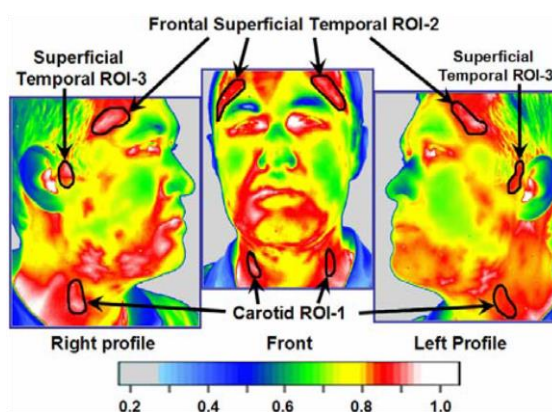


Figura 3: Imagem térmica da artéria e região temporal, medição realizada após teste de polígrafo com resultado de culpado.

Fonte :Farag, Essok, USA, IEE,2006.

Muito embora os polígrafos estejam cada vez mais sensíveis e eficazes, erros ainda são frequentes, como visto. Daí os estudos utilizando imagens térmicas serem promissores na área da engenharia forense.

3. Resultados

Baseando-se em referenciais teóricos e em estudos que colocam em dúvida o desempenho do polígrafo isoladamente, o presente artigo busca fomentar pesquisas e testes a serem realizados via termografia, como forma de auxiliar no exame de polígrafo.

Em sendo assim, pesquisas científicas demonstram a viabilidade da adoção da termografia como meio complementar a estudos forenses já amplamente utilizados, tudo no objetivo de melhorar a eficácia do controle da detecção de mentira.

4. Discussão e conclusão

A área de tecnologia aplicada à reprodução de imagens térmicas tem crescido bastante nos últimos anos. Contudo, as contribuições desse campo para as ciências forenses ainda são relativamente pequenas. O presente estudo aponta que há uma

gama de possibilidades de vinculação e complementariedade entre as áreas forense e biomédica.

Enquanto exame de natureza fisiológica, a termografia consegue detectar pequenas alterações no corpo humano. Ainda que algumas dessas alterações sejam igualmente mensuradas durante o teste do polígrafo, é importante, para melhoria da eficácia dos resultados obtidos, que o polígrafo não seja adotado como um exame único e/ou conclusivo.

Livre de radiações e não invasiva, a termografia tem se destacado em estudos diversos na área biomédica, realidade que pode perfeitamente ser estendida para outros ramos.

5. Referências

- B. D.V., "O efeito da ivermectina na duração das fases de decomposição, sobre os insetos necrófagos e interpretação termográfica da distribuição espacial da massa larval de dípteros em carcaças de cabras (*Capra aegragrus hircus* L., 1758)," Master, Programa de Pós-Graduação em Parasitologia, Unicamp, SBU- Campinas, 2013.
- CALKOSINSKI I., DOBRZYNSKI, M., ROSINCZUK, J., K. DUDEK, A. CHROSZCZ, K. FITA, *et al.*, "The use of infrared thermography as a rapid, quantitative, and noninvasive method for evaluation of inflammation response in different anatomical regions of rats", *Biomed Res Int*, vol. 2015, p. 972535, 2015.
- CHEKMENEV, S. Y.; FARAG, A. A.; ESSOCK, E. A., "Multiresolution Approach for Non-Contact Measurements of Arterial Pulse using Thermal Imaging" in *2006 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop (CVPRW'06)*, 2006, pp. 129-129.
- GARBEY, M.; MERLA, A.; PAVLIDIS, I., "Estimation of blood flow speed and vessel location from thermal video" in *Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004. CVPR 2004.*, 2004, pp. I-356-I-363 Vol.1.
- HEAD, J. F.; LIPARI, C. A.; FEN, W.; ELLIOTT, R. L., "Image analysis of digitized infrared images of the breasts from a first generation infrared imaging system," in *Engineering in Medicine and Biology Society, 1997. Proceedings of the 19th Annual International Conference of the IEEE*, 1997, pp. 681-684 vol.2.
- JAIN, U., TAN B., LI, Q., "Concealed knowledge identification using facial thermal imaging," in *2012 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2012, pp. 1677-1680.
- KWAŚNIEWSKA, A; RUMIŃSKI, J., "Real-time facial feature tracking in poor quality thermal imagery," in *2016 9th International Conference on Human System Interactions (HSI)*, 2016, pp. 504-510.
- MERZAGORA, A. C., BUNCE, IZZETOGLU S. M., and Onaral B., "Wavelet analysis for EEG feature extraction in deception detection," in *2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2006, pp. 2434-2437.
- PAVLIDIS I. and LEVINE, J. "Thermal image analysis for polygraph testing," *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, vol. 21, pp. 56-64, 2002.
- ROSSATO, M., BUREI, M., and Vettor, R. "Neck thermography in the differentiation between diffuse toxic goiter during methimazole treatment and normal thyroid," *Endocrine*, vol. 48, pp. 1016-7, Apr 2015.

ROSSI, P.; CASALEGGIO, A.; CORBUCCI, G.; DELFINO, M.; MORANDO, M. REGGIANI, *et al.*, "A new method for fibrillation detection from endocardial electrograms," in *Computers in Cardiology 1998*. Vol. 25 (Cat. No.98CH36292), 1998, pp. 557-560.

SIERRA, A. d. S.; AVILA, C. S.; CASANOVA, J. G.; POZO, G. B. d.; VERA, V. J. "Two Stress Detection Schemes Based on Physiological Signals for Real-Time Applications," in *2010 Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, 2010, pp. 364-367.

SHMAKOV, A. A., "Polygraphic signals analysis system in neurophysiological experiment," in *Modern Techniques and Technology, 2000. MTT 2000. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference of Students, Post-graduates and Young Scientists*, 2000, p. 218.

SINHA, A.; DAS P.; GAVAS, R.; CHATTERJEE, D., and SAHA, S. K., "Physiological sensing based stress analysis during assessment," in *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2016, pp. 1-8.

SOCIETY B. P., "A Review of the Current Scientific Status and Fields of Application of Polygraphic Deception Detection: Final Report (6 October 2004) from the BPS Working Party," ed: BPS, 2005.

WANG, X.; HE Y., "Experimental study of vascular reactivity in the fingertip: An infrared thermography method," in *2010 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics*, 2010, pp. 1180-1184.