

Análise do Estresse Cognitivo por Termografia, Marcadores Salivares, Pressão Arterial e Variabilidade da Frequência Cardíaca

Leandro de Lima e Silva^{1,2,3}, Rodrigo Gomes de Souza Vale^{1,2}, Danielli Braga de Mello^{1,4}, Lucas dos Santos Ferreira⁴, Magna Leilane Silva³, Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes^{1,2}

1. Laboratório do Exercício e do Esporte, Instituto de Educação Física e Esportes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
2. Programa de Pós-graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, Universidade do estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
3. Grupo de Pesquisa em Esporte, Educação e Saúde, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Ceará, Brasil
4. Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

O objetivo deste estudo foi testar um protocolo voltado a avaliar o estresse cognitivo através da termografia facial, da VFC, da PA e de marcadores salivares frente a situações comuns presentes em uma partida da modalidade em vídeo. Participaram do estudo 03 militares do Exército Brasileiro, do sexo masculino, estudantes do Curso de Instrutor de Educação Física (26,67±0,44 anos, 178,67±8,22 cm, índice de massa corporal 24,57±2,62). Foram coletadas as medidas antropométricas dos voluntários, foi feita a coleta salivar, aferida a pressão arterial e registrada a imagem térmica da face, sendo verificada a variabilidade da frequência cardíaca através de um relógio com monitor cardíaco durante todo o processo. Como principais resultados verificou-se que o protocolo é viável para ser aplicado em maiores proporções, com pequenas adaptações. Houve uma tendência de diminuição na temperatura máxima supra orbital no PÓS-TESTE (amplitude média de 0,3°C). Na temperatura nasal uma tendência de declínio da temperatura média no PÓS-TESTE (amplitude média de 1,43°C). Uma tendência de aumento dos valores de PA tanto sistólica quanto diastólica em 2 dos 3 indivíduos. Como conclusão, o protocolo mostrou-se viável para aplicação em maiores proporções, se forem observados alguns cuidados e adaptações durante a aplicação para uma amostra maior. Há indícios de haver relação entre a termografia facial nas regiões supra orbital e nasal, além da pressão arterial com o estresse cognitivo.

Palavras-Chave: Estresse, Cognitivo, Termografia, Pressão Arterial, Frequência Cardíaca.

ABSTRACT

The aim of this study was to test a protocol aimed at assessing cognitive stress through facial thermography, HRV, BP and salivary markers in common situations present in a video game. The study included 03 Brazilian Army soldiers, male, students of the Physical Education Instructor Course (26.67±0.44 years, 178.67±8.22 cm, body mass index 24.57±2, 62). Anthropometric measurements of the volunteers were collected, saliva collection was performed, blood pressure was measured and the thermal image of the face was recorded, and heart rate variability was verified through a watch with a heart monitor throughout the process. As the main results, it was verified that the protocol is viable to be applied in larger proportions, with small adaptations. There was a trend towards a decrease in the maximum supraorbital temperature in the POST-TEST (mean amplitude of 0.3°C). In nasal temperature, there was a tendency for the average temperature to decline in the POST-TEST (average amplitude of – 1.43°C). A trend of increasing BP values in both systolic and diastolic in 2 of the 3 subjects. In conclusion, the protocol proved to be viable for application in larger proportions, if some care and adaptations are observed during application to a larger sample. There are indications of a relationship between facial thermography in the supraorbital and nasal regions, in addition to blood pressure and cognitive stress.

Key Words: Stress, Cognitive, Thermography, Blood Pressure, Heart Rate.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18073/pajmt.2022.9.003>

INTRODUÇÃO

Os processos inflamatórios acontecem, dentre outros, os tecidos que compõem o sistema musculoesquelético, emitindo calor. Porém, lesões crônicas podem apresentar hipotermia gerada pela baixa contração dos músculos e pouca mobilidade articular decorrentes do processo de inflamação e, consequentemente, da dor. A temperatura do tecido epitelial reflete o nível de inflamação, fato este que, pode ser mensurado através de um exame termográfico. Já que este tem condição de quantificar a radiação infravermelha emitida pela superfície do corpo ¹.

O corpo humano possui um sistema termorregulador responsável por controlar nossa temperatura de acordo com as variações do ambiente externo e/ou interno, como também, controlar a temperatura decorrente da atividade física ². O aquecimento dos tecidos é geralmente o primeiro sinal patológico, mesmo antes disto se configurar em alterações estruturais ou funcionais ^{1,2}.

A termografia evidencia alterações musculoesqueléticas, neurológicas e vasculares, estimando o grau da lesão e também permite controlar a evolução da patologia ¹. É uma técnica rápida, com comprovação científica e sem emissão de radiação. Portanto é inofensiva, sendo reprodutiva de forma viável, o que permite a avaliação sem necessidade de contato físico ³. Além disso, permite a localização da lesão sem causar qualquer tipo de estresse ao avaliado ⁴ não sendo invasiva e, permitindo detectar infecções dentre inúmeras alterações que se reflitam através do calor tecidual ⁵.

Essa técnica representa visualmente, através da diferenciação de cores, o calor que a visão não é capaz de captar a olho nu, por ser de origem eletromagnética³. O exame contribui para

a visualização durante e após o fato gerador da lesão ou alteração, avaliando de forma precisa alterações de calor no tecido cutâneo e se configurando uma valiosa ferramenta na área da saúde e atividade física².

Estudos utilizando a Termografia sugerem que alterações na testa relacionadas ao fluxo sanguíneo estejam ligadas a mudanças nos processos cognitivos e afetivos. Aumentos na temperatura da região peri orbitária decorrentes de resposta autonômica de "luta ou fuga" a estresse elevado ⁶. No entanto, Puri, Olson ⁷ voltaram sua atenção para a região supra orbital, com base nos indícios de que a elevação térmica nesta região estaria correlacionada à influência da ativação muscular da testa, especificamente do músculo corrugador. Segundo Puri, Olson ⁷ essa alteração térmica supra orbital se refere à demonstração de estresse prolongado resultante de um esforço mental ⁸. A literatura apresenta outras avaliações utilizando outras áreas do rosto relacionadas ao estresse cognitivo, como por exemplo, a região nasal que, segundo afirmam outros autores ^{9,10}, é um indicador mais confiável de carga cognitiva.

A temperatura do rosto pode ser um sinal para diversas alterações, como por exemplo, excitação física ¹¹, comportamento afetivo positivo ¹² ou excitação mental ¹³. No entanto, este fenômeno ainda não foi efetivamente estabelecido. Pavlidis, Levine ⁶ descobriram uma assinatura fisiológica na face diretamente associada aos níveis de estresse. Essa resposta fisiológica pode ser considerada parte da "luta ou fuga", síndrome desencadeada pelo sistema nervoso autônomo, pelo qual o sangue se redistribui periféricamente para o tecido musculoesquelético ¹⁴ por estímulos surpreendentes. No laboratório, os

indivíduos exibiram perfusão sanguínea elevada na área do músculo orbital, que resultou em temperatura elevada localizada. Eles ainda sugeriram que essa assinatura de calor pode ser capturada por um sistema de imagem térmica altamente sensível e analisado usando métodos de reconhecimento de padrões.

A termografia já é utilizada como ferramenta de diagnóstico e monitoramento de pacientes com neuropatias. No entanto, essa ferramenta possui grande potencial para futuras pesquisas sobre sua aplicação no diagnóstico de outras doenças de origem neurológica¹⁵. O uso da termografia em conjunto com observações clínicas ou outros exames adicionais¹⁶ pode ser decisivo para definir o diagnóstico médico ou para avaliar a eficácia das modalidades terapêuticas empregadas¹⁷, como por exemplo, fatores relacionados às alterações do pulso cardíaco e, ou marcadores bioquímicos de estresse.

Neste contexto, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) mostra as oscilações no intervalo entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), assim como oscilações entre frequências cardíacas instantâneas consecutivas. A VFC é uma medida comumente usada da atividade do sistema nervoso autônomo, por ser simples, não-invasiva e por poder ser aferida em diferentes situações, como em condições patológicas, de vigília e sono, de atividades físicas e diferentes posições do corpo. Estudos apontam que alterações nos padrões da VFC podem indicar algum comprometimento na saúde do indivíduo. Uma baixa VFC pode indicar uma situação de anormalidade e mal funcionamento fisiológico, assim como, uma VFC indica boa saúde e um organismo com boa adaptabilidade (25).

Os dois ramos do sistema nervoso autônomo são o sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático que controlam dinamicamente as diferenças por batimento do coração. O componente de baixa frequência da VFC é modulado pela atividade barorreflexa e contém ambas atividades parassimpática¹⁶. O componente de alta frequência reflete a influência parassimpática no coração, está conectada à arritmia sinusal respiratória. A estimativa da modulação simpática (a relação simpática / vagal equilíbrio) pode ser feita considerando a relação de potência dos componentes de baixa frequência de VFC / alta frequência de VFC.

Tarefas cognitivas intensas têm um impacto em FC¹⁸⁻²⁰ e indivíduos sob estresse mental apresentaram componentes reduzidos da VFC¹⁹. Durante uma tarefa de atenção, observou-se menor potência total da VFC, além de uma alteração na frequência cardíaca²⁰. Pode ser possível usar a análise espectral da VFC para rever aspectos como o tempo ideal de trabalho sob estresse mental²¹. Contudo, estudos apontam que em muitos casos não há alterações nos movimentos musculares faciais, sendo interessante a associação da VFC com a Termografia para capturar o estresse remotamente²².

A saliva é constituída predominantemente por água (97-99,5%) e compostos orgânicos e inorgânicos originados do plasma²³. O controle da secreção salivar é mediado por uma ação combinada de estímulos parassimpáticos e simpáticos. A inervação parassimpática provoca vaso dilatação, o que aumenta o volume do fluxo salivar diminuindo os níveis de compostos orgânicos e inorgânicos, deixando a saliva mais fluida. A inervação simpática provoca vasoconstrição, o que diminui o volume do fluxo salivar, aumentando os

níveis de compostos orgânicos e inorgânicos, fazendo com que a saliva se torne mais viscosa²⁴. Para especificar melhor, abordaremos os compostos orgânicos da saliva, a proteína total e a alfa-amilase, como os biomarcadores salivares do estresse metabólico.

O estresse cognitivo é resultante de uma relação particular entre o indivíduo e o meio, fortemente influenciada pelos processos psicológicos. Estudos apontam que o estresse cognitivo só é gerado quando o corpo percebe estímulos como ameaça, desafio, dano ou prejuízo e possui certa variabilidade de resposta, tendo em vista que o corpo procura se adaptar a cada estímulo percebido²⁵.

Na busca literária por métodos associados à verificação de fatores cognitivos, verificou-se que a pressão arterial (PA) está intimamente ligada à geração do estresse. O corpo, ao se deparar com o estímulo estressor, altera a produção hormonal e aumenta a liberação de catecolaminas e corticosteroides pelo hipotálamo²⁶. Essas substâncias alteram o fluxo sanguíneo, aumentam o débito cardíaco, elevam a frequência cardíaca e aumentam a PA. Estudos apontam que o estresse pode ser classificado em “eustress” e “distress”, sendo o primeiro benéfico com uma função protetora para o corpo; e o segundo podendo ser nocivo e trazer problemas como hipertensão arterial, infarto, fadiga, dentre outros²⁷.

Pode-se categorizar o ramo dos profissionais que atuam como árbitros de futebol como altamente estressante, tendo em vista a responsabilidade que esses especialistas tem para com o espetáculo, pois sua tomada de decisão é capaz de influenciar toda a partida e mudar o rumo do jogo²⁸. Além disso, é notória a pressão exercida sobre os árbitros, seja pelos jogadores, comissões técnicas, torcida ou pela própria mídia,

tendo em vista que, principalmente no Brasil, o futebol é um esporte de grande relevância para a sociedade, e todos esses aspectos fazem com que a função do árbitro de futebol se configure em uma prática muito estressante²⁹. Devido à importância de cada avaliação e decisão de um árbitro de futebol, é imprescindível a presença do estresse cognitivo na definição das marcações³⁰. Sendo assim, cresce de importância estudos dedicados a avaliar o estresse cognitivo desses profissionais durante a fase de preparação, bem como, durante suas atuações.

Embora seja notória a necessidade de se avaliar o estresse cognitivo desses profissionais, não foram encontrados na literatura estudos que se debruçassem a fazer esta análise utilizando ferramentas metodológicas de diferentes sistemas que aumentassem a confiabilidade dos achados.

Logo, o objetivo do presente estudo foi testar um protocolo voltado a avaliar o estresse cognitivo através da termografia facial, da VFC, da PA e de marcadores salivares frente a situações comuns presentes em uma partida da modalidade em vídeo.

METODOLOGIA

Delineamento do estudo

Esta pesquisa se configura como um estudo piloto, pois foi elaborado e definido como um instrumento em pequena escala capaz de reproduzir os meios e métodos planejados para um dado estudo que serão encontrados na coleta de dados definitiva³¹. Por meio desse momento na pesquisa que é possível testar a adequação de todos os instrumentos e procedimentos contidos no método com vistas a possibilitar adaptações que se julguem necessárias para a coleta de dados definitiva³².

Amostra

O estudo foi submetido ao comitê de ética do Centro de Capacitação Física do Exército CAAE 33665720.3.0000.9433 parecer 4.115.215. Todos os participantes foram esclarecidos sobre todos os procedimentos do protocolo do estudo, além disso, assinaram de forma voluntária o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com a legislação vigente para pesquisa com seres humanos ³³.

A amostra foi constituída por três indivíduos com conhecimentos teóricos e práticos em arbitragem de futebol adquiridos no ensino superior, filiados a uma entidade militar sediada no Rio de Janeiro, com idade média de $26,67 \pm 0,44$ anos, estatura média $178,67 \pm 8,22$ cm, índice de massa corporal (IMC) $24,57 \pm 2,62$ e percentual de gordura de $9,70 \pm 1,53$, Taxa metabólica basal $1909,33 \pm 293,11$ kcal e percentual de músculo esquelético de $41,07 \pm 8,02$ que atenderam aos critérios de inclusão: a) ser voluntário b) ter conhecimento em arbitragem de futebol adquirido no ensino superior. O estudo adotou como critério de exclusão: a) doenças cardíacas b) problemas de pressão arterial c) doenças neurais.

Procedimentos Metodológicos

Previamente, por ocasião do agendamento, os participantes do estudo foram orientados a não realizar exercícios físicos de qualquer natureza, não se expor ao sol e a não ingerirem substâncias estimulantes nas 48 horas que antecederam a coleta de dados. Os participantes foram solicitados a abster-se

de álcool, cafeína e exercícios extenuantes antes do teste. Além de terem sido orientados a chegar às 14h para o teste principal e serem conduzidos a sentar-se em silêncio por 5 minutos antes de fornecerem amostras representando condições de repouso.

Todo o protocolo ocorreu em uma única visita no mesmo período do dia (de 14 às 16 horas) e, com a mesma sequência de ações à saber: foram recebidos em ambiente aclimatado adequado ao protocolo da termografia, onde os sujeitos foram elucidados sobre todos os procedimentos de coleta de dados, inclusive sobre os detalhes prévios, possibilitando-os realizar o teste de vídeo do estudo; assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE); quinze minutos antes do início do teste (T-15min), tiveram a face registrada por uma câmera termográfica para verificar a Temperatura Cutânea da face (TCF) e passaram por uma avaliação corporal. Quinze minutos depois, teve início a coleta (PRÉ-TESTE), quando os indivíduos da amostra tiveram a sua pressão arterial (PA) aferida; passaram por coleta de material salivar; e tiveram a face registrada por uma câmera termográfica para verificar a TCF, consolidando assim as ações pré-teste. A amostra também passou por avaliação após o teste de vídeo (PÓS-TESTE). A monitoração da VFC começou 15 minutos antes do teste de vídeo e só terminou 15 minutos após o término mesmo (T+15min). O desenho do protocolo supracitado está demonstrado na Figura 1 a seguir.

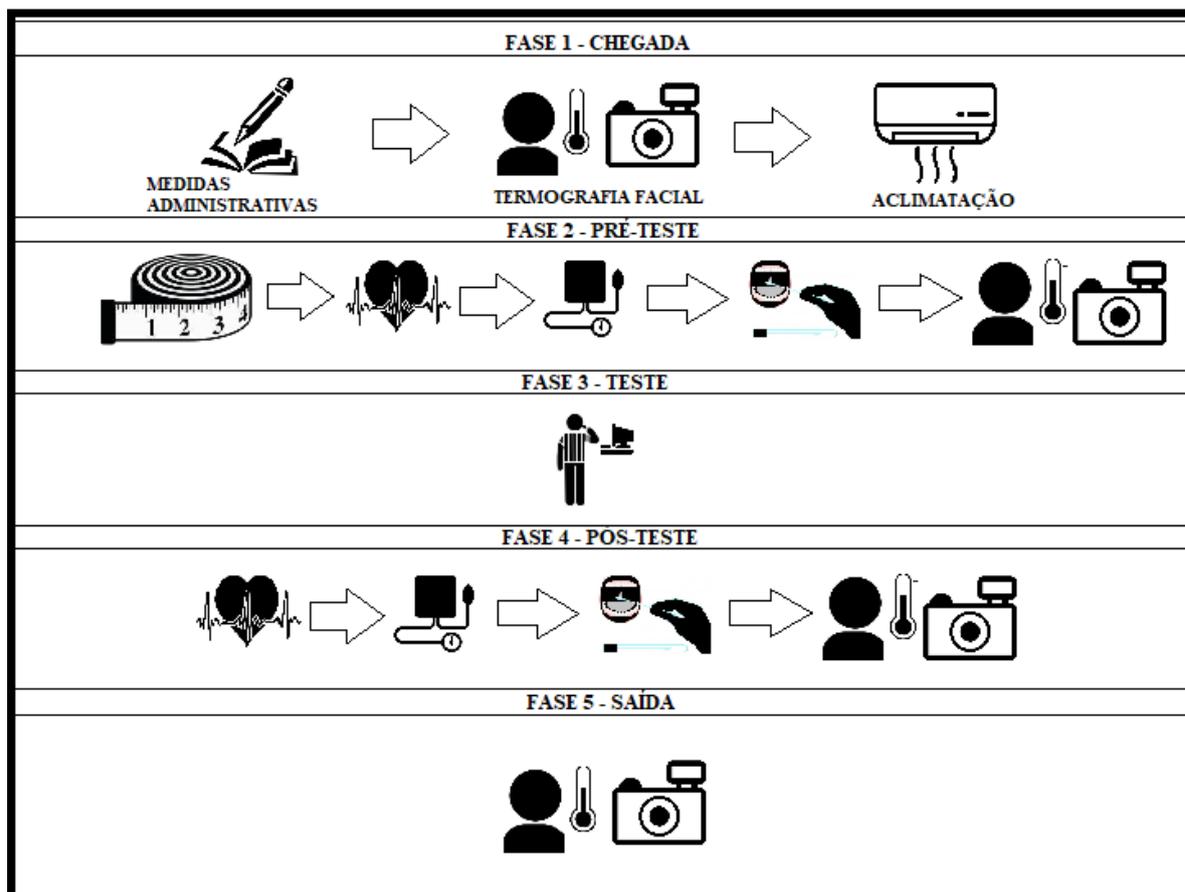


Figura 1. Protocolo do Estudo.

Variáveis analisadas

Avaliação corporal

Para caracterização da amostra, a estatura foi determinada com a utilização de um estadiômetro marca Cardio-med, (modelo WCS, Brasil), com capacidade máxima para 2,20m e acurácia de 0,001m. As medidas para a composição corporal da massa corporal total (MCT), índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura (%G), percentual de músculo esquelético (%ME) e taxa metabólica basal (TMB) foram feitas utilizando o aparelho de bioimpedância InBody270 e todos protocolos de medição seguiram as orientações da International Standards for Anthropometric Assessment (ISAK)³⁴.

Termografia

Para a preparação do ambiente, foram seguidas as orientações do guia prático da American Academy of Thermology (AAT), que é preconizado pela Associação Brasileira de Termologia Médica (ABRATERM)³⁵. A temperatura do ambiente interna e externa, umidade relativa do ar foram monitoradas com um termo-higrômetro modelo RSS-214 WIBGET da marca IST (Imaging & Sensing Technology), com acompanhamento constante e se mantiveram em torno de 21,4°C internamente, 32°C no ambiente externo e 62% a umidade relativa do ar na sala e suas variações não foram apontadas pelo equipamento supracitado. Outras medidas tomadas foram o fechamento das portas

e as janelas foram tapadas para minimizar o efeito da luz solar. O teste foi aplicado numa sala onde o ar condicionado foi planejado de forma compatível com a aclimação do ambiente e a iluminação feita com lâmpadas “frias” (fluorescentes).

A câmera termográfica utilizada foi a FLIR T530SC, com resolução térmica de 76.800 (320 × 240) pixels e a uma faixa de medição de temperatura de -20 °C a 120 °C (-4 °F a 248°F). Esta foi posicionada de frente para o rosto do avaliado com afastamento controlado de maneira que a face preencha a dimensão máxima possível da imagem a ser registrada, e essas imagens foram registradas nos momentos T-15 min, pré-teste, pós-teste e T+ 15 min. Os avaliados foram orientados a não mover a ca-

beça enquanto estiverem sendo fotografados para não inviabilizar as tomadas da câmera termográfica e, não tocar no rosto durante toda a coleta.

As imagens foram analisadas com o aplicativo Flir Tools® da marca FLIR SYSTEMS e as regiões da face selecionadas para análise de variação de temperatura foram: a região supra orbital, e o nariz seguindo ³². Na região supra orbital, foi analisada a temperatura da área delimitada pelas linhas temporais direita e esquerda, tendo como limite inferior a linha de sobrancelhas e como limite superior o túber frontal. Na região nasal, as delimitações foram as abas nasais no plano horizontal e a cartilagem septal no plano vertical, conforme demonstra a Figura 2 a seguir.

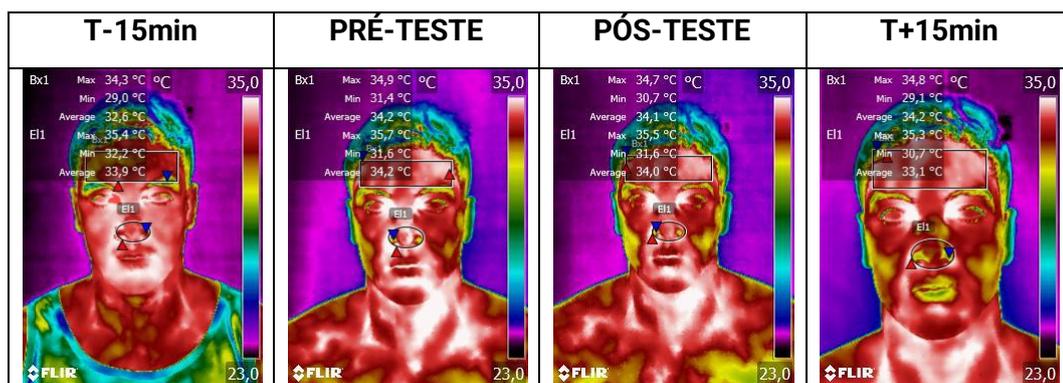


Figura 1. Exemplo das imagens térmicas de um voluntário do estudo

Pressão Arterial

A pressão arterial foi aferida com um esfigmomanômetro digital de pulso da marca OMRON, modelo HEM-631 INT seguindo às orientações do fabricante. As aferições ocorreram em nas fases pré-teste e pós-teste.

Variabilidade da Frequência Cardíaca

Os intervalos R-R foram continuamente registrados por um frequencímetro cardíaco (Polar Electro Oy – modelo V800) em repouso e durante o teste com início em T-15min até T+15min. Os dados foram coletados com frequência de amostragem de 1.000Hz. Os registros dos intervalos R-R seriam editados

manualmente através de inspeção visual na tentativa de evitar que artefatos contaminassem a análise. Na sequência, os registros seriam automaticamente filtrados pelo software "Polar Precision Performance". Qualquer intervalo R-R com diferença superior a 20% do intervalo anterior seria automaticamente filtrado³⁶. Todos os registros não puderam ser analisados devido a um erro ocorrido no equipamento e todos os dados relativos a VFC tiveram que ser descartados do estudo.

Coleta salivar

A coleta salivar foi executada com o objetivo de testar o processo de extração e armazenamento para um próximo estudo e, por este motivo foi extraída, porém não foi analisada. Antes da coleta de saliva, todos os atletas beberam 300 ml de água. Amostras inteiras de saliva foram coletadas em Tubos Eppendorf nas fases pré-teste e pós-teste. As amostras salivares serão centrifugadas a 10.000g por 10 min a 4°C para remover os resíduos celulares. O resultado do sobrenadante será armazenado a 20°C até a análise.

A contaminação do sangue poderá causar interferência durante a quantificação dos parâmetros salivares a serem observados (cortisol salivar). Então, serão avaliadas a transferrina salivarem todas as amostras com kit comercial (SalimetricsTMPalo Alto, CA). O limite de sensibilidade será de 0,08 mg/dl, e coeficientes médios intra e inter ensaios de variação serão menores que 10 e 15%, respectivamente. Pretende-se que todas as amostras atinjam valores abaixo do limiar limite de 0,5 mg/dl³⁷.

Teste de vídeo

O teste foi aplicado em formato de vídeo utilizado pela Federação Internacional de Futebol (FIFA) para avaliar os

árbitros de futebol e inédito para a amostra. Ele foi elaborado e fornecido por um membro da Comissão Nacional de Arbitragem especificamente para o estudo. Ele contém questões, onde a amostra assistiu situações reais de jogos de futebol e decidiu quanto à sanção disciplinar (falta, não falta, pênalti ou não pênalti, impedimento ou lance legal, bola dentro ou fora) e/ou técnica (advertência verbal, cartão amarelo ou vermelho). Cada lance foi repetido e, em seguida, o avaliado teve dez segundos para assinalar a sua resposta em um cartão após cada lance assistido. A quantidade de acertos no teste foi quantificada e, depois de iniciado, o teste não foi interrompido. Todas as dúvidas quanto à execução foram esclarecidas antes do início do mesmo.

Análise estatística

Devido ao pequeno tamanho da amostra, foi feita uma análise estatística descritiva onde os dados foram descritos por média, desvio padrão e amplitude através do programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS24.0) para verificação de possíveis tendências de comportamento das variáveis nos períodos descritos no protocolo.

RESULTADOS

De modo geral a aplicação do protocolo se demonstrou viável de ser aplicado em maiores proporções, carecendo de pequenas adaptações. Durante a aplicação da metodologia, em se tratando da temperatura da face, o protocolo funcionou bem e não carece de adaptações para um futuro trabalho de maior expressão. Embora não tenha acontecido durante a coleta, ficou notório que há necessidade de se observar durante as medidas administrativas se

a área supra orbital está totalmente livre, pois mesmo a amostra tendo sido composta por militares com cabelos aparados, indivíduos com cabelos que cubram a região da testa, digo supra orbital, podem comprometer a análise termográfica nesta região.

Mesmo que o foco principal desta pesquisa tenha sido realizar um teste do protocolo, para aplicação do mesmo futuramente em maiores proporções, os resultados apontaram tendências importantes. A Figura 3 mostra a variação entre os momentos PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE na temperatura máxima supra orbital, onde se pode observar que a temperatura nesta região dos indivíduos da amostra demonstrou uma tendência de alteração de forma similar. A amplitude (temperatura do PÓS-TESTE subtraída da temperatura do PRÉ-TESTE) para cada indivíduo está demonstrada na figura a seguir.

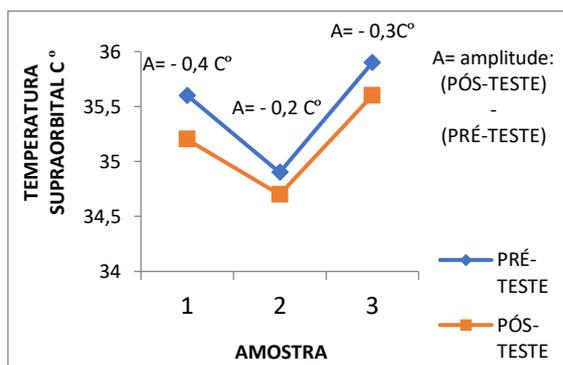


Figura 3. Variação da temperatura máxima supra orbital nos momentos PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE.

Ainda no tocante a temperatura da face, também se buscou uma abordagem descritiva na busca da identificação de algum fenômeno, que pudesse sugerir alguma tendência de padrão na alteração da temperatura das áreas de interesse deste estudo, nos momentos estudados. O estudo da amplitude das temperaturas foi analisado e está demonstrado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Amplitude das temperaturas da região supra orbital e nasal

Amplitude da Temperatura MÍNIMA	Amplitude da Temperatura MÁXIMA	Amplitude da Temperatura MÉDIA
Amplitude da temperatura supra orbital em C° (PÓS-TESTE) – (PRÉ-TESTE)		
0,2	-0,4	1
-0,7	-0,2	-0,1
-4,5	-0,3	-0,2
Amplitude da temperatura supra orbital em C° (T+15min) – (PÓS-TESTE)		
-0,9	0,6	-0,4
-1,6	0,7	0,1
2,4	0,4	-0,6
Amplitude da temperatura nasalem C° (PÓS-TESTE) – (PRÉ-TESTE)		
-2,3	-1,1	-1,7
0	-0,2	-0,2
-2,8	-0,6	-2,4
Amplitude da temperatura supra orbital em C° (T+15min) – (PÓS-TESTE)		
-2,4	-0,8	-2,4
-0,9	-0,2	-0,9
-2,1	-0,8	-1,7

(PÓS-TESTE) – (PRÉ-TESTE) = Valor da temperatura após o teste subtraída da temperatura aferida antes do teste; (T+15min) – (PÓS-TESTE) = Valor da temperatura 15 minutos após o término do teste subtraída da temperatura aferida no momento do término do teste.

Uma abordagem descritiva da PA buscando a identificação de algum fenômeno que pudesse sugerir alguma tendência de padrão na alteração, nos momentos PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE também foi realizada. Estes valores, bem como o cálculo da amplitude entre esses dois períodos estão demonstrados na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2. Comportamento da pressão arterial da amostra nos momentos PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE

PAS	PAD	PAS	PAD	Amp PAS	Amp PAD
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		(PÓS-TESTE) - (PRÉ-TESTE)	
126	74	115	74	-6	0
122	65	130	68	8	3
119	76	122	86	3	10

PAS=pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica; Amp PAS= pressão arterial sistólica no término do teste subtraída da pressão arterial sistólica antes do teste; Amp PAD = pressão arterial diastólica no término do teste subtraída da pressão arterial diastólica antes do teste, PRÉ-TESTE= momento de aferição imediatamente antes do teste; PÓS-TESTE= momento de aferição imediatamente após o teste; (PÓS-TESTE) - (PRÉ-TESTE)= pressão arterial após o teste subtraída da pressão arterial aferida antes do teste.

No tocante a coleta salivar, os resultados não puderam ser tabulados e analisados em laboratório devido ao momento de pandemia. Porém durante a coleta, notou-se a importância de se destacar mais de um pesquisador aplicador debruçado a esta ferramenta metodológica, pois durante a extração da saliva, identificação e acondicionamento há risco de contaminar a mesma. O ideal é que o pesquisador que colete e extraia a saliva, mesmo que fazendo o uso de luvas como feito neste estudo, não toque outros objetos a não ser os que entram em contato direto com a saliva.

A ferramenta utilizada para monitoramento da VFC, um monitor cardíaco validado descrito na metodologia, foi utilizado conforme previsto pelo fabricante, porém apresentou um erro que não permite extrair os dados para análise. Este fato se configura como um importante procedimento a ser corrigido na aplicação desta metodologia em maiores proporções futuramente.

DISCUSSÃO

O presente estudo tem como meta testar um protocolo focado em analisar a relação do estresse cognitivo com os valores de termografia facial, pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e marcadores salivares em árbitros de futebol. A hipótese seria de que, estas variáveis como ferramentas metodológicas eficientes para detectar alterações relacionadas ao estresse cognitivo decorrente das tomadas de decisões tomadas no teste de vídeo aplicado à amostra, e este estudo pretendeu minimizar possíveis problemas futuros para a aplicação de um protocolo robusto, que contempla algumas ferramentas metodológicas utilizadas quase que simultaneamente em uma amostra maior a ser utilizada.

A realização desse estudo se configurou em uma importante etapa para a realização de um estudo com maiores proporções já que os achados apontaram algumas necessidades de adaptação no protocolo, visando minimizar erros futuros de protocolo.

É importante ressaltar que o estudo precisou passar por adaptações durante o seu desenvolvimento. Em virtude do momento atual de pandemia do coronavírus (COVID 19), a amostra que seria de árbitros da Federação de Futebol do Estado do Rio de Janeiro (FERJ), teve que ser alterada para alunos do Curso de Instrutor de Educação Física da EsEFEx; e também por este motivo, o laboratório que procederia a análise dos marcadores salivares estava impossibilitado de fazer as mesmas neste período. Desta forma, a realização deste estudo piloto foi primordial para testar o protocolo a ser utilizado num estudo com maiores dimensões, evidenciando pontos positivos e algumas oportunidades de melhoria.

Como resultados obtidos, podemos destacar que os dados apresentaram indícios de alteração na temperatura máxima da região supra orbital entre os momentos PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE, já que houve uma tendência de diferença na temperatura máxima supra orbital, apresentando uma redução média de 0,3°C no PÓS-TESTE; se contrapondo a linha de pensamento de Dalbuono and Ruggiero ³⁸, os quais afirmam que o aumento da temperatura na região orbital está relacionado com a vascularização local da artéria oftálmica e classificaram esta região da face com tendência a aquecer e, se configurar como uma região quente após estímulos. Num estudo de maior dimensão há necessidade de inserção de um grupo controle, com o intuito de verificar se o tempo de exposição à temperatura do ambiente de coleta interfere nessa tendência de diminuição no PÓS-TESTE demonstrada no presente estudo.

Os resultados corroboram em parte as afirmações de Haddad ³⁹, que analisou de forma detalhada a termografia da face, apontando a temperatura média de cada região em condições normais e ainda relacionando essas temperaturas com variáveis como índice de massa corporal, pressão arterial sistólica e diastólica. De acordo com a autora, a temperatura média da região supra orbital estaria entre 34,44 e 34,47°C, no presente estudo um dos indivíduos apresentou temperatura média desta região em todos os momentos do estudo abaixo desses valores. Haddad ³⁹ cita ainda que, a média da temperatura nasal ficaria entre 34,06 e 34,15°C, e no presente estudo um dos indivíduos, o mesmo supramencionado, também esteve abaixo desses valores.

Segundo Haddad ³⁹, pensar com valência positiva - ausência de um estímulo estressor - gera um aumento da temperatura nasal, enquanto pensar

com valência negativa - presença de estímulo estressor - gera uma diminuição da temperatura nasal. Na temperatura nasal pode-se perceber um declínio geral da temperatura média em todos os voluntários. Isto sugere que o teste se configurou como um possível agente estressor e, por isso, sugere-se que com uma amostra maior, comecem a aparecer maiores relações entre o estímulo e a variação de temperatura nasal.

Vale ressaltar a importância da utilização de um grupo controle em estudos posteriores, para que seja possível verificar se o decréscimo da temperatura ocorreu em virtude da realização do teste ou pela própria aclimação local, já que, os resultados do valor da temperatura 15 minutos após o término do teste subtraída da temperatura aferida no momento do término do teste aparentemente também sinalizaram uma tendência de continuação de declínio após o teste.

da Nobrega, de Castro ⁴⁰ analisou as respostas da pressão arterial sistólica, diastólica e da frequência cardíaca a um teste de estresse mental de conflito de cores. Os autores observaram forte correlação do aumento das variáveis pressóricas e cardíaca com o estímulo estressor. Neste estudo, apesar de somente ser possível buscar uma abordagem descritiva, observou-se aumento dos valores de pressão arterial tanto sistólica quanto diastólica em 2 dos 3 indivíduos avaliados. Portanto, sugere-se a realização de mais estudos com maiores números de amostras para encontrar uma boa relação entre a PA e a detecção de estresse cognitivo.

As amostras salivares foram coletadas com o objetivo de testar o procedimento de coleta e manuseio do material, armazenadas de acordo com o protocolo, porém não passaram por aná-

lise laboratorial, pois devido ao momento de pandemia por COVID-19, o laboratório envolvido na pesquisa foi impossibilitado de proceder as análises. Durante a coleta, notou-se a importância de se destacar mais de um pesquisador aplicador debruçado a esta ferramenta metodológica, pois mesmo fazendo o uso de luvas, após o processo de extração da saliva e acondicionamento nos tubos, durante o processo de identificação e acondicionamento em local resfriado como refrigerador ou caixa térmica o operador da coleta toca outras superfícies e, como a saliva foi coletada nos momentos pré-teste e pós-teste, contar com um operador focado somente à identificação e acondicionamento minimiza o risco de viés por contaminação, e dá agilidade no processo de coleta. Este quesito pode ser melhorado para futura aplicação deste protocolo em maiores proporções.

O monitoramento da VFC aconteceu conforme o protocolo planejado, porém devido a um defeito no instrumento utilizado no estudo, que não permitiu a exportação dos dados do frequencímetro Polar V-800 para o aplicativo KUBIOS HRV Standart, os dados não puderam ser analisados. Essa limitação pode ser evitada num próximo estudo se a exportação dos dados for feita imediatamente após a coleta de cada amostra, de modo que, caso um aparelho apresente algum erro, se perderá apenas aquela amostra, e demonstra a importância de se utilizar mais de um equipamento neste tipo de coleta futuramente.

A utilização da termografia em conjunto com aferições de medidas antropométricas, cardiovasculares e diagnósticos médicos pode ser muito benéfica para a explicação de fenômenos na medicina, no esporte e até mesmo de atividades rotineiras. Isso ocorre pelo

fato de serem medidas não invasivas, de fácil aferição e serem primordiais para o funcionamento do corpo humano. Como aplicabilidade prática, este estudo serviu como piloto para análises e avaliações futuras em maiores proporções. Desta forma, realizando o protocolo testado com as correções e oportunidades de melhoria apresentadas, projeta-se que os resultados alcançados poderão ser ratificados. Esta interação pode ser base para um estudo de distúrbios psicológicos, doenças cardiovasculares e neurais que estejam relacionadas ao estresse cognitivo, assim como de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de valências cognitivas, quer seja na área da saúde ou até mesmo no ramo profissional, como é o caso dos árbitros de futebol.

CONCLUSÃO

O protocolo utilizado mostrou-se viável para aplicação em maiores proporções, se forem observados alguns cuidados e adaptações durante a aplicação para uma amostra maior, pode ser uma importante ferramenta para análise de estresse cognitivo causado por tomadas decisões em curto prazo, podendo servir de modelo para estudos posteriores com amostras maiores.

O estudo piloto em questão apontou pode haver indícios de relação entre a termografia facial nas regiões supra orbital e nasal, além da pressão arterial com o estresse cognitivo causado pela necessidade de decidir rapidamente sobre situações de jogo.

Dessa forma, sugere-se a realização de um estudo de maior dimensão com a utilização de um grupo controle durante a aplicação do protocolo para verificar a interferência do tempo de acli-

matação, além da uma maior abrangência na amostra a ser avaliada. Vale ressaltar que em pesquisas futuras as amostras podem ser divididas por idade, por índice de massa corporal, por gênero, por níveis de quociente de inteligência, dentre outros para verificar se existe correlação entre as variáveis e as características da amostra.

REFERÊNCIAS

- Duarte Brito J, Detogni Schmit EF, Rocha Nóbrega S, Aires Neto S, Jamacy de Almeida Ferreira J, Rodrigues de Andrade P, et al. Alterações termográficas na lombalgia crônica sob tratamento fisioterapêutico: ensaio clínico controlado e randomizado. *ConScientiae Saúde*. 2015;14(1):89-98.
- Formenti D, Ludwig N, Gargano M, Gondola M, Dellerma N, Caumo A, et al. Thermal imaging of exercise-associated skin temperature changes in trained and untrained female subjects. *Annals of biomedical engineering*. 2013;41(4):863-71.
- Marins JCB, Fernández-Cuevas I, Arnaiz-Lastras J, Fernandes A, Sillero-Quintana M. Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte: Una revisión. *Revista internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física del Deporte*. 2015.
- Bandeira F, Neves EB, de Moura MAM, Nohama P. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2014;20(1):59-64.
- Al-Nakhli HH, Petrofsky JS, Laymon MS, Berk LS. The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness. *Journal of visualized experiments: JoVE*. 2012(59).
- Pavlidis I, Levine J, Baukol P, editors. Thermal imaging for anxiety detection. *Proceedings IEEE Workshop on Computer Vision Beyond the Visible Spectrum: Methods and Applications (Cat No PR00640)*; 2000: IEEE.
- Puri C, Olson L, Pavlidis I, Levine J, Starren J, editors. StressCam: non-contact measurement of users' emotional states through thermal imaging. *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*; 2005: ACM.
- Yun C, Shastri D, Pavlidis I, Deng Z, editors. O'game, can you feel my frustration?: improving user's gaming experience via stresscam. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*; 2009: ACM.
- Kang J, McGinley J, McFadyen G, Babski-Reeves K, editors. Determining learning level and effective training times using thermography. *Proceedings of Army Science Conference, Orlando, Florida, USA*; 2006.
- Or CK, Duffy VG. Development of a facial skin temperature-based methodology for non-intrusive mental workload measurement. *Occupational Ergonomics*. 2007;7(2):83-94.
- Merla A, Romani GL, editors. Thermal signatures of emotional arousal: a functional infrared imaging study. *2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*; 2007: IEEE.
- Nakanishi R, Imai-Matsumura K. Facial skin temperature decreases in infants with joyful expression. *Infant Behavior and Development*. 2008;31(1):137-44.
- Nozawa A, Tacano M. Correlation analysis on alpha attenuation and nasal skin temperature. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*. 2009;2009(01):P01007.
- Martin R, Ober W, Garrison C, Welch K, Hutchings R. *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. Prentice Hall New Jersey; 2001.
- Neves EB, Vilaça-Alves J, Rosa C, Reis VMJT. *Thermography in neurologic practice*. 2015;9:24.
- Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger A, Cohen RJJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *1981;213(4504):220-2*.
- de Meira LF, Krueger E, Neves EB, Nohama P, de Souza MAJPAJoMT. *Termografia na área biomédica*. 2014;1(1):31-41.
- Moriguchi A, Otsuka A, Kohara K, Mikami H, Katahira K, Tsunetoshi T, et al. Spectral change in heart rate variability in response to mental arithmetic before and after the beta-adrenoceptor blocker, carteolol. *1992;2(4):267-70*.
- Hjortskov N, Rissén D, Blangsted AK, Fallentin N, Lundberg U, Søgaard KJEjoap. The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work. *2004;92(1-2):84-9*.
- Moses ZB, Luecken LJ, Eason JC, editors. *Measuring task-related changes in heart rate variability*. 2007 29th Annual

- International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2007: IEEE.
21. Kristal-Boneh E, Raifel M, Froom P, Ribak JJSjow, environment, health. Heart rate variability in health and disease. 1995;85-95.
 22. Shastri D, Papadakis M, Tsiamyrtzis P, Bass B, Pavlidis IJIToAC. Perinatal imaging of physiological stress and its affective potential. 2012;3(3):366-78.
 23. Chicharro JL, Lucía A, Pérez M, Vaquero AF, Ureña RJSm. Saliva composition and exercise. 1998;26(1):17-27.
 24. Schneyer LJAJoP-LC. Sympathetic control of Na, K transport in perfused submaxillary main duct of rat. 1976;230(2):341-5.
 25. Faro A, Pereira MEJP, saúde, doenças. Estresse: Revisão narrativa da evolução conceitual, perspectivas teóricas e metodológicas. 2013;14(1):78-100.
 26. Mello Filho J, Miriam B. Psicossomática hoje: Artmed Editora; 2009.
 27. da Silva AMB, Keller B, Coelho RW. Associação entre pressão arterial e estresse percebido em motoristas de ônibus. 2013.
 28. de Lima L, Godoy ES, Neves EB, Vale R, López JAH, Nunes RdAM. Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: una revisión sistemática. Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte. 2019(189):36-42.
 29. Da Gama DRN, Nunes RDAM, Guimarães GL, Leandro De Lima ES, De Castro JBP, Vale RGDSJJoPE, et al. Analysis of the burnout levels of soccer referees working at amateur and professional leagues of Rio de Janeiro, Brazil. 2018;18:1168-74.
 30. Lima e Silva L, Neves E, Silva J, Alonso L, Vale R, Nunes R. The haemodynamic demand and the attributes related to the displacement of the soccer referees in the moments of decision/intervention during the matches. International Journal of Performance Analysis in Sport. 2020;20(2):219-30.
 31. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. Métodos de pesquisa em atividade física: Artmed Editora; 2012.
 32. Canhota CJIpapperpicLA. Qual a importância do estudo piloto. 2008:69-72.
 33. Resolução B. 466/2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. 2012.
 34. Marfell-Jones MJ, Stewart A, de Ridder J. International standards for anthropometric assessment 2012.
 35. Schwartz RG, Elliott R, Goldberg G, Govindan S, Conwell T, Hoekstra PJTi. Guidelines for neuromusculoskeletal thermography. 2006;16(1):5-9.
 36. Yamamoto Y, Hughson RL, Peterson JCJJoap. Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis. 1991;71(3):1136-42.
 37. Schwartz EB, Granger DAJCC. Transferrin enzyme immunoassay for quantitative monitoring of blood contamination in saliva. 2004;50(3):654-6.
 38. Dalbuono S, Ruggiero GJArd. Normal thermogram of the skull. 1969;9:660-5.
 39. Haddad DS. Estudo da distribuição térmica da superfície cutânea facial por meio de termografia infravermelha: termoanatomia da face: Universidade de São Paulo; 2014.
 40. da Nobrega ACL, de Castro RRT, de Souza ACJRBHv. Estresse mental e hipertensão arterial sistêmica. 2007;14(2):94-7.