UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA

CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA AVALIAR TEMPO DE REAÇÃO DE PROFISSIONAIS MILITARES NA TAREFA DE TIRO E ANÁLISE DE VARIÁVEIS COGNITIVAS ASSOCIADAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ellen dos Santos Soares

Santa Maria, RS, Brasil

2014

CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA AVALIAR TEMPO DE REAÇÃO DE PROFISSIONAIS MILITARES NA TAREFA DE TIRO E ANÁLISE DE VARIÁVEIS COGNITIVAS ASSOCIADAS

Ellen dos Santos Soares

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e da Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS)
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Educação Física, Saúde e Sociedade.

Orientadora: Profª. Drª. Sara Teresinha Corazza

Co-orientador: Prof. Dr. Silvio José Lemos Vasconcellos

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática
da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Soares, Ellen dos Santos
Criação e validação de um instrumento para avaliar tempo de reação de profissionais militares na tarefa de tiro e análise de variáveis cognitivas associadas / Ellen dos Santos Soares.-2014.
50 p.; 30cm

Orientadora: Sara Teresinha Corazza
Coorientador: Silvio José Lemos Vasconcellos
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e desportos, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, RS, 2014

1. Criação e validação de um instrumento para avaliação do tempo de reação na tarefa de tiro 2. Análise do tempo de reação e variáveis cognitivas associadas I. Corazza, Sara Teresinha II. Vasconcellos, Silvio José Lemos III. Título.

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Física e Desportos
Programa de Pós-graduação em Educação Física

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA AVALIAR TEMPO DE REAÇÃO DE PROFISSIONAIS MILITARES NA TAREFA DE TIRO E ANÁLISE DE VARIÁVEIS COGNITIVAS ASSOCIADAS

elaborada por
Ellen dos Santos Soares

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Educação Física, Saúde e Sociedade

COMISSÃO EXAMINADORA:

Sara Teresinha Corazza, Drª.
(presidente/orientadora)

Silvio José Lemos Vasconcellos, Dr. (UFSM)

Érico Felden Pereira, Dr. (UDESC)

Fernando Copetti, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 04 de abril de 2014.

Apresentação

O trabalho de dissertação está dividido em quatro partes: inicialmente são introduzidos os conceitos, objetivos e procedimentos metodológicos referidos no projeto de pesquisa intitulado "Criação e validação de um instrumento para avaliar tempo de reação de profissionais militares na tarefa de tiro e análise de variáveis cognitivas associadas". Na sequência, são apresentados dois estudos, em formato de manuscritos, desmembrados a partir do objetivo geral do projeto de pesquisa. O Estudo 1 é apresentado de acordo com as normas para submissão de manuscritos da Revista Motricidade. O Estudo 2, por não ter ainda uma revista definida para submissão, segue as recomendações da MDT (2010), assim como o restante da presente dissertação. Por fim, são descritas a conclusão geral do trabalho e as referências bibliográficas utilizadas na parte introdutória.

Resumo

A capacidade de reagir rapidamente frente a estímulos inesperados, denominada tempo de reação (TR), assume importância crucial em atividades profissionais como a de militares. Fatores como a capacidade de atenção, memória e inteligência podem influenciar no tempo de reação. Nesse sentido, para a avaliação da velocidade de reação em situações mais específicas, faz-se necessário a criação de instrumentos fidedignos que possibilitem a realização de tarefas adequadas ao contexto em que os sujeitos estão inseridos. Desse modo, o objetivo deste estudo foi criar e validar um instrumento para avaliar o tempo de reação de profissionais militares na tarefa de tiro e analisar as variáveis cognitivas associadas a esta capacidade. Para tanto, a pesquisa foi dividida em dois estudos. Inicialmente, o Estudo 1 objetivou criar, validar e verificar a fidedignidade de um instrumento simulador de tiro para avaliação do tempo de reação. Participaram 90 militares da Base Aérea de Santa Maria, do sexo masculino divididos em três grupos: G1 (entre 18 e 29 anos); G2 (entre 30 e 39 anos) e G3 (entre 40 e 50 anos). A criação do instrumento consistiu no desenvolvimento de um *software* com a utilização de uma pistola eletrônica para a realização de dois testes na tarefa de tiro: tempo de reação simples e tempo de reação de escolha, realizados em dois dias com intervalo de 24 horas. Para a determinação da validade utilizou-se um teste t para amostras pareadas e diagramas de Bland-Altman para a aplicação do método de *gold standard.* Para a fidedignidade utilizou-se o coeficiente de correlação intraclasse. Os resultados da validade concorrente foram satisfatórios para todos os grupos. Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois instrumentos e foi evidenciada boa concordância por meio dos diagramas de Bland-Altman. Para a fidedignidade nos três grupos os resultados foram significativos ($p<0,05$), dentro dos valores de referência (CCI>0,70) em ambos os testes, o que é considerado satisfatório para comprovar a fidedignidade de um instrumento. Em um segundo momento, foi desenvolvido o Estudo 2 que objetivou explorar a relação existente entre a velocidade de reação motora, a inteligência, a memória e a atenção em uma amostra de policiais militares, a fim de identificar o principal contribuinte para as diferenças individuais no desempenho relacionado a exigências de velocidade de processamento de informações. A amostra foi composta por 66 militares do sexo masculino, com idade média de 37,15 ± 8,59 anos, integrantes do policiamento ostensivo do 1° Regimento de Policia Montada (RPMOM) da cidade de Santa Maria, avaliados quanto à velocidade de reação, atenção, memória e inteligência. Os resultados demonstraram correlações significativas entre a velocidade de reação, a atenção concentrada ($r=-0,32$ a $r=-0,46$) e a memória ($r=-0,25$). Também foi encontrada correlação entre memória e inteligência ($r=0,47$). Os modelos finais de regressão múltipla *Stepwise/Backward* revelaram apenas a atenção como um previsor significativo (β entre -0,32 e 0,46; $p<0,05$) da velocidade de reação. Em suma, pode-se inferir que a utilização do instrumento proposto poderá possibilitar um meio viável e de baixo custo para a avaliação e manutenção da capacidade de reação motora em contextos militares, levando em consideração as relações encontradas com as habilidades cognitivas, principalmente a capacidade atencional, como preditora da velocidade de reação. Ressalta-se a importância de estudos exploratórios que possam desvendar a relação existente entre estas variáveis, e sugerir estratégias de aprimoramento cognitivo que possam auxiliar na eficácia do processamento de informações, bem como na tomada de decisões que antecedem as ações motoras.

Palavras-chave: Tempo de Reação; Atenção; Memória; Inteligência; Polícia.

Sumário

1 INTRODUÇÃO..... 05
2 METODOLOGIA..... 09
2.1 Participantes..... 09
2.2 Procedimentos..... 10
2.3 Instrumentos..... 10
2.3.1 Velocidade de Reação..... 10
2.3.2 Avaliação Cognitiva..... 11
2.4 Tratamento Estatístico..... 11
3 ESTUDO 1 – CRIAÇÃO, VALIDAÇÃO E FIDEDIGNIDADE DE UM INSTRUMENTO SIMULADOR DE TIRO PARA AVALIAÇÃO DO TEMPO DE REAÇÃO..... 13
Resumo..... 13
Abstract..... 13
Introdução..... 14
Método..... 15
Resultados..... 21
Discussão..... 24
Conclusão..... 26
Referências..... 26
4 ESTUDO 2 - RELAÇÕES ENTRE VELOCIDADE DE REAÇÃO, ATENÇÃO, MEMÓRIA E INTELIGÊNCIA EM POLICIAIS MILITARES..... 30
Resumo..... 30
Abstract..... 31
Introdução..... 31
Método..... 33
Resultados..... 35
Discussão..... 38
Conclusão..... 41
Referências..... 42
5 CONCLUSÃO GERAL..... 46
REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS..... 47

Introdução

O processamento de informações ocorre a partir de estímulos que são recebidos de vários órgãos dos sentidos, processados em estágios e produzidos como movimento (SCHMIDT e WRISBERG, 2010). Investigações em torno desta temática são importantes para a compreensão de como o sistema nervoso identifica informações relevantes presentes no meio ambiente e seleciona as ações motoras mais adequadas para a resposta (ARAÚJO e CARREIRO, 2009; MORALES et al, 2011). No quadro da teoria do processamento de informação, um dos métodos consolidados de avaliação envolve a mensuração da velocidade de reação ou tempo de reação (TR) (RIBEIRO e ALMEIDA, 2005), definido como o intervalo de tempo decorrente desde a apresentação de um estímulo até o início de uma resposta (SPIRDUSO, 2005; SCHIMIDT e WRISBERG, 2010; MAGILL, 2011).

Como um indicador da velocidade de processamento da informação, o TR representa o nível de coordenação neuromuscular, no qual os estímulos visuais, auditivos ou táteis são decodificados pelo corpo através de diferentes processos físico-químicos e mecânicos, os quais transitam através de vias aferentes e chegam ao sistema nervoso central como estímulos sensoriais (SPIRDUSO, 2005; SCHMIDT e WRISBERG, 2010; MAGILL, 2011). De acordo com o número de estímulos, o TR é definido como tempo de reação simples (TRS), quando apenas um estímulo é apresentado para uma única resposta possível ou tempo de reação de escolha (TRE) quando dois ou mais estímulos são apresentados, sendo necessário identificá-los e selecionar a resposta mais adequada para cada, dentre as várias alternativas possíveis (SCHMIDT e WRISBERG, 2010; MAGILL, 2011).

A velocidade de reação motora é uma medida bastante utilizada em pesquisas e, por ser extremamente rápida, a realização de estudos com esta variável exige a utilização de *softwares* específicos para o registro do tempo decorrente entre a apresentação de estímulos e o início dos movimentos (PEREIRA et al, 2009). Diversos instrumentos já foram desenvolvidos para a avaliação do TR com a utilização de diferentes estímulos, principalmente, visuais e auditivos, em tarefas simples e complexas, dentre as quais destacam-se as tarefas manuais, como apertar um botão do *mouse* ou teclas de um teclado em um computador. Pereira, Dias e Corazza (2007) desenvolveram um *software* para avaliar o TRS e o TRE a partir de um estímulo visual. A tarefa principal consiste em pressionar e soltar os botões de um *mouse*, o mais rápido possível, a partir da visualização de um círculo colorido

que surge na tela do computador. Na tarefa de TRS é apresentado um único círculo verde, a partir do qual deve-se soltar o botão esquerdo do *mouse* e na tarefa de TRE são apresentados, de forma aleatória, um círculo verde e um azul, os quais representam o botão esquerdo e o botão direito do mouse, respectivamente. Cada tarefa consiste em vinte respostas das quais obtém-se a média do TR em milésimos de segundos.

Em outro contexto, Capovilla, Capovilla e Macedo (1998) criaram o *software* CronoFonos que registra a locução e permite analisar seus parâmetros temporais, como o tempo de reação, duração e frequência de segmentação. O *software* consiste numa prova de leitura em voz alta de itens psicolingüísticos variados, escritos em letra preta com fonte e tamanho customizáveis. Registra a pronúncia do leitor em um arquivo de som e fornece medidas articulatórias diretas do processamento de informação envolvido na leitura.

Outro instrumento relacionado consiste de uma bateria de testes neurocognitivos computadorizados (The Automated Neuropsychological Assessment Metric – ANAM) desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisas do Exército dos Estados Unidos para avaliação de militares em diversas funções cognitivas, dentre as quais, o tempo de reação simples e processual (escolha). As tarefas envolvem a apresentação de estímulos visuais representados por uma série de símbolos e/ou números na tela de um computador e sequentes respostas manuais ao pressionar as teclas correspondentes pré-determinadas do teclado (PETRA e VALERIE, 2012).

Conforme exposto, tarefas cognitivas e motoras têm sido utilizadas em diversos contextos, entretanto, para a avaliação da velocidade de reação em situações mais específicas, faz-se necessário a criação de instrumentos válidos e fidedignos que possibilitem a realização de tarefas adequadas ao contexto em que os sujeitos estão inseridos. A validade de um teste começa no momento em que se pensa em construí-lo e subsiste durante todo o processo de elaboração, aplicação, correção e interpretação dos resultados. De acordo com os objetivos propostos, é possível selecionar o tipo de processo que mais de adéqua para a determinação da validade de um instrumento (RAYMUNDO, 2004). Nesse sentido, a validade de conteúdo se refere ao grau em que a medição representa o conceito que se pretende medir. A validade de critério (concorrente) estabelece a validade de um instrumento de medição comparando-o com um critério externo padrão. Já a validade de constructo mostra em que grau os escores do teste medem um constructo hipotético buscando responder em que medida a definição operacional de um conceito de fato reflete seu verdadeiro significado teórico (MARTINS, 2006; THOMAS, NELSON e SILVERMAN, 2007).

É comum apresentar-se a validade de um instrumento como seu primeiro requisito, mas é extremamente importante que se faça também a análise da fidedignidade, uma vez que, para ser válida, uma medida deve também ser confiável (MARTINS, 2006). A fidedignidade é parte integral da validade e se refere à consistência ou a repetibilidade de uma medida. Se um teste não for consistente, ou seja, se suas repetições não produzirem os mesmo resultados, ele não será confiável (THOMAS, NELSON e SILVERMAN, 2007). Dentre os métodos para estabelecer a fidedignidade de um instrumento, destaca-se o procedimento de teste e reteste, no qual o instrumento de medida é aplicado duas vezes ao mesmo grupo de pessoas depois de um período de tempo entre as aplicações (RAYMUNDO, 2004; MARTINS, 2006). A partir desses pressupostos, é possível obter dados mais precisos ao considerar as exigências específicas do contexto de cada população, procurando reproduzir as características fundamentais de sua demanda para que os resultados sejam o mais próximo possível da realidade.

Nesse contexto, como uma ferramenta para avaliar a velocidade e eficácia da tomada de decisão dos indivíduos (LIMA et al, 2011), o tempo de reação motora tem sido foco de diferentes pesquisas (RIBEIRO e ALMEIDA, 2005; COSER et al, 2008; ARAÚJO e CARREIRO, 2009; FONSECA et al, 2010; ROSSATO et al, 2011; CARREIRO et a, 2012) que buscam investigar sua relação com determinadas variáveis cognitivas, dentre as quais destacam-se a atenção, a memória e a inteligência.

Em relação à capacidade atencional, Araújo e Carreiro (2009) encontraram, em uma amostra de 43 adultos, TR significativamente maiores em indivíduos com maior número de indicativos de desatenção e hiperatividade. Em tarefas de tempo de reação, a atenção é um importante fator a ser considerado, uma vez que envolve a capacidade do indivíduo de responder a determinados aspectos do ambiente com a utilização de recursos cognitivos para emitir respostas rápidas e adequadas mediante estímulos que julgue relevantes à tarefa desempenhada (MONTIEL et al, 2006; LIMA et al, 2009). Uma das classificações da atenção refere-se à atenção concentrada que envolve a capacidade de focalizar um estímulo ou manter a vigilância em um único objeto, mesmo quando há a presença de outros fatores distratores, tais como, movimentos e demais estímulos presentes no meio ambiente (FERNANDES e RUEDA, 2007; RUEDA e CASTRO, 2010).

Outro fator, também relacionado a medidas de TR, é a memória. McElree (2011) afirma que o TR é também determinado pela força ou probabilidade de acessos a representações da memória. Segundo Ribeiro e Almeida (2005), uma das explicações para esta relação encontra-se na teoria da capacidade limitada da memória a curto prazo, uma vez

que, a realização de tarefas, principalmente as mais complexas, exige que os sujeitos retenham e processem a informação em termos de memória de trabalho. Nesse caso, a velocidade com que a informação é processada na memória de trabalho é fundamental para o resultado final da execução da tarefa (RIBEIRO e ALMEIDA, 2005). Com esta perspectiva, na qual as tarefas cognitivas são executadas na memória de trabalho, um subsistema da memória a curto prazo, entende-se que a velocidade com que são executadas pode constituir, então, um fator decisivo para explicar as diferenças de realização dos sujeitos. Estes aspectos da memória de trabalho ilustram como a velocidade e a eficiência com que são executados os componentes de uma tarefa são fundamentais na sua resolução (RIBEIRO e ALMEIDA, 2005b).

A inteligência é outra variável foco de pesquisas que buscam sua associação com o tempo de reação. Estudos (RIBEIRO e ALMEIDA, 2005; MORALES et al, 2009) foram realizados buscando verificar em que medida sujeitos mais e menos capazes do ponto de vista intelectual se diferenciam nos tempos gastos na realização de tarefas, sobretudo com trabalhos laboratoriais em torno das tarefas simples e complexas de reação. Os resultados destas pesquisas confirmam que sujeitos mais hábeis do ponto de vista cognitivo realmente realizam tarefas de forma mais rápida e eficiente, ou seja, níveis superiores de inteligência podem tornar o sujeito mais hábil no uso de estratégias eficazes para lidar com o processamento de informação. Apesar destes resultados, a relação entre a complexidade das tarefas e a inteligência não demonstra ser linear. Nesse caso, parece haver um nível ótimo de complexidade no qual tarefas muito simples representam mais processos sensório motores do que processos cognitivos de tratamento de informação e, por outro lado, em tarefas muito complexas estariam presentes outros fatores, como as estratégias metacognitivas que podem influenciar na velocidade de processamento da informação (RIBEIRO e ALMEIDA, 2005b).

Nesse contexto, faz-se necessário ressaltar ainda, a importância do estudo da velocidade de detecção de estímulos em situações cotidianas e atividades profissionais que exijam respostas rápidas associadas a requisições das capacidades cognitivas. Dentre outras situações, nota-se essa exigência, de forma evidente, no campo da segurança pública, no qual policiais militares em ação precisam tomar decisões importantes, como disparar ou não um tiro, em frações de tempo muito ínfimas, o que demonstra a necessidade de estarem preparados para reagirem corretamente frente a situações inesperadas o mais rápido possível (SANTOS e FERNANDES FILHO, 2007).

Assim sendo, é importante que o treinamento do policial militar seja o mais próximo possível da realidade de um confronto armado, levando em consideração a alteração do estado

emocional, a dificuldade de definições de imagens claras e objetivas, lapsos de audição, a dificuldade de raciocínio rápido e dificuldades de movimento (CAMPOS, 2008). Além disso, é essencial que o policial esteja em perfeito estado de saúde, tanto física, quanto mental, uma vez que o sucesso em operações militares se baseia igualmente sobre a capacidade cognitiva do indivíduo (DUTRA e BARBOSA, 2009; GRIER, 2012).

A eficiência da tomada de decisão, o desempenho psicomotor e o estado cognitivo são elementos críticos do desempenho na ação militar (FRIEDL ET AL, 2007). Assim, avaliações motoras e cognitivas com instrumentos e métodos rigorosamente determinados são essenciais para a seleção e monitoramento do desempenho de militares ativos. Do mesmo modo, pesquisas desenvolvidas nesse contexto poderão ainda contribuir para o avanço tecnológico aplicado ao treinamento e operações militares (FRIEDL ET AL, 2007; GRIER, 2012). Em vista disso, este estudo objetivou, em um primeiro momento, criar, validar e verificar a fidedignidade de um instrumento simulador de tiro para avaliação do tempo de reação. Em um segundo momento, objetivou-se investigar as associações entre a velocidade de reação e algumas variáveis cognitivas (atenção, memória e inteligência) em policiais militares a fim de identificar o principal contribuinte para as diferenças individuais no desempenho relacionado a exigências de velocidade de processamento de informações. .

Metodologia

2.1 Participantes

O estudo foi realizado com militares da Base Aérea de Santa Maria (BASM) e do 1º Regimento de Polícia Montada (RPMOM) da cidade de Santa Maria – RS. Foram incluídos militares apenas do sexo masculino, com idades entre 18 e 50 anos que relataram não possuir doenças ou limitações físicas ou mentais que impedissem a realização dos testes.

2.2 Procedimentos

O estudo obedeceu às normas e critérios exigidos pela lei 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – CNS. O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, e aprovado sob o protocolo n° 16764113.5.0000.5346. Todos os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As avaliações ocorreram nas dependências da BASM e do RPMOM durante o horário de serviço dos militares. Em um primeiro momento as avaliações foram feitas na BASM, com o objetivo de estabelecer a validade e a fidedignidade do instrumento de tempo de reação. A fidedignidade foi testada por meio do procedimento de teste e reteste com um intervalo de 24 horas. Posteriormente foram realizas no RPMOM as avaliações do TR e das variáveis cognitivas associadas (atenção, memória e inteligência). Os testes foram aplicados em uma única sessão com o auxílio de profissionais da área da Psicologia.

2.3 Instrumentos

2.3.1 Velocidade de reação:

Para a mensuração do TR foi utilizado um *software* específico criado para avaliação na tarefa de tiro. O *software* avalia os tempos de reação simples (TRS) e de escolha (TRE) a partir de um estímulo visual e a reação do movimento do membro superior, calculando assim o tempo entre o estímulo e o início do movimento. Na tarefa de TRS utiliza-se apenas o gatilho da pistola que é acionado com o dedo indicador da mão de preferência. É apresentado na tela um único estímulo representado pela imagem de um bandido, de modo que, ao visualizar o estímulo, o indivíduo deve apertar o gatilho o mais rápido possível. Na tarefa de TRE utilizam-se dois botões: o gatilho e um botão abaixo do gatilho da pistola. São apresentados na tela, de forma aleatória, a imagem do bandido ou da vítima. Ao visualizar a imagem do bandido o indivíduo deverá apertar o gatilho, já quando visualizar a imagem da vítima o indivíduo deverá apertar o botão que fica abaixo do gatilho da pistola. Para o desenvolvimento desta tarefa o indivíduo é orientado a posicionar o dedo indicador de uma mão (de sua preferência) no gatilho e o da outra mão no botão abaixo do gatilho.

2.3.2 Avaliação cognitiva:

Para a avaliação da inteligência foi utilizado o Teste Matrizes Progressivas de Raven (RAVEN, 2008), que consiste em matrizes de figuras com um padrão lógico entre elas, nas quais o objetivo é identificar qual a opção que preenche o espaço em branco da figura principal. Cada item é cotado com um ponto se for respondido corretamente e com zero ponto se a resposta dada estiver incorreta. A pontuação máxima corresponde a 60 pontos.

A atenção foi avaliada por meio do Teste de Atenção Concentrada d2 (BRICKENKAMP, 2000), que avalia a atenção concentrada visual e, em sentido mais amplo, a capacidade de concentração. O teste é composto por sinais distribuídos em 14 linhas, dos quais devem ser marcados apenas os pré-determinados que estão misturados aos outros em cada linha. O indivíduo terá 20s para marcar em cada linha o máximo de sinais iguais possível. Os valores obtidos em cada uma das 14 linhas são apurados e posteriormente somam-se estes resultados obtendo-se o escore bruto.

Para a avaliação da memória foi utilizado o Teste Pictórico de Memória – TEPIC-M (RUEDA e SISTO, 2007), que avalia a capacidade do indivíduo de recuperar uma informação num curto período de tempo. O teste é composto por uma figura com vários desenhos e detalhes. Para responder o teste o sujeito deve visualizar a figura durante um minuto e, em seguida, deve lembrar a maior quantidade de desenhos e detalhes possíveis e escrevê-los na folha de resposta do teste. A pontuação pode variar de 0 a 55, sendo que é atribuído 1 ponto para cada item lembrado pelo indivíduo.

2.4 Tratamento Estatístico

Inicialmente foi realizada a análise da distribuição dos dados por meio do Teste de Kolmogorov-Smirnov.

Para estabelecer a validade do instrumento de tempo de reação utilizou-se o método de *gold standard*. Inicialmente foi efetuado um teste t para amostras pareadas, para a comparação dos valores médios entre os dois instrumentos, e por fim foram produzidos os gráficos de Bland-Altman (BLAND & ALTMAN, 1986), para a análise da concordância entre as duas medições. Para a análise da fidedignidade foi utilizado o teste de correlação intraclasse (ANOVA) (BARROS et al, p. 242, 2012).

Para a análise das associações entre o TR e as variáveis cognitivas utilizou-se a correlação de Pearson e a análise de regressão linear múltipla, com o método *Backward,* de acordo com os procedimentos propostos por Field (2009). Foi utilizado o pacote Estatístico SPSS, versão 14.0, com nível de significância de 5%.

Estudo 1

Criação, validação e fidedignidade de um instrumento simulador de tiro para avaliação do tempo de reação.

Creation, validation and reliability of a simulator shooting instrument for evaluation of reaction time.

Resumo

O objetivo deste estudo foi criar, validar e verificar a fidedignidade de um instrumento simulador de tiro para avaliação do tempo de reação. Participaram 90 militares da Base Aérea de Santa Maria. A criação do instrumento consistiu no desenvolvimento de um *software* com a utilização de uma pistola eletrônica para a realização de dois testes na tarefa de tiro: tempo de reação simples e tempo de reação de escolha, realizados em dois dias com intervalo de 24 horas. Os resultados da validade concorrente foram satisfatórios para todos os grupos, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois instrumentos e foi evidenciada boa concordância por meio dos diagramas de Bland-Altman. Para a fidedignidade, nos três grupos os resultados foram significativos ($p<0,05$), dentro dos valores de referência (CCI>0,70) em ambos os testes, o que é considerado satisfatório para comprovar a fidedignidade de um instrumento. O instrumento criado poderá ser utilizado para fins de pesquisa científica, buscando avaliar indivíduos em seus contextos específicos com resultados o mais próximo possível da realidade, ou ainda, para fins de treinamento militar como uma ferramenta simples e de baixo de custo envolvendo velocidade, precisão e tomada de decisão em tarefas de tiro.

Palavras-chave: *Software*; Tempo de Reação; Militares.

Abstract

The aim of this study was to create, validate and check the reliability of a shooting simulator tool for reaction time evaluation. Attended 90 Military from Santa Maria Air Base. The instrument creation was developed with the help of a software connected to an eletronic pistol

to conduct two motor tests in the shooting task: simple reaction time and choice reaction time, carried out conducted over two days with a 24 hour interval. The results of the concurrent validity were satisfactory for all groups. No significant differences were found between the two instruments and good agreement was observed through Bland-Altman' diagrams. The reliability results for the three groups were significant ($p < 0.05$) within the values references (ICC> 0.70) in both tests, which is satisfactory to prove an instrument reliability. The instrument created can be used for scientific research, seeking to evaluate individuals in their specific contexts so that the results are as close to reality as possible, or for the purpose of military training as a simple and low-cost tool involving speed, accuracy and decision-making in shooting tasks.

Keywords: Software, Reaction Time, Military.

Introdução

O tempo de reação motora é uma medida bastante utilizada em pesquisas como um indicador do desempenho sensório-motor (Morales et al., 2009) por meio da análise dos tempos despendidos pelos sujeitos na realização de tarefas (Ribeiro & Almeida, 2005). Pesquisadores têm investigado o tempo de reação em diversas populações, como crianças (Lima, Oliveira, Sinésio & Vieira, 2011), adultos (Pereira, Teixeira, Villis & Corazza, 2009; Rossini & Galera, 2007), idosos (Côrtes, Gama & Dias, 2007; Corazza et al., 2013) e populações especiais (Silva, Pereira, Deprá & Gorla, 2012).

O tempo de reação (TR) representa o intervalo de tempo entre a apresentação de um estímulo e o início de uma resposta (Schmidt & Wrisberg, 2010). Nesse sentido, pode ser simples (TRS) quando há a presença de um único estímulo a ser respondido com apenas uma única resposta possível ou de escolha (TRE) quando há dois ou mais estímulos a serem respondidos com a resposta mais adequada dentre as várias alternativas possíveis (Schmidt & Wrisberg, 2010).

Em termos gerais, o TR varia de acordo com o gênero, a idade e a complexidade da tarefa. Homens em geral são mais rápidos que mulheres (Morales et al., 2009), com o desempenho máximo nesta variável sendo alcançado na idade adulta entre 20 e 30 anos e reduzido posteriormente (Lima et al., 2011).

Uma vez que o tempo de reação é extremamente rápido, a realização de pesquisas com esta variável exige a utilização de *softwares* específicos para o registro do tempo decorrente entre a apresentação de estímulos e o início dos movimentos (Pereira et al., 2009). Ao longo do tempo, diferentes instrumentos (Capovilla, Capovilla & Macedo, 1998; Corazza, Pereira & Dias, 2007; Petra & Valerie, 2012) foram desenvolvidos para a avaliação do TR com a utilização de diferentes estímulos, principalmente, visuais e auditivos, em tarefas simples e complexas, dentre as quais destacam-se as tarefas manuais, como apertar um botão do *mouse* ou teclas de um teclado em um computador.

As tarefas manuais têm sido utilizadas em diversos contextos, entretanto, para a avaliação da velocidade de reação em situações mais específicas, faz-se necessário a criação de instrumentos fidedignos que possibilitem a realização de tarefas adequadas ao contexto em que os sujeitos estão inseridos. Nesse sentido, em situações que exigem habilidades específicas, como no caso de profissões que envolvem a utilização de armas de fogo, é conveniente que a avaliação seja o mais próximo possível de sua realidade. No caso de profissionais militares, por exemplo, a destreza requerida para alcançar a eficiência no tiro é adquirida por intermédio da aprendizagem dos fundamentos de tiro (Dias, Dantas, Moreira & Silva, 2005) em atividades que exigem o direcionamento da atenção para objetos ou eventos importantes dentro de uma cena em tempo real (Vickers & Lewinski, 2012).

Sob esse aspecto, é importante que o instrumento de avaliação possa simular, mesmo que de forma simplificada, as variáveis componentes da realidade que reproduzam as características fundamentais do sistema real, o que tornará a avaliação mais precisa e fidedigna. Em vista disso, o objetivo deste estudo foi criar, validar e estabelecer a fidedignidade de um instrumento simulador de tiro para avaliação do tempo de reação.

Método

O estudo obedeceu às normas e critérios exigidos pela lei 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – CNS. O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, e aprovado sob o protocolo n° 16764113.5.0000.5346. Todos os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Participantes e Procedimentos

O grupo foi selecionado intencionalmente, composto por militares (n=90) do sexo masculino, com idades entre 18 e 50 anos pertencentes aos Batalhões de Infantaria e de Polícia Aérea da Base Aérea de Santa Maria (BASM). Adotaram-se como critérios de inclusão estar na faixa etária pré-determinada, realizar as mesmas atividades de tiro em relação à frequência e tipo de treinamento e não possuir diagnósticos relatados de doenças ou limitações físicas ou mentais que impedissem a realização dos testes.

Todos os militares participantes do estudo realizavam o mesmo treinamento desenvolvido pela BASM com frequência de seis em seis meses. As atividades de treinamento envolvem o tiro livre, no qual o indivíduo posiciona-se a uma determinada distância de um alvo central com um total de dez disparos de arma; e o tiro de defesa instantâneo, no qual são apresentados alvos na cor preta, representando o inimigo e alvos na cor branca representando a ausência de perigo, em que o indivíduo deve disparar tiros apenas nos alvos pretos. O posicionamento dos militares para essas atividades pode ser em pé, sentados ou agachados.

As avaliações ocorreram nas dependências da BASM em horário de serviço. Antes do início da coleta dos dados todos os participantes foram informados e esclarecidos a respeito dos objetivos e procedimentos adotados na pesquisa e responderam uma anamnese com dados de identificação. Em seguida foi realizada uma entrevista a respeito de possíveis variáveis que pudessem influenciar na realização dos testes, como a sonolência ou qualidade do sono na noite anterior, a sensação de cansaço, ingestão de bebida alcoólica, cafeína e a prática de atividades físicas (Figura 1). Após foram realizados os testes de TRS e TRE. Esses procedimentos foram realizados em dois dias de avaliação (teste e reteste), com um intervalo de 24 horas.

Os sujeitos foram divididos em três grupos (n=30 em cada), de acordo com a faixa etária: G1 (entre 18 e 29 anos); G2 (entre 30 e 39 anos) e G3 (entre 40 e 50 anos).

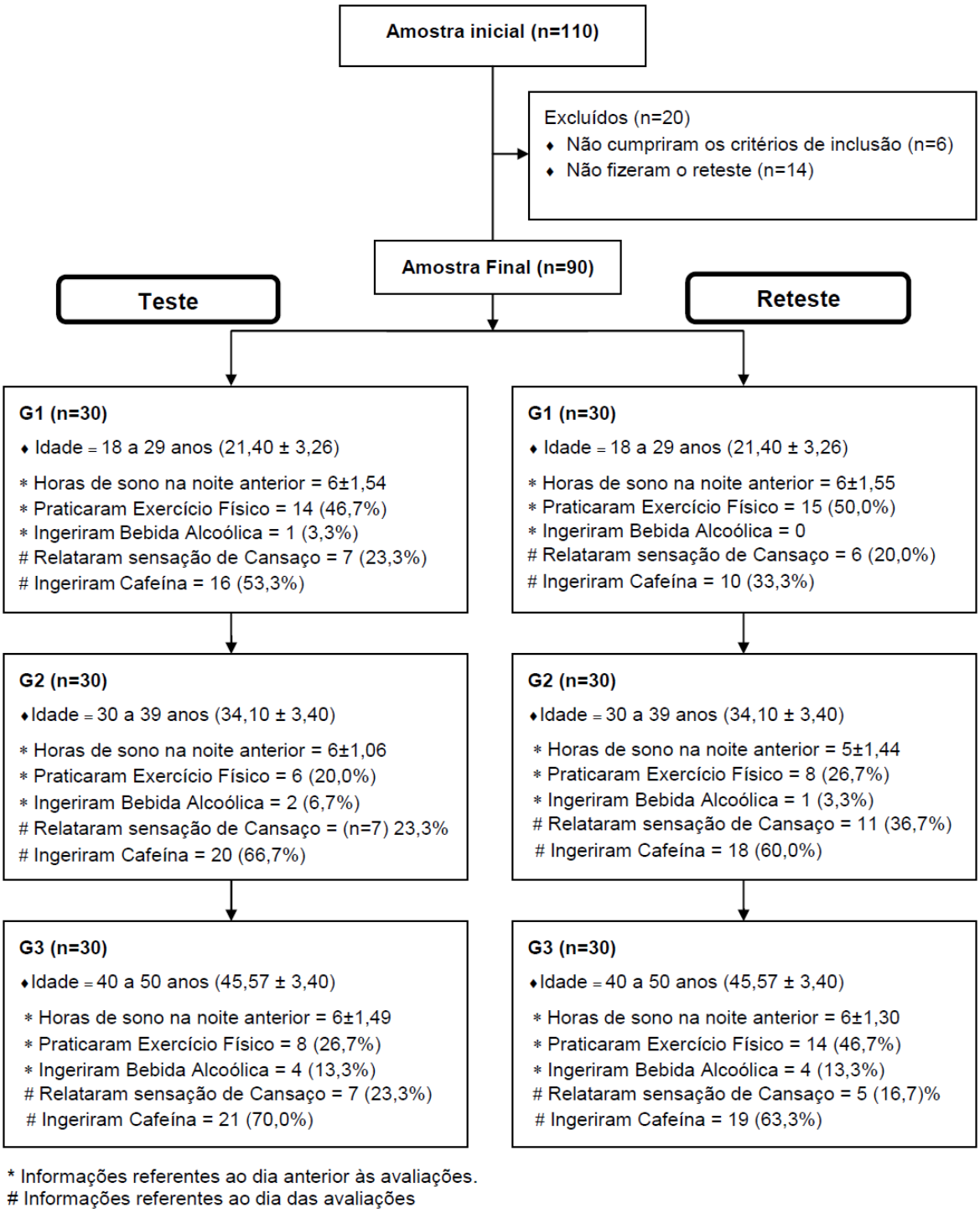

Figura 1: Caracterização da amostra

Construção do instrumento

O teste de tempo de reação na tarefa de tiro (TRTT) é constituído por um *software* com a utilização de uma pistola eletrônica sem fio da marca RF Top Gun compatível com

Windows Vista (32bit), XP (32bit) e com todos os tipos de telas (monitores CRT / LCD / Plasma / Projetores). O *software*, construído na plataforma Java SE 7, independente de plataforma, é composto por duas tarefas (TRS e TRE) com a utilização de imagens que são projetadas na tela de um computador como estímulos ao indivíduo em avaliação. As tarefas principais consistem em atirar (apertar o gatilho) o mais rápido possível e selecionar a resposta mais adequada de acordo com o estímulo apresentado. Para a elaboração das imagens utilizadas no *software* foram contratados atores e os direitos de imagem foram cedidos em contrato. De acordo com o teste, o estímulo é representado pela imagem de um sujeito caracterizado como um criminoso, vestido de preto, ou a imagem de uma vítima, vestida de branco (Figura 2). Os estímulos são apresentados vinte vezes para cada tarefa, de forma aleatória, com o tempo mínimo de 100 milésimos de segundos.

Para a realização dos testes é necessário uma sala fechada para que a pistola não sofra interferências com as condições de luminosidade. Para o início, o indivíduo em avalição posiciona-se sentado a uma distância de 2 metros da tela do computador. O teste tem início já com o indivíduo em posição de tiro (os dois braços à frente e empunhadura com ambas as mãos) com a pistola apontando na direção do alvo localizado na tela do computador (Figura 2). É exigido o mínimo de movimentação corporal, uma vez que o tempo de reação não envolve a realização de movimentos, mas sim o início da resposta apenas.

Figura 2: Posicionamento para realização do teste e representação das imagens utilizadas como estímulos nas tarefas de TRS e TRE.

Ao final de cada tarefa o *software* gera a média do tempo, em milésimos de segundos, a partir das 10 tentativas centrais (são excluídos os 5 piores e os 5 melhores tempos) e ainda, o número de erros por antecipação ou erros ao alvo e erros de resposta. Após o cálculo das médias, é descontado um tempo de 84 milésimos de segundos resultante da média do erro de transmissão entre o tempo de saída do estímulo da pistola e a chegada da resposta na tela do computador, considerando a condição *Wireless* da pistola eletrônica.

As duas tarefas são descritas abaixo:

Tarefa 1: Tempo de reação simples

Nesta tarefa utiliza-se apenas o gatilho da pistola que é acionado com o dedo indicador da mão de preferência. É apresentado na tela um único estímulo representado pela imagem de um criminoso, de modo que, ao visualizar o estímulo, o indivíduo deve apertar o gatilho o mais rápido possível. É gerada a média do TRS e o número de erros por antecipação.

Tarefa 2: Tempo de reação de escolha

Nesta tarefa utilizam-se dois botões (o gatilho e um botão abaixo do gatilho da pistola). São apresentados na tela, de forma aleatória, a imagem do bandido ou da vítima. Ao visualizar a imagem do bandido o indivíduo deverá apertar o gatilho, já quando visualizar a imagem da vítima o indivíduo deverá apertar o botão que fica abaixo do gatilho da pistola. Para o desenvolvimento desta tarefa o indivíduo é orientado a posicionar o dedo indicador de uma mão (de sua preferência) no gatilho e o da outra mão no botão abaixo do gatilho. O software calcula o TRE e gera o número de erros de resposta e erros por antecipação ou tiros fora do alvo.

Análise Estatística

Os dados foram analisados no programa SPSS versão 14.0 para *Windows* com nível de significância de 5%. Para a descrição da amostra utilizou-se a estatística descritiva (média, desvio padrão e frequência percentual). A normalidade das variáveis foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para a análise da validade do instrumento utilizou-se um teste t para amostras pareadas e diagramas de Bland-Altman para a aplicação do método de *gold standard* (Bland & Altman, 1986). Utilizou-se o coeficiente de correlação intraclasse para testar a

fidedignidade do instrumento, considerando como valores adequados CCI > 0,70 (Barros, Reis, Hallal, Florindo & Júnior, 2012).

Análise da Validade Concorrente e Fidedignidade

Para estabelecer a validade do TRTT utilizou-se o método de *gold standard* (Bland & Altman, 1986). O nível de validade concorrente foi determinado comparando as medidas obtidas no teste de tempo de reação criado e validado por Pereira et al. (2007), utilizado como critério de referência e as medidas do novo instrumento proposto. Inicialmente foi efetuado um teste t para amostras pareadas, para a comparação dos valores médios entre os dois instrumentos, e por fim foram produzidos os diagramas de Bland-Altman, para a análise da concordância entre as duas medições (Barros, Reis, Hallal, Florindo & Júnior, 2012).

A fidedignidade foi investigada por meio da estabilidade temporal das medidas (reprodutibilidade teste e reteste). Para tanto foram realizadas testagens das tarefas de TRS e TRE em dois dias, com um intervalo de 24 horas entre cada avaliação. Para os procedimentos de teste e reteste foram controladas as condições ambientais, sendo ambas as avaliações realizadas no período da manhã e no mesmo local, em uma sala fechada com temperatura de 28 °C.

Para a análise da reprodutibilidade do instrumento utilizou-se o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) baseado nos parâmetros da ANOVA medidas repetidas (Barros et al., 2012), conforme apresentado a seguir:

$$CCI = \frac{(MQs - MQe)}{MQs}$$

em que MQs = média dos quadrados para os sujeitos

MQe = média dos quadrados para o erro

Resultados

Foram analisados 90 indivíduos divididos em três grupos (n=30 em cada grupo) de acordo com a faixa etária: G1 (entre 18 e 29 anos); G2 (entre 30 e 39 anos) e G3 (entre 40 e 50 anos). A análise da distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk demonstrou normalidade em todos os grupos ($p > .05$).

Em relação à validade concorrente, conforme exposto na tabela 1, para os três grupos avaliados não foram encontradas diferenças significativas ($p < .05$) entre os dois testes nas tarefas de TRS e TRE.

Tabela 1: Análise de validade concorrente (teste t para amostras pareadas) e valores descritivos referentes ao TRS e TRE (milésimos de segundos) para o teste de referência e o TRTT.

Grupos	Teste	Mínimo - Máximo	Média ± DP	t	p
G1	TRS1	229 - 408	310.63 ± 40.544	.300	.766
	TRS2	233 - 368	308.03 ± 33.627		
	TRE1	331 - 637	491.70 ± 78.488	1.209	.236
	TRE2	404 - 554	474.97 ± 41.001		
G2	TRS1	219 - 370	306.00 ± 38.005	.188	.853
	TRS2	204 - 405	304.27 ± 46.334		
	TRE1	411 - 589	511.57 ± 48.975	.689	.496
	TRE2	426 - 599	507.00 ± 45.626		
G3	TRS1	212 - 473	336.40 ± 57.146	1.659	.108
	TRS2	265 - 447	315.73 ± 43.831		
	TRE1	437 - 651	541.33 ± 60.439	1.783	.085
	TRE2	428 - 629	526.03 ± 54.546		

Nota: 1: teste de referência e 2: TRTT; DP: desvio padrão.

Os resultados da análise de concordância entre os instrumentos, para os três grupos, encontram-se nas figuras 3 e 4. É possível observar que houve concordância entre os instrumentos tanto na tarefa de TRS quanto na de TRE, o que demonstra a validade do TRTT em todos os grupos avaliados.

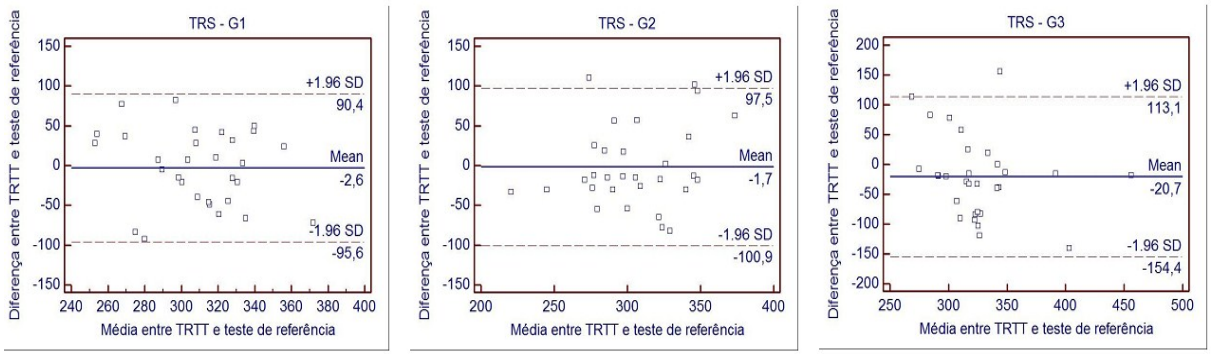

Figura 3: Validade do TRTT em relação ao teste de referência para o TRS.

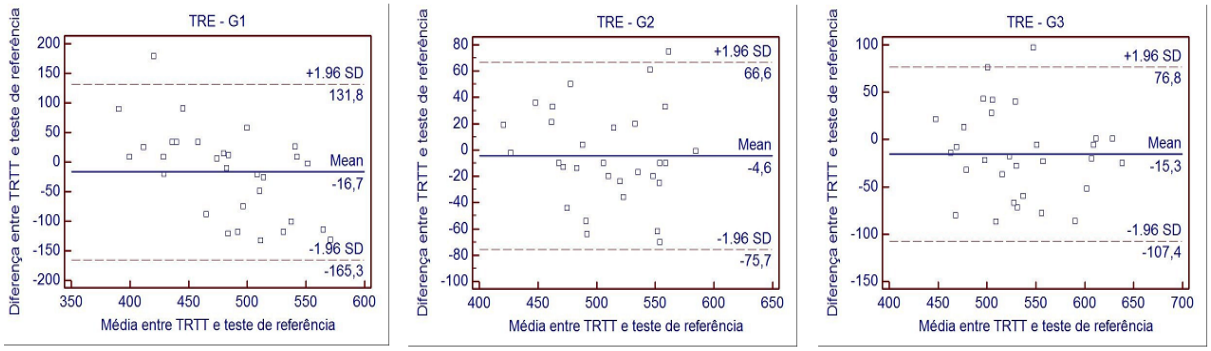

Figura 4: Validade do TRTT em relação ao teste de referência para o TRE.

Os resultados referentes à fidedignidade do instrumento por meio do procedimento de teste e reteste encontram-se na tabela 2.

Tabela 2: Análise de fidedignidade do TRTT (ANOVA e CCI) e valores descritivos referentes ao TRS e TRE (milésimos de segundos) no teste e no reteste.

Grupos	Teste	Mínimo/ Máximo	Média ± DP	Erros	ANOVA	CCI	IC95%
G1	**TRS1**	233 - 368	308.03 ± 33.627	2	F=.579 p=.579	CCI=.810 p=.000	.60 - .91
	TRS2	207 - 359	304.23 ± 34.363	1			
	TRE1	404 - 554	474.97 ± 41.001	6	F=1.583 p=.218	CCI=.868 p=.000	.72 - .94
	TRE2	398 - 576	468.50 ± 42.038	3			
G2	**TRS1**	204 - 405	304.27 ± 46.334	3	F=.211 p=.649	CCI=.821 p=.000	.63 - .91
	TRS2	228 - 398	301.40 ± 40.184	1			
	TRE1	426 - 599	507.00 ± 45.625	4	F=3.080 p=.090	CCI=.865 p=.000	.72 - .93
	TRE2	412 - 555	497.70 ± 40.950	3			
G3	**TRS1**	265 - 447	315.73 ± 43.831	4	F=.531 p= .472	CCI=.808 p= .000	.60 - .91
	TRS2	247 - 418	310.80 ± 47.914	4			
	TRE1	428 - 629	526.03 ± 54.546	4	F=2.142 p= .154	CCI=.802 p= .000	.59 - .90
	TRE2	411 - 629	514.67 ± 51.655	7			

Nota: 1: teste e 2: reteste; Erros: média por antecipação (TRS) e escolha (TRE); ± DP: desvio padrão; ANOVA: análise de variância para medidas repetidas; CCI: coeficiente de correlação intraclasse ($p<0,05$); IC95%: intervalo confiança de 95%.

Conforme apresentado na tabela 2, os resultados para a fidedignidade do TRTT nos três grupos foram significativos ($p< .05$), dentro dos valores de referência considerados como adequados (CCI> .70). A ANOVA para medidas repetidas não encontrou diferenças significativas entre as avaliações de teste e reteste ($p> .05$), o que confirma a reprodutibilidade do instrumento. É possível observar ainda os valores referentes ao número de erros nos dois testes, sendo que a média de erros por antecipação (TRS) foi menor que a média de erros de escolha da resposta (TRE).

Discussão

O TRTT foi idealizado com base no uso de tecnologias eletrônicas para a simulação de tarefas de tiro. Os testes propostos permitem a avaliação dos tempos de reação em situações simples, nas quais uma única resposta é possível, e em situações mais complexas, em que é preciso escolher a resposta mais adequada para a tomada de decisão correta de acordo com a situação que se apresenta.

Os instrumentos para avaliação do TR desenvolvidos, usualmente, são compostos por *softwares* que utilizam o teclado ou mouse de um computador para a realização de tarefas manuais. Essas tarefas são utilizadas frequentemente para a avaliação do TR em diferentes contextos e situações. Foram encontrados estudos com nadadores (Prereira et al., 2009), jogadores de voleibol (Maciel et al., 2009), jogadores de futebol (Ruschel et al., 2011), pilotos militares (Russo et al., 2005), entre outros contextos, no entanto, as tarefas que utilizam o teclado ou mouse de um computador nem sempre estão adequadas às situações vivenciadas pelos indivíduos em avaliação, desconsiderando a especificidade das atividades desenvolvidas no contexto da população em estudo.

A construção de um instrumento de medida exige a observância de alguns critérios fundamentais que ratificam a segurança de seus resultados, dentre os quais ressaltam-se os procedimentos de validação e fidedignidade (Martins, 2006). A validade de um teste começa no momento em que se pensa em construí-lo e subsiste durante todo o processo de elaboração, aplicação, correção e interpretação dos resultados (Raymundo, 2009). Já a fidedignidade é parte integral da validade e se refere à consistência ou a repetibilidade de uma medida. Se um teste não for consistente, ou seja, se suas repetições não produzirem os mesmo resultados, ele não será confiável (Thomas, Nelson & Silverman, 2007).

No presente estudo foram realizados os procedimentos de validade e fidedignidade do instrumento proposto, seguindo as etapas recomendadas pela literatura (Barros et al., 2012; Martins, 2006; Thomas et al., 2007) para o desenvolvimento de instrumentos de medida. As análises de validade concorrente demonstraram concordância entre o teste de referência e o TRTT e o teste t pareado confirmou não haver diferença significativa entre as duas medidas. Em relação às análises de fidedignidade, foram encontrados valores adequados quanto à consistência interna do instrumento, verificada por meio do procedimento de teste e reteste, para os três grupos avaliados. Embora não se encontre um valor de referência consensual, de modo geral, valores de CCI $\geq$ .70 são considerados satisfatórios (Barros et al., 2012).

Estes resultados vão ao encontro de outro estudo (Pereira et al., 2007) também envolvendo procedimentos de criação, desenvolvimento e reprodutibilidade de um teste de TR. Do mesmo modo que no presente estudo, foi construído um *software* para avaliação dos TRS e TRE por meio de uma tarefa manual que consistia em pressionar e soltar os botões de um *mouse*. Foram avaliados 21 sujeitos adultos pelo método de teste e reteste, com intervalo de uma semana entre cada avaliação. Os autores também encontraram valores satisfatórios de reprodutibilidade para o TRS (CCI= .805) e para o TRE (CCI= .838).

Não foi objetivo desse estudo verificar diferenças na variável tempo de reação entre diferentes faixas etárias, mas sim criar um instrumento válido e confiável para ser utilizado por populações de diferentes faixas etárias que desempenham tarefas específicas relacionadas a situações de tiro. Nesse sentido, não foram encontrados instrumentos que atendessem a essas exigências específicas. Um estudo (Petra & Valerie, 2012) desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisas do Exército dos Estados Unidos avaliou a performance de militares quanto ao tempo de reação simples e processual (escolha). Para tanto, foi utilizada uma bateria de testes computadorizados (*The Automated Neuropsychological Assessment Metric* – ANAM) caracterizados pela apresentação de estímulos visuais na tela do computador e sequentes respostas manuais ao pressionar as teclas de um teclado. Embora utilizada para avaliação do TR de militares ativos do exército, a bateria também não corresponde a situações mais específicas das atividades desses profissionais, que envolve principalmente o disparo de armas. Outro estudo (Santos & Filho, 2007) realizado com policiais militares do Batalhão de Operações Especiais (BOPE) do Rio de Janeiro, avaliou o TR por meio do teste de reação óculo-motor (teste da régua). Nesse teste o indivíduo deve segurar a régua, que é largada pelo avaliador, no menor tempo possível, sendo medida a distância percorrida pela régua durante a queda. Nesse caso, a avaliação também pode não revelar dados precisos, uma vez que desconsidera as exigências específicas do cotidiano de profissionais da polícia militar.

É importante ressaltar que, embora uma simulação não possua todas as variáveis componentes de uma situação ambiental real, deve-se procurar reproduzir as características fundamentais de sua demanda (Zambon, Pereira, Politano & Delgado, 2006). Desse modo, justifica-se a criação desse instrumento com fins de pesquisa científica buscando avaliar indivíduos em seus contextos mais específicos de modo que os resultados sejam o mais próximo possível da realidade.

Conclusão

Com base nos resultados apresentados no presente estudo é possível inferir que o *software* criado para avaliação do tempo de reação na tarefa de tiro é um instrumento válido e fidedigno para ser utilizado em pesquisas que envolvam contextos específicos com atividades de disparo de armas.

Ainda, o instrumento criado poderá ser utilizado para fins de treinamento militar como uma ferramenta simples, de baixo custo e eficiente envolvendo velocidade, precisão e tomada de decisão em tarefas de tiro.

Referências

Barros, M. V. G., Reis, R. S., Hallal, P. C., Florindo, A. A., & Júnior, J. C. F. (2012). *Análise de dados em saúde*. Londrina: Midiograf.

Bland, J. M., Altman, D. G. (1986). *Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement.* The Lancet I.

Capovilla, A. G. S., Capovilla, F. C., & Macedo, E. C. (1998). Validação do software cronofonos para análise de tempo de reação, duração e frequência de segmentação locucionais na leitura em voz alta de itens isolados. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, 3 (2), 253-340.

Corazza, S.T., Streit, I A, Katzer, J. I, Copetti, F., Contreira, A. R. (2013). Tempo de reação simples e de escolha de idosos motoristas: uma comparação em relação ao sexo e a prática de exercícios físicos regulares. *Revista Biomotriz*, 7 (1), 15-27.

Côrtes, G. G., Gama, J. F. R., & Dias, A. G. (2007). Processamento mental e tempo de reação em mulheres idosas ativas e praticantes de treinamento contra-resistência em comparação com idosas sedentárias e mulheres jovens. *Vértices,* 9 (1), 51-60. doi: http://dx.doi.org/10.5935/1809-2667.20070005

Dias, A. C., Dantas, E. H. M., Moreira, S. B., & Silva, V. F. (2005). A relação entre o nível de condicionamento aeróbico, execução de uma pista de obstáculos e o rendimento em um teste de tiro. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11 (6), 341-346. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000600007

Lima, V. F., Oliveira, F. F., Sinésio, T., & Vieira, M. M. (2011). Efeitos da prática sistemática do judô no tempo de reação de crianças. *Pensar a Prática*, 14 (1), 1-9. doi: 10.5216/rpp.v14i1.9998

Maciel, R. N., Morales, A. P., Barcelos, J. L., Nunes, W. J., Azevedo, M. M. A., & Silva, V. F. (2009). Relação entre tempo de reação e função específica em jogadores de voleibol. *Fitness & Perfmance Journal*, 8 (6), 395-9. doi: doi:10.3900/fpj.8.2.103.p

Martins, G. A. (2006). Sobre confiabilidade e validade. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 8 (20), 1-12.

Morales, A. P., Azevedo, M. M. A., Maciel, R. N., Barcelos, J. L., Neto, N. T. A., & Silva, V. F. (2009). Eficácia do processamento mental em jogadores de voleibol com níveis metacognitivos diferenciados. *Revista da Educação Física/UEM*, 20 (1), 43-50. doi: 10.4025/reveducfis.v20i1.6053

Pereira, E. F., Dias, J. A., & Corazza, S. T. (2007). Creation, development and analysis of reproductiveness of test to evaluate simple and choice reaction times. *FIEP Bulletin*, 77 (01), 613-15.

Pereira, E. F., Teixeira, C. S., Villis, J. M. C., & Corazza, S. T. (2009). Tempo de reação e desempenho motor do nado crawl em diferentes estágios de aprendizagem. *Fisioterapia em Movimento*, 22 (4), 585-594.

Petra, E. A., & Valerie, J. R. (2012). Age Differences in Simple and Procedural Reaction Time Among Healthy Military Personnel. *Human Factors and Ergonomics Society*, 56 (1), 1809-1813. doi: 10.1177/1071181312561364

Raymundo, V. P. (2009). Construção e validação de instrumentos: um desafio para a psicolinguística. *Letras de Hoje*, 44 (3), 86-93.

Ribeiro, R. B., Almeida, L. S. (2005). Tempos de reação e inteligência: a robustez dos dados face à fragilidade da sua interpretação. *Avaliação Psicológica*, 4(2), 95-103.

Rossini, J. C., & Galera, C. (2007). Seleção e análise de estímulos na tarefa de busca visual. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 21 (1), 20-27.

Ruschel, C., Haupenthal, A., Hubert, M., Fontana, H. B., Pereira, S. M., & Roesler, H. (2011). Tempo de reação simples de jogadores de futebol de diferentes categorias e posições. *Motricidade*, 7 (4), 73-82.

Russo, M., Sing, H., Kendall, A., Johnson, D., Santiago, S., Escolas, S., ... & Thomas, M. (2005). Visual perception, flight performance, and reaction time impairments in military pilots during 26 hours of continuous wake: implications for automated workload control systems as fatigue management tools. In *Strategies to Maintain Combat Readiness during Extended Deployments – A Human Systems Approach.* Meeting Proceedings RTO-MP-HFM-124 (pp. 1-16). Retrieved from http://ftp.rta.nato.int/public/pubfulltext/rto/mp/rto-mp-hfm-124/mp-hfm-124-27.pdf

Santos, M. R., & Filho, J. F. (2007). Estudo do perfil dermatoglífico, somatotípico e das qualidades físicas dos policiais do batalhão de operações especiais (PMERJ) do ano de 2005. *Fitness & Performance Journal*, 6 (2), 98-104. doi: 10.3900/fpj.6.2.98.p

Schmidt, R. A., Wrisberg, C. A. (2010). *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. Porto Alegre: Artmed Editora.

Silva, G. P., Pereira, V. R., Deprá, V. V., & Gorla, J. I. (2012). Tempo de reação e a eficiência do jogador de goalball na interceptação/defesa do lançamento/ataque. *Motricidade*, 6 (4), 13-22.

Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2007). *Métodos de pesquisa em atividade física*. Porto Alegre: Artmed.

Vickers, J. N., & Lewinski, W. (2012). Performing under pressure: Gaze control, decision making and shooting performance of elite and rookie police officers. *Human Movement and Science*, 31 (1), 111-117. doi:10.1016/j.humov.2011.04.004

Zambon, A. C., Pereira, N. A., Politano, P. R., & Delgado, S. S. (2006). Validação e fidedignidade de modelos de dinâmica de sistemas. In Simpósio de Engenharia de Produção.

Estudo 2

Relações entre velocidade de reação, atenção, memória e inteligência em policiais militares

Relationship between reaction speed, attention, memory and intelligence in military police

Resumo

O estudo objetivou explorar a relação existente entre a velocidade de reação, a inteligência fluída, a memória de trabalho e a atenção concentrada em uma amostra de policiais militares, a fim de identificar o principal contribuinte para as diferenças individuais no desempenho relacionado a exigências de velocidade de processamento de informações. A amostra foi composta por 66 militares do sexo masculino, com idade média de 37,15 ± 8,59 anos, integrantes do policiamento ostensivo do 1° Regimento de Policia Montada (RPMOM) da cidade de Santa Maria, avaliados quanto à velocidade de reação, atenção, memória e inteligência. Os resultados demonstraram correlações significativas entre a velocidade de reação e a atenção concentrada (r=-0,40 a r=-0,46); entre a velocidade de reação e a memória (r=-0,25); e entre a inteligência e a memória (r=0,47). Os modelos finais de regressão múltipla *Stepwise/Backward* revelaram a atenção concentrada como um previsor significativo (β entre -0,32 e 0,46; p<0,05) da velocidade de reação. Sugere-se que outros estudos sejam desenvolvidos envolvendo tarefas de tempo de reação motora e diferentes habilidades cognitivas que possam explicar as variações nas diferenças individuais.

Palavras-chave: Tempo de reação; Atenção; Memória; Inteligência; Polícia Militar

Abstract

The study aimed at exploring the relationship among reaction speed, fluid intelligence, working memory and focused attention in a sample of police officers, in order to identify the main driver of to individual differences in performance related to information processing speed. The sample consisted of 66 policemen, averaging out of 37,15 ± 8,59 years old and belonging to ostensive policing at the 1st Regiment Mounted Police (RPMOM) of Santa Maria city, evaluated for reaction speed, attention, memory and intelligence. The results showed significant correlations between reaction speed and focused attention (r=-0,40 a – r=0,46); reaction speed and memory (r=-0,25); and intelligence and memory (r=0,47). Final models of stepwise/backward multiple regression revealed the focused attention as a significant predictor (β between -0,32 and 0,46; p<0,05) of reaction speed. It is suggested that further studies should be developed for tasks involving motor reaction time and different cognitive abilities that might explain variations in individual differences.

Keywords: Reaction Time; Attention; Memory; Intelligence; Police

Introdução

O avanço tecnológico e o aumento da letalidade de armas ocasionaram um acréscimo das exigências cognitivas e redução do tempo para tomar decisões nas operações militares (GRIER, 2012). Fato preocupante, uma vez que elevadas demandas cognitivas podem aumentar a probabilidade de erros em serviço. Nesse sentido, a avaliação das capacidades cognitivas é um pré-requisito indispensável tanto para a seleção, quanto para o monitoramento do desempenho de militares ativos (GRIER, 2012).

Em situações cotidianas, o sistema nervoso central recebe um fluxo constante de informações sensoriais que devem ser detectadas e selecionadas para posterior processamento e para a geração de respostas (HAEGENS, HANDEL e JENSEN, 2011). A velocidade de processamento dessas informações pode ser análoga ao funcionamento da unidade de processamento central de um computador e está relacionada com o desempenho da cognição de ordem superior (HEDVALL et al. 2013; PENKE et al. 2010).

No contexto militar, as medidas de capacidade cognitiva mais comumente utilizadas incluem a inteligência, a atenção e a memória, além da velocidade de processamento da informação (GRIER, 2012). A velocidade de processamento, frequentemente avaliada por tarefas simples e complexas de tempo de reação motora, (FRY e HALE, 2000; SHEPPARD e VERNON, 2008; DEARY, LIEWALD e NISSAN, 2011) tem sido proposta como um dos principais componentes cognitivos, juntamente com a memória de trabalho, em uma ampla gama de domínios cognitivos e na inteligência psicométrica (TAKEUCHI et al. 2011). Faz-se necessário então, analisar os aspectos de cada constructo em detalhes, para obter uma melhor compreensão das relações existentes entre eles.

Na década de 90, Kyllonen e Christal conduziram uma série de experimentos com recrutas da Força Aérea no qual avaliaram a relação entre os constructos de inteligência, memória de trabalho, velocidade de processamento e conhecimentos gerais. Os resultados da análise fatorial confirmatória indicaram altas estimativas de correlação entre a velocidade de processamento e a memória de trabalho, bem como, entre a capacidade de memória de trabalho e os fatores de capacidade de raciocínio (r=.80 a r=.90) (KYLLONEN E CHRISTAL, 1990). Nessa mesma linha, Fry e Hale (1996) encontraram fortes correlações entre a velocidade de processamento e a memória de trabalho (r=-.70); entre a velocidade de processamento e a inteligência (r=-.60); e entre a memória de trabalho e a inteligência (r=.64). Burgaleta e Colom (2008) encontraram correlações significativas entre a velocidade mental e a atenção controlada (r=.50), além de verificarem também que a atenção correlacionou-se com a memória de trabalho (r=.36) e a inteligência fluída (r=.36). Mais atualmente, em um estudo de neuroimagem, Colom et al. (2013), corroboraram os resultados dos estudos anteriores para as relações encontradas entre a velocidade de reação e a inteligência (r=-.35 a – r=.37), e para a memória de trabalho e inteligência fluída (r=.74), embora não tenham encontrado correlações significativas com a atenção.

Em contrapartida, algumas pesquisas também apresentam resultados contrastantes. Nos estudos desenvolvidos por Conway et al. (2002), Friedman et al. (2006) e Mogle et al. (2008) as relações entre tempo de reação e inteligência foram pequenas (r=.03 a r=.08) e não significativas. Acredita-se que uma possível explicação para essas divergências entre os resultados possa ser a utilização de diferentes procedimentos e instrumentos para a avaliação dessas variáveis, com maior ênfase nas tarefas de tempo de reação, o que dificulta comparações entre os estudos (DEARY, LIEWALD e NISSAN, 2011).

Desse modo, embora evidências existam sobre as relações significativas entre os constructos de velocidade de processamento, atenção, inteligência e memória, essas relações

ainda necessitam de maiores esclarecimentos. Ressalta-se ainda, o fato de que as investigações em torno dessas variáveis envolvem, comumente, apenas as relações entre dois, ou, em menor ocorrência, três constructos (CONWAY et al. 2002). Nesse sentido, o presente estudo visa explorar a relação existente entre a velocidade de reação motora, inteligência fluída, memória de trabalho e atenção concentrada em uma amostra de policiais militares, com o objetivo de identificar o principal contribuinte para as diferenças individuais no desempenho relacionado a exigências de velocidade de processamento de informações.

Método

Amostra

Fizeram parte do estudo 66 militares do sexo masculino, com idade média de 37,15 ± 8,59 anos, integrantes do policiamento ostensivo do 1° Regimento de Policia Montada (RPMOM) da cidade de Santa Maria. A média do tempo de profissão do grupo foi 14,36 ± 10,48 anos e o nível de escolaridade variou entre 65,3% com ensino médio, 22,7% com ensino superior incompleto e 8% com ensino superior concluído.

A amostra foi determinada por cálculo amostral a partir do desvio padrão gerado em um estudo piloto. Foram excluídos do estudo indivíduos que relataram possuir diagnósticos de doenças ou limitações físicas ou mentais que impedissem a realização dos testes e indivíduos que não se sentiram confortáveis para participar da pesquisa. Dados de seis participantes foram omitidos nas análises porque responderam incorretamente os testes de avaliação cognitiva.

Procedimentos

O estudo obedeceu às normas e critérios exigidos pela lei 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – CNS e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM sob o protocolo n°

16764113.5.0000.5346. Todos os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As avaliações ocorreram em uma única sessão, em uma sala isolada nas dependências do RPMOM durante o horário de serviço dos militares. Primeiramente foi realizado o teste de tempo de reação e, em seguida, foram realizadas as avaliações das variáveis atenção concentrada, memória de trabalho e inteligência fluída, consecutivamente. A aplicação dos testes de avaliação das variáveis cognitivas foi realizada por profissionais da área da Psicologia.

Instrumentos

Velocidade de reação:

A mensuração da velocidade de reação envolveu duas tarefas de tempo de reação motora realizadas por meio de um *software* específico criado para avaliação da tarefa de tiro com uma pistola eletrônica. O software avalia os tempos de reação simples (TRS) e de escolha (TRE) a partir de um estímulo visual e a reação do movimento do membro superior, calculando assim o tempo entre o estímulo e o início do movimento. Na tarefa de TRS utiliza-se apenas o gatilho da pistola que é acionado com o dedo indicador da mão de preferência. É apresentado na tela um único estímulo representado pela imagem de um bandido, de modo que, ao visualizar o estímulo, o indivíduo deve apertar o gatilho o mais rápido possível. Na tarefa de TRE utilizam-se dois botões: o gatilho e um botão abaixo do gatilho da pistola. São apresentados na tela, de forma aleatória, a imagem do bandido ou da vítima. Ao visualizar a imagem do bandido o indivíduo deverá apertar o gatilho, já quando visualizar a imagem da vítima o indivíduo deverá apertar o botão que fica abaixo do gatilho da pistola. Para o desenvolvimento desta tarefa o indivíduo é orientado a posicionar o dedo indicador de uma mão (de sua preferência) no gatilho e o da outra mão no botão abaixo do gatilho.

Avaliação cognitiva:

A atenção foi avaliada por meio do Teste de Atenção Concentrada d2 (BRICKENKAMP, 2000), que avalia a atenção concentrada visual e, em sentido mais amplo,

a capacidade de concentração. O teste é composto por sinais distribuídos em 14 linhas, dos quais devem ser marcados apenas os pré-determinados que estão misturados aos outros em cada linha. O indivíduo terá 20s para marcar em cada linha o máximo de sinais iguais possível. Os valores obtidos em cada uma das 14 linhas são apurados e posteriormente somam-se estes resultados obtendo-se o escore bruto.

Para a avaliação da memória foi utilizado o Teste Pictórico de Memória (RUEDA e SISTO, 2007), que avalia a capacidade do indivíduo de recuperar uma informação num curto período de tempo. O Teste é composto por uma figura com vários desenhos e detalhes. Para responder o teste o sujeito deve visualizar a figura durante um minuto e, em seguida, deve lembrar a maior quantidade de desenhos e detalhes possíveis e escrevê-los na folha de resposta do teste. A pontuação pode variar de 0 a 55, sendo que é atribuído 1 ponto para cada item lembrado pelo indivíduo.

Para a avaliação da inteligência foi utilizado o Teste Matrizes Progressivas de Raven (RAVEN, 2008), que consiste em matrizes de figuras com um padrão lógico entre elas, nas quais o objetivo é identificar qual a opção que preenche o espaço em branco da figura principal. Cada item é cotado com um ponto se for respondido corretamente e com zero ponto se a resposta dada estiver incorreta. A pontuação máxima corresponde a 60 pontos.

Tratamento Estatístico

Os dados foram analisados no programa SPSS versão 14.0 para *Windows* com nível de significância de 5%. A normalidade das variáveis foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Utilizou-se a estatística descritiva, com médias e desvio padrão e o coeficiente de correlação de Pearson. Empregou-se a análise de regressão linear múltipla com o método *Stepwise/Backward*, tendo como variáveis de saída o TRS e o TRE e como variáveis preditoras a atenção concentrada, a memória de trabalho e a inteligência fluida.

Resultados

Os resultados referentes aos dados descritivos para todas as variáveis do estudo estão expressos na tabela 1.

Tabela 1: Estatística descritiva de todas as variáveis.

Variável	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
TRS	66	186	585	325,53	78,578
TRE	66	382	657	505,24	56,478
Atenção Concentrada	66	263	597	375,41	72,577
Memória de Trabalho	66	12	31	20,67	4,528
Inteligência Fluída	66	27	59	47,12	7,412

Nota: TRS e TRE em milésimos de segundos; atenção concentrada, memória de trabalho e inteligência fluída em pontos.

A tabela 2 apresenta a matriz de correlação entre as variáveis. Os dados demonstram a ausência de multicolinearidade.

Tabela 2: Matriz de correlação

Variáveis	1	2	3	4	5
1. TRS	_	0,40**	-0,46**	-0,22	-0,01
2. TRE		_	-0,32**	-0,25*	-0,11
3. Atenção Concentrada			_	0,21	-0,06
4. Memória de Trabalho				_	0,47**
5. Inteligência Fluída					_

** Significativo para p<0.01

* Significativo para p<0.05

Os resultados referentes às analises de regressão *backward* estão expostos nas tabelas 3 e 4. A análise exploratória dos dados demonstrou a adequação das variáveis quanto aos pressupostos exigidos para análises multivariadas (FIELD, 2009).

As análises revelaram que a atenção concentrada é o melhor preditor, tanto do TRS, quanto do TRE. Como é possível observar na tabela 3, apenas os valores de atenção foram significativos para o modelo. No passo 1, com todas as variáveis inseridas, obteve-se 23,1% da variância explicada. No passo 2, a exclusão da inteligência reduziu os valores de R^2 em 0,4% e no passo 3 com a exclusão da memória houve uma redução de 1,7%, desse modo, apenas a atenção permaneceu no modelo final e obteve-se 21,0% de variância explicada.

Tabela 3: Análise de regressão *stepwise/backward* das variáveis cognitivas sobre o TRS.

Preditor	**R^2 (%)**	**B**	**SE B**	**β**
Passo 1:				
Atenção		-0,454	0,125	-0,420*
Memória	23,1	-2,916	2,279	-0,168
Inteligência		0,727	1,365	0,069
Passo 2:				
Atenção	22,7	-0,467	0,123	-0,431*
Memória		-2,312	1,964	-0,133
Passo 3:				
Atenção	21,0	-0,496	0,120	-0,458*

*p<0,001

Para o TRE, conforme exposto na tabela 4, novamente a atenção foi o único previsor significativo, responsável por 10,2% da variação do TRE no modelo final. Nesse caso, inteligência e memória, excluídas nos passos 2 e 3, respectivamente, contribuíram apenas com 3,7%.

Tabela 4: Análise de regressão *stepwise/backward* das variáveis cognitivas sobre TRE.

Preditor	R^2 (%)	B	SE B	β
Passo 1:				
Atenção		-0,223	0,095	-0,286*
Memória	13,9	-2,135	1,733	-0,171
Inteligência		0,332	1,038	0,044
Passo 2:				
Atenção	13,8	-0,217	0,093	-0,279*
Memória		-2,411	1,491	-0,193
Passo 3:				
Atenção	10,2	-0,248	0,092	-0,319*

*p<0,05

Discussão

A velocidade de processamento pode ser concebida como um recurso de processamento geral relacionado com um maior nível de cognição. Nesse sentido, acredita-se que a velocidade com que as pessoas executam tarefas cognitivas simples, tais como tarefas de tempo de reação simples ou de escolha, está correlacionada com as habilidades humanas e pode restringir o desempenho em todas as tarefas cognitivas (COLOM et al. 2004; MCCABE et al. 2010). No contexto militar, medidas de capacidade cognitiva são importantes para a seleção e monitoramento dos militares ativos e incluem, usualmente, avaliações de velocidade de reação, inteligência, agilidade e capacidade de memória (GRIER, 2012).

No presente estudo foram encontradas correlações significativas entre as tarefas de tempo de reação, a atenção e a memória. A atenção concentrada correlacionou-se moderadamente com o TRS (r=-0,46) e o TRE (r=-0,32). Esses resultados corroboram com estudo de Burgaleta e Colom (2008) no qual avaliaram a velocidade de reação, a atenção controlada, memória de trabalho e inteligência fluida, entre outras variáveis. Os resultados demonstraram correlações significativas (r=.50) entre a velocidade mental, mensurada por tarefas de tempo de reação, e a atenção controlada. Esse resultado também foi confirmado por

Colom (2008) e Colom et al. (2007) os quais encontraram correlações de r=.48 e r=.38, respectivamente, entre as duas variáveis. Ademais, em ambos os estudos, a atenção também correlacionou-se com a memória de trabalho (r=.20 a r=.36) e a inteligência fluída (r=.20 a r=.36), entretanto, esses resultados não foram encontrados no presente estudo.

As análises evidenciaram ainda a existência de correlação significativa (r=-.25) entre o TRE e a memória de trabalho. Esse resultado vai ao encontro de uma ampla gama de estudos desenvolvidos anteriormente. Kyllonen e Christal (1990) relataram correlações entre memória de trabalho e velocidade de processamento entre r=.35 e r=.48. Babcock (1994) encontrou correlações variando entre r=.29 e r=.59. Oberauer et al. (2000) relataram uma correlação de r=.31. Ackerman, Beier e Boyle (2002) relataram uma correlação de r=.48.

No entanto, não foi encontrada correlação significativa entre o TRS e a memória. A esse respeito, Ackerman, Beier e Boyle (2002), discorrem que os testes de tempo de reação com tempos de resposta mais curtos, que correspondem a uma concepção mais básica de velocidade de processamento, não têm elevadas correlações com a memória de trabalho. Além disso, embora o relacionamento entre essas variáveis tenha sido investigado por diversos pesquisadores, essa relação tem sido menos explorada do que a ligação entre memória e inteligência.

Tal como reportado por estudos anteriores, na presente pesquisa encontrou-se correlação significativa (r=0,47) entre a memória de trabalho e a inteligência. Ressalta-se, entretanto, a disparidade da força de correlação estimada entre os diversos estudos. Kyllonen e Christal (1990) estimaram uma correlação variando entre r=.80 e r=.90. Próximo a esses valores, Colom e Shih (2004) e Colom et al. (2005) relataram correlações de r=.86 e r=.89, respectivamente. Já Ackerman, Beier e Boyle (2002) e Süβ et al. (2002) encontraram correlações de r=.70 e variando entre r=.38 e r=.65, respectivamente. Nesse contexto, é evidente a existência de uma elevada relação entre a memória de trabalho e a inteligência, de modo que uma possível explicação para a diferença nos coeficientes de correlação possa estar na grande diversidade de testes utilizados para a mensuração dessas variáveis, o que dificulta maiores comparações entre os resultados.

Embora ao longo dos anos diversos estudos (BABCOCK, 1994; FRY e HALE, 1996; DEARY, DER e FORD, 2001; COLOM, 2008; SHELTON et al. 2010) tenham reportado correlações significativas entre TR e inteligência, tais resultados não foram encontrados no presente estudo. Por outro lado, essa inexistência de correlação já havia sido evidenciada em pesquisas anteriores. No estudo de Friedman et al. (2006), desenvolvido com adultos jovens, as relações entre TR e inteligência foram pequenas (r=.03) e não significativas. Mogle et al.

(2008), em uma amostra de estudantes de Psicologia, também não encontraram correlação significativa (r=0.7) entre as variáveis em questão. Do mesmo modo, Conway et al. (2002) ressaltaram em seus resultados a falta de relação entre velocidade de processamento e inteligência fluida (r=-.08) como um fator digno de discussão, uma vez que esse resultado está em contraste com uma abundante literatura que reporta o relacionamento entre estas variáveis.

Uma possível explicação para estes resultados, bem como no presente estudo, encontra-se na complexidade das tarefas de TR realizadas. Uma constatação que emerge claramente da literatura é que, quanto maior a complexidade da tarefa, mais forte a relação entre o TR e a inteligência. Conway et al. (2002), ao interpretar estes resultados, argumentam que quanto mais a tarefa de TR coloca exigências sobre a memória e a atenção, mais forte é a correlação entre a velocidade e a inteligência. Assim, não é por si só a velocidade que prediz habilidades fluidas, mas o componente de atenção das tarefas de velocidade. Nesse sentido, acredita-se que a inexistência de correlação entre TR e inteligência no presente estudo, possivelmente deve-se à baixa demanda cognitiva oferecida, tanto pelo TRS, quanto pelo TRE, uma vez que o teste de escolha envolvia apenas dois estímulos e duas respostas. Desse modo, é possível que a presença de uma maior quantidade de estímulos e respostas que causariam uma maior complexidade do processamento cognitivo determinasse correlações significativas entre essas variáveis.

No que se refere às análises de regressão multivariada, os resultados revelaram que apenas a atenção concentrada foi um preditor significativo, tanto para o TRS (β = -0,458; $p<0,05$), quanto para o TRE (β = -0,319; $p<0,05$). No modelo final, a atenção explicou 21% da variação no TRS e 10,2% no TRE. Esses resultados são consistentes com estudo realizado por Droit-Volet e Zélant (2013), no qual avaliaram adultos e crianças em testes de velocidade de reação, memória e atenção seletiva. Foram efetuadas análises de regressão hierárquica que revelaram a sensibilidade ao tempo, a atenção seletiva e a memória de curto prazo como preditores significativos das diferenças individuais na velocidade de processamento, de modo que a atenção seletiva foi responsável por 11% da variância encontrada (β =.37; $p<.001$). Assim como no presente estudo, a memória de trabalho não teve uma contribuição significativa nos modelos desenvolvidos (β = .13). Sob este aspecto, é importante ressaltar a necessidade do aprimoramento da capacidade atencional junto às capacidades perceptivo-motoras em situações de treinamento, como um contribuinte para a eficácia na seleção e processamento de informações. Uma vez que a tecnologia moderna gerou a capacidade de obter e distribuir uma grande quantidade de informações muito rapidamente, o sucesso nas

operações militares é em grande parte determinado pelo poder cognitivo do indivíduo (GRIER, 2012).

Considera-se o fato de que outras comparações seriam importantes para a análise e confirmação desses resultados, entretanto, encontram-se na literatura estudos diversos (ACKERMAN, BEIER e BOYLE, 2002; CONWAY et al. 2002; FRIEDMAN et al. 2006; COLOM, 2008; MOGLE et al, 2008; SHELTON et al, 2010) com explorações em torno da velocidade de processamento empregada unicamente como uma variável preditora. Com esses pressupostos, modelos de regressão multivariada, análises fatoriais confirmatórias e equações estruturas têm sido desenvolvidos ao longo dos anos com o objetivo de encontrar, a partir da velocidade de processamento e outras variáveis, o melhor preditor para os construtos de inteligência e memória de trabalho. Entretanto, estudos com o foco principal na velocidade de reação, enquanto variável de saída, são escassos.

Conclusão

A existência de correlações significativas entre a velocidade de reação motora, a atenção e a memória, bem como, entre a memória e a inteligência foi confirmada. Entretanto, o mesmo não ocorreu com a relação, descrita na literatura, entre a velocidade de reação e a inteligência. Acredita-se que isso se deva à baixa demanda cognitiva imposta pelas tarefas de TR utilizadas, de modo que, tarefas mais complexas, com um maior número de estímulos e fatores distratores, poderiam estabelecer relações maiores e significativas com a inteligência.

Por fim, os modelos finais de regressão múltipla revelaram apenas a atenção concentrada como um previsor significativo da velocidade de reação. Devido à falta de pesquisas com propósitos semelhantes para confrontar com os resultados do presente estudo, sugere-se que outros sejam desenvolvidos envolvendo tarefas de tempo de reação motora e diferentes habilidades cognitivas que possam fornecer maiores explicações sobre as variações nas diferenças individuais da velocidade de reação.

Referências

ACKERMAN, P. L.; BEIER, M. E.; BOYLE, M. O. Individual Differences in Working Memory Within a Nomological Network of Cognitive and Perceptual Speed Abilities. **Journal of Experimental Psychology: General**, v. 131, n. 4, p. 567-589, 2002.

BABCOCK, R. L. Analysis of Adult Age Differences on the Raven's Advanced Progressive Matrices Test. **Psychology and Aging,** v. 9, n. 2, p. 303-314, 1994.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. **Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement.** The Lancet I, 1986.

BUEHNERA, M.; KRUMMB, S.; PICK, M. Reasoning = working memory ≠ attention. **Intelligence,** v. 33, p. 251–272, 2005.

BURGALETA, M; COLOM, R. Short-term storage and mental speed account for the relationship between working memory and fluid intelligence. **Psicothema,** v. 20, n. 4, p. 780-785, 2008.

BURNS, N. R.; NETTELBECK, T.; MCPHERSON, J. Attention and Intelligence. A Factor Analytic Study. **Journal of Individual Differences,** v. 30, n. 1, p. 44–57, 2009.

BRICKENKAMP, R. **Teste d2**. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisa em Psicologia, 2000.

COLOM & FLORES-MENDOZA. Inteligencia y Memoria de Trabajo: La Relación Entre Factor G, Complejidad Cognitiva y Capacidad de Procesamiento. **Psicologia: Teoria e Pesquisa,** v. 17, n. 1, p. 037-047, 2001.

COLOM, R.; FLORES-MENDOZA, C. Armazenamento de Curto Prazo e Velocidade de Processamento Explicam a Relação entre Memória de Trabalho e o Fator g de Inteligência. **Psicologia: Teoria e Pesquisa,** v. 22, n. 1, p. 113-122, 2006.

COLOM, R.; SHIH, P. C. Is working memory fractionated onto different components of intelligence? A reply to Mackintosh and Bennett (2003). **Intelligence,** v. 32, p. 431–444, 2004.

COLOM, R. et al. Working memory is (almost) perfectly predicted by g. **Intelligence,** v.32, p. 277–296, 2004.

COLOM, R. et al. Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. **Intelligence,** v. 33, p. 623–642, 2005.

COLOM, R. et al. Neuroanatomic overlap between intelligence and cognitive factors: Morphometry methods provide support for the key role of the frontal lobes. **NeuroImage,** v. 72, p. 143–152, 2013.

COLOM, R. Short-term storage and mental speed account for the relationship between working memory and fluid intelligence. **Psicothema,** v. 20, n. 4, p. 780-785, 2008.

COLOM, R. et al. Fluid intelligence, memory span, and temperament difficulties predict academic performance of young adolescents. **Personality and Individual Differences,** v. 42, p. 1503–1514, 2007.

CONWAY, A. R. A. et al. A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. **Intelligence,** v. 30, p. 163–183, 2002.

DEARY, I. J.; DER, G.; FORD, G. Reaction times and intelligence differences. A population-based cohort study. **Intelligence,** v. 29, p. 389–399, 2001.

DEARY, I. J.; LIEWALD, D.; NISSAN, J. A free, easy-to-use, computer-based simple and four-choice reaction time programme: The Deary-Liewald reaction time task. **Behavioural Brain Research**, v. 43, p. 258–268, 2011.

DROIT-VOLET, S.; ZÉLANTI, P. S. Development of Time Sensitivity and Information Processing Speed. **PLOS ONE,** v. 8, n. 8, p. 1-9, 2013.

FIELD, A. **Descobrindo a Estatística Usando o SPSS**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FRIEDL, K. E. et al. Army research needs for automated neuropsychological tests: Monitoring soldier health and performance status. **Archives of Clinical Neuropsychology,** v. 22, n. 7–14, 2007.

FRIEDMAN, N. P. et al. Not All Executive Functions Are Related to Intelligence. **Psychological Science**, v. 17, n. 2, p. 17-172, 2006.

FRY, A. F.; HALE, S. Processing Speed, Working Memory, and Fluid Intelligence: Evidence for a Developmental Cascade. **Psychological Science,** v. 7, n. 4, p. 237-241, 1996.

FRY, A. F.; HALE, S. Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. **Biological Psychology**, v. 54, p. 1 – 34, 2000.

GRIER, R. A. Military Cognitive Readiness at the Operational and Strategic Levels: A Theoretical Model for Measurement Development. **Journal of Cognitive Engineering and Decision Making,** v. 6, n. 4, p. 358-392, 2012.

HAEGENS, S.; HANDEL, B. F.; JENSEN, O. Top-Down Controlled Alpha Band Activity in Somatosensory Areas Determines Behavioral Performance in a Discrimination Task. **The Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 14, p. 5197–5204, 2011.

HEDVALL, A. et al. Autism, Processing Speed, and Adaptive Functioning in Preschool Children. **The ScientificWorld Journal,** v. 2013, p. 1-7, 2013.

KAUFMAM, S. B. et al. Associative learning predicts intelligence above and beyond working memory and processing speed. **Intelligence,** v. 37, p. 374–382, 2009.

KILLONEN, P. C.; CRISTAL, R. E. Reasoning Ability Is (Little More Than) Working-Memory Capacity?! **Intelligence** v. 14, p. 389-433, 1990.

MACKINTOSH, N. J.; BENNETT, E. S. The fractionation of working memory maps onto different components of intelligence. **Intelligence** v. 31, p. 519–531, 2003.

MARTÍNEZ, K. et al. Can fluid intelligence be reduced to‘simple’ short-term storage? **Intelligence**, v. 39, p. 473–480, 2011.

MCCABE, D. P. et al. The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive Functioning: Evidence for a Common Executive Attention Construct. **Neuropsychology**, v. 24, n. 2, p. 222–243, 2010.

MOGLE, J. A. et al. What’s So Special About Working Memory? An Examination of the Relationships Among Working Memory, Secondary Memory, and Fluid Intelligence. **Psychological Science,** v. 19, n. 11, p. 19: 1071, 2008.

OBERAUER, K. et al. Working memory capacity facets of a cognitive ability construct. **Personality and Individual Differences,** v. 29, p. 1017–1045, 2000.

PENKE, L. et al. A General Factor of Brain White Matter Integrity Predicts Information Processing Speed in Healthy Older People. **The Journal of Neuroscience,** v. 30, n. 22, p. 7569–7574, 2010.

PETRA, E. A.; VALERIE, J. R. Age Differences in Simple and Procedural Reaction Time Among Healthy Military Personnel. **Human Factors and Ergonomics Society**, v. 56, n. 1, p. 1809-1813, 2012.

RAVEN, J. C. **Matrizes Progressivas**: Escala Geral, Séries A, B, C, D e E. Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada, 2008.

RAYMUNDO, V. P. Construção e validação de instrumentos: um desafio para a psicolinguística. **Letras de Hoje**. v.44, n.3, p.86-93, 2009.

RIBEIRO, R.B.; ALMEIDA, L. S. Velocidade de Processamento da Informação na Definição e Avaliação da Inteligência. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v.21, n.1, p.001-005, 2005.

RUEDA, F. J. M.; SISTO, F. F. TEPIC-M - **Teste Pictórico de Memória**. São Paulo: Vetor, 2007.

SHELTON, J. T. et al. The Relationships of Working Memory, Secondary Memory, and General Fluid Intelligence: Working Memory Is Special. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 36, n. 3, p. 813–820, 2010.

SHEPPARD, L. D.; VERNON, P. A. Intelligence and speed of information-processing: A review of 50 years of research. **Personality and Individual Differences**, v. 44, p. 535–551, 2008.

SÜB, H. et al. Working memory capacity explains reasoning ability–and a little bit more. **Intelligence**, v. 30, p. 261–288, 2002.

TAKEUCHI, H. Effects of Training of Processing Speed on Neural Systems. **The Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 34, p. 12139–12148, 2011.

Conclusão Geral

Os objetivos propostos foram criar e validar um instrumento para avaliar o tempo de reação de profissionais militares da cidade de Santa Maria – RS na tarefa de tiro e analisar as variáveis cognitivas associadas a esta capacidade. Em um primeiro momento, no Estudo 1, estabeleceu-se a validade concorrente e a fidedignidade do instrumento criado para avaliação do TR. Os resultados das análises foram satisfatórios para os três grupos, de acordo com a faixa etária. Sendo assim, considera-se que o TRTT pode ser utilizado como uma ferramenta eficaz e de baixo custo para a avaliação da velocidade de reação motora em situações que exijam uma maior especificidade nas tarefas, principalmente, quando envolvem o disparo de armas.

Nesse sentido, no Estudo 2, o instrumento desenvolvido foi utilizado como tarefas de TRS e TRE para a avaliação da velocidade de reação motora e posterior relacionamento com variáveis cognitivas. Os resultados desse estudo foram consistentes com a literatura que aponta a existência de correlações significativas entre a velocidade de reação, a atenção e a memória. Além disso, também foi identificado que, para a amostra de policiais militares, o único preditor para as variações na velocidade de reação foi a atenção concentrada. Ressalta-se então, a importância do aprimoramento da capacidade atencional junto ao treinamento perceptivo-motor.

Desse modo, pode-se inferir que a utilização do instrumento proposto poderá possibilitar um meio viável e de baixo custo para a avaliação e manutenção da capacidade de reação motora em contextos militares, podendo ainda ser utilizado em situações de treinamento. Soma-se a isso, a necessidade constante de manutenção das capacidades cognitivas por meio de avaliações e a importância de estudos exploratórios que possam desvendar a relação existente entre estas variáveis, e sugerir estratégias de aprimoramento cognitivo que possam auxiliar na eficácia do processamento de informações, bem como na tomada de decisões que antecedem as ações motoras.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, R. R; CARREIRO, L. R. R. Orientação voluntária e automática da atenção e indicadores de desatenção e hiperatividade em adultos. **Avaliação Psicológica**. v.8, n.3, p. 325-336, 2009.

BARROS, M. V. G. et al. **Análise de dados em saúde**. 3.ed. Londrina, PR: Midiograf, 2012.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. **Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement.** The Lancet I, 1986.

BRICKENKAMP, R. **Teste d2**. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisa em Psicologia, 2000.

CAMPOS, A. F. A importância da preparação do policial quanto ao uso da força letal **REBESP**. v.1, n.1. p.30-39, 2008.

CAPOVILLA, F. C.; CAPOVILLA, A. G. S.; MACEDO, E. C. Validação do software CronoFonos para análise de tempo de reação, duração e freqüência de segmentação locucionais na leitura em voz alta de itens isolados. **Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação**, v. 2, n. 3, p. 253-340, 1998.

CARREIRO. et al. Componentes Sensoriais e Atencionais do Tempo de Reação: efeitos do Tamanho, Excentricidade e Previsibilidade de Estímulos Visuais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v.28, n.2, p.133-140, 2012.

COSER A. et al. Multitasking: a estimulação múltipla e seus efeitos na memória de trabalho. **Revista de Biologia e Ciências da Terra.** v.8, n.2, p.158-165, 2008.

COUTO, G. Inteligência: Perspectiva das neurociências cognitivas. **Neurobiologia.** v.73, n.4, p.105-117, 2010.

DUTRA, A.; BARBOSA, E. Uso de medicamentos ansiolíticos em policiais militares. **REBESP**, n.2, v.1, p. 2 - 7, 2009.

FERNANDES, D. C.; RUEDA, F. J. M. Evidência de validade concorrente para o Teste de Atenção Concentrada (TEACO-FF). **Revista de Psicologia da Vetor Editora**. v.8, n2, p.167-174, 2007.

FIELD, A. **Descobrindo a Estatística Usando o SPSS**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FONSECA, R. P. et al. Episodic memory, concentrated attention and processing speed in aging. A comparative study of Brazilian age groups. **Dement Neuropsychol**. v.4, n.2, p.91-97, 2010.

FRIEDL. et al. Army research needs for automated neuropsychological tests: Monitoring soldier health and performance status. **Archives of Clinical Neuropsychology,** v. 22, p. 7–14, 2007.

GRIER, R. A. Military Cognitive Readiness at the Operational and Strategic Levels: A Theoretical Model for Measurement Development. **Journal of Cognitive Engineering and Decision Making,** v. 6, n. 4, p. 358-392, 2012.

LIMA, R. F. et al. Amostra de desempenho de estudantes do ensino fundamental em testes de atenção e funções executivas. **Revista Psicopedagogia**. v.26, n.80, p.188-99, 2009.

LIMA, V. F. et al. Efeitos da prática sistemática do judô no tempo de reação de crianças. **Pensar a Prática**, v.14, n.1, p.1-9, 2011.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora**: conceitos e aplicações. 8Ed. São Paulo: Edgard Blucher; 2011.

MARTINS, A. B. et al. Interferência de tarefas motoras com diferentes demandas de processamento sobre o tempo de reação de idosos e adultos jovens**. Brazilian Journal of Sports and Exercise Research**. v.1, n.2, p.127-134, 2010.

MARTINS, G. A. Sobre confiabilidade e validade. **RBGN**. v.8, n.20, p.1-12, 2006.

MCELREE, B. Working Memory and Focal Attention. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn**. v.27, n.3, p.817–835, 2011.

MONTIEL, J. M. et al. Evidência de validade para o Teste de Atenção Concentrada Toulouse-Piéron no contexto de trânsito. **Psicologia: Pesquisa & Trânsito.** v.2, n1, p. 19-27, 2006.

MORALES, A. P. et al. Eficácia do processamento mental em jogadores de voleibol com níveis metacognitivos diferenciados. **Revista da Educação Física/UEM**. v.20, n.1, p.43-50, 2009.

MORALES. et al. Tempo de reação motora no voleibol. **Perspectivas online**. v.3, n.1, p. 42-49, 2011.

PEREIRA, E.F.; DIAS, J. A.; CORAZZA, S.T. Creation, development and analysis of reproductiveness of test to evaluate simple and choice reaction times. **Fiep Bulletin**, v. 77, n. 1, p. 613-615, 2006.

PEREIRA, E. F. et al. Tempo de reação e desempenho motor do nado crawl em diferentes estágios de aprendizagem. **Revista Fisioterapia em Movimento**, v. 22, n.4, p. 585-594, 2009.

PETRA, E. A.; VALERIE, J. R. Age Differences in Simple and Procedural Reaction Time Among Healthy Military Personnel. **Human Factors and Ergonomics Society,** v. 56, n. 1, p. 1809-1813, 2012.

RAVEN, J. C. **Matrizes Progressivas**: Escala Geral, Séries A, B, C, D e E. Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada, 2008.

RAYMUNDO, V. P. Construção e validação de instrumentos: um desafio para a psicolinguística. **Letras de Hoje**, v. 44, n. 3, p. 86-93, 2009.

RIBEIRO, R. B.; ALMEIDA, L. S. Tempos de reação e inteligência: a robustez dos dados face à fragilidade da sua interpretação. **Avaliação Psicológica**. v.4, n.2, p. 95-103, 2005.

RIBEIRO, R. B.; ALMEIDA, L. S. Velocidade de Processamento da Informação na Definição e Avaliação da Inteligência. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v.21, n.1, p.001-005, 2005b.

ROSSATO, L. C.; CONTREIRA, A. R.; CORAZZA, S. T. Análise do tempo de reação e do estado cognitivo em idosas praticantes de atividades físicas**. Fisioterapia e Pesquisa**. v.18, n.1, p. 54-9, 2011.

RUEDA, F. J. M.; CASTRO, N. R. Capacidade Atencional: Há Decréscimo com o Passar da Idade? **Psicologia Ciência e Profissão**. v.30, n.3, p.572-587, 2010.

RUEDA, F. J. M.; SISTO, F. F. TEPIC-M - **Teste Pictórico de Memória**. São Paulo: Vetor, 2007.

SANTOS, M. R.; FERNANDES FILHO, J. Estudo do perfil dermatoglífico, somatotípico e das qualidades físicas dos policiais do batalhão de operações especiais (PMERJ) do ano de 2005. **Fitness & Performance Journal**. v.6, n.2, p.98-104, 2007.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e performance motora**: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema. 4ª Ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2010.

SPIRDUSO, W. W. **Dimensões físicas do envelhecimento**. Champaign: Human Kinetics, 2005.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física.** 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.