

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

CURSO DE INSTRUTOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALUNO: **Érico** Vinícius dos Santos **Faria** – 1º Ten
ORIENTADOR: **Marcos** de Sá Rego **Fortes** – Drº

ANÁLISE DO NÍVEL DE HAPTOGLOBINA EM SESSÕES DO
TREINAMENTO DE CROSS OPERACIONAL NAS QUATRO
INTENSIDADES PROPOSTAS NO MÉTODO

Rio de Janeiro - RJ

2019

ALUNO: Érico Vinícius dos Santos Faria – 1º Tenente

ANÁLISE DO NÍVEL DE HAPTOGLOBINA EM SESSÕES DO
TREINAMENTO DE CROSS OPERACIONAL NAS QUATRO
INTENSIDADES PROPOSTAS NO MÉTODO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial
para conclusão da graduação em Educação Física do Exército.

ORIENTADOR: Marcos de Sá Rego Fortes – Drº

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

ALUNO: **Érico** Vinícius dos Santos **Faria** – 1º Tenente

TÍTULO: ANÁLISE DO NÍVEL DE HAPTOGLOBINA EM SESSÕES DO TREINAMENTO DE CROSS OPERACIONAL NAS QUATRO INTENSIDADES PROPOSTAS NO MÉTODO.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em 12 de novembro de 2019.

Banca de avaliação

Marcos de Sá Rego Fortes – Drº
Orientador

Cláudia de Mello Meirelles – Profª Drª
Avaliador

Maria Claudia Pereira Nunes da Cunha – Profª Drª
Avaliador

FARIA, Érico Vinícius dos Santos. Análise do nível de haptoglobina em sessões do treinamento de Cross Operacional nas quatro intensidades propostas no método. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física). Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro – RJ, 2019.

RESUMO

INTRODUÇÃO: O Cross Operacional é um método de treinamento físico adotado pelo exército que visa o ganho de força, potência e resistência muscular localizada, além de melhoramento do equilíbrio e aumento de capacidade aeróbica. Um dos efeitos causados pelo exercício físico é o fenômeno de hemólise, que consiste na destruição de hemácias e consequente liberação de hemoglobinas na corrente sanguínea. A haptoglobina (Hp) é uma proteína de fase aguda que se liga permanentemente às hemoglobinas livres com o intuito de acelerar sua degradação, assim sendo, a variação dos níveis de haptoglobina no sangue são um indicador de ocorrência de episódio hemolítico. O presente estudo buscou analisar a variação dos níveis de haptoglobina antes e após a execução de uma sessão de Cross Operacional, visando estabelecer se o referido protocolo de treino causa um processo de hemólise ao indivíduo. **MÉTODO:** Foi adotada como amostra 29 militares da Bateria de Comando e Serviço da Fortaleza São João, e realizaram as quatro intensidades previstas no método de treinamento de forma contrabalanceada, sendo coletadas amostras de sangue antes e logo após o exercício. Após confirmação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizou-se como método de análise estatística o teste ANOVA com medidas repetidas. Adotou-se o nível de significância $p < 0,05$. A análise estatística foi processada com auxílio do software SPSS® 20. **RESULTADO:** Não foram encontradas diferenças significativa entre os níveis de haptoglobina antes e imediatamente após o treinamento em nenhuma das quatro intensidades de exercício. **CONCLUSÃO:** Uma sessão de Cross Operacional não foi capaz de causar dano hemolítico considerável ao organismo, indiferentemente da intensidade de exercício realizada, na amostra em questão.

Palavras chave: Exército; Hemólise; Hemoglobina; Processo Inflamatório; Proteína de fase aguda.

FARIA, Érico Vinícius dos Santos Haptoglobin level modifications in Cross Operational training sessions at four application intensities in the method. Course Conclusion Paper (BS in Physical Education). Physical Education College of the Brazilian Army. Rio de Janeiro - RJ, 2019.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Cross Operacional is a method of physical training adopted by the army that aims at the gain of strength, power and endurance located muscle, as well as balance improvement and aerobic capacity increase. One of the effects caused by physical exercise is the phenomenon of hemolysis, which consists in the destruction of red blood cells and the consequent release of hemoglobins in the bloodstream. Heptoglobin (Hp) is an acute phase protein that binds permanently to free hemoglobins in order to accelerate their degradation, thus the variation in haptoglobin levels in the blood is an indicator of hemolytic episodes. The present study aimed to analyze the variation of haptoglobin levels before and after the execution of an Operational Cross session, aiming to establish if this training protocol causes a hemolysis process to the individual. **METHODS:** It was adopted as a sample 29 military personnel from the Bateria de Comando e Serviço da Fortaleza São João, and performed the four intensities provided for in the training method in a counterbalanced way. Blood samples were collected before and shortly after exercise. After confirming the normality of the data by the Shapiro-Wilk test, the repeated measures ANOVA was used as the statistical analysis method for data analysis. The significance level $p < 0.05$ was adopted. Statistical analysis was performed using SPSS® 20 software. **RESULTS:** No significant differences were found between haptoglobin levels before and immediately after training at any of the four exercise intensities. **CONCLUSION:** A Cross Operacional session was not able to cause considerable hemolytic damage to the organism, regardless of the intensity of exercise performed in the sample in question.

Key words: Army; Hemolysis; Hemoglobin; Inflammatory process; Acute phase protein.

INTRODUÇÃO

É imprescindível o constante cuidado com a saúde e preparo físico no âmbito das Forças Armadas (FFAA), da qual faz parte o Exército Brasileiro (EB). Isto porque o ser humano é peça fundamental nas ações desenvolvidas por essas instituições, tanto na parte operacional quanto nas atividades administrativas realizadas diariamente (1–3).

Assim sendo, o militar deve estar apto a suportar intensas cargas de trabalho, muitas vezes realizadas em ambientes hostis e condições climáticas adversas. Neste contexto, o mesmo deve ser capaz de exercer sua função de forma eficiente mesmo diante de agentes estressores que possam se apresentar durante o combate, adaptando-se rapidamente à situações ambientais novas(1,4).

Como forma de desenvolver as valências físicas necessárias ao militar, além de propiciar melhorias da saúde e bem-estar dos indivíduos, o Exército Brasileiro recorre ao Treinamento Físico Militar (TFM), que consiste em métodos de exercícios nos quais objetivam a melhora das capacidades aeróbica, neuromuscular e flexibilidade, através de sessões de corrida, musculação, alongamento e circuito funcional (1).

Dentre os programas de treinamento adotados pelo EB, este estudo irá analisar o Cross Operacional. O treinamento consiste na execução de 12 exercícios neuromusculares, realizados a cada 200 metros de corrida, percorridos em intensidade variada de livre à velocidade média desenvolvida no Teste de Cooper, podendo ser realizado em uma pista de atletismo ou percurso variado; os exercícios são divididos em quatro níveis de intensidade, a serem executados de acordo com o preparo físico do indivíduo. O Cross Operacional objetiva o ganho de força (estática e dinâmica), potência e resistência muscular localizada, além de melhoramento do equilíbrio e capacidade aeróbica (4).

Segundo Maladougdock, o aumento de força e resistência muscular, em geral, tem influência direta na melhora de transporte de carga individual (5). Tal fato ilustra a relevância do treinamento do Cross Operacional para melhora das valências físicas essenciais ao combatente nas missões militares, onde muitas vezes são realizadas atividades e deslocamentos transportando uma carga individual considerável, dentre uniforme, armamento e equipamentos.

O esforço despendido para realização do treinamento de Cross Operacional, assim como a prática de qualquer outro exercício físico, acarreta um processo inflamatório, que consiste em uma resposta do organismo como forma de defesa a um agente agressor, a fim de promover o reparo tecidual da região afetada, objetivando o reestabelecimento da homeostase corporal após uma sessão (fase aguda) ou várias sessões de treinamento (fase crônica) (6).

A regeneração tecidual pode ser dividida em três fases: primeiramente uma fase degenerativa, seguida de uma fase regenerativa e por fim uma fase de remodelamento do tecido.

Em termos de treinamento físico, tal processo é muito benéfico, uma vez que proporciona adaptações ao organismo para realização de um esforço, além de protegê-lo contra patologias inflamatórias dos efeitos nocivos do *overtraining*. Deve-se salientar que a inflamação local é seguida de uma resposta sistêmica, denominada resposta de fase aguda (6).

A resposta de fase aguda objetiva ajustar a homeostase para o reparo do tecido atingido pela ação traumática do exercício físico, aparecendo algumas horas após o início do processo inflamatório localizado, caracterizada pelo surgimento de inúmeras alterações sistêmicas fisiológicas e comportamentais, com dependência direta da duração e intensidade do estímulo causador do estresse. Uma das respostas mais importantes da fase aguda se refere ao aumento da atividade hepática, com aumento da produção e consequente liberação para a corrente sanguínea, das denominadas proteínas de fase aguda. Dentre elas, destacam-se a C-reativa (PCR), ceruloplasmina, transferrina, fibrogênio, amiloide sérico-A (6), e aquela na qual será foco deste estudo, a haptoglobina. Ademais, nessa fase, há ações integradas entre leucócitos, citocinas além de outras moléculas sinalizadoras que visam o controle da resposta à uma sessão de exercícios como também no direcionamento das adaptações derivadas do treinamento em si (6).

Além das proteínas de fase aguda, pode-se destacar como marcadores do processo inflamatório, a creatina quinase (CK) e mioglobina, proteínas intracelulares que extravasam para a corrente sanguínea como consequência de ruptura da matriz celular, decorrente de micro traumas causados por esforços de alta intensidade (6,7). São também relevantes marcadores inflamatórios, as citocinas Fator de Necrose Tumoral- α (TNF- α) e a Interleucina-6 (IL-6). TNF- α tem a função de favorecer a migração de macrófagos e neutrófilos para o local da inflamação, para que estes fagocitem elementos indesejados relacionados à lesão celular; a IL-6 tem é responsável pela regulação da síntese hepática das proteínas de fase aguda, inibição da secreção de TNF- α , aumento da secreção de cortisol pelo córtex da adrenal, entre outras (6).

A haptoglobina (Hp) possui três fenótipos: Hp 1-1, Hp 2-1 e Hp 2-2, e é uma proteína de fase aguda que tem grande importância como marcador inflamatório. Sua síntese se dá no fígado, tecido adiposo, cérebro, pulmão e rim, e tem como principal função biológica capturar, por meio de uma ligação permanente, hemoglobinas (Hb) livres na corrente sanguínea, provenientes de hemácias que sofreram processo de hemólise, e acelerar a degradação destas hemoglobinas (8). As concentrações de Hp no organismo podem ter seus níveis aumentados de duas a quatro vezes durante a fase inflamatória (6,8). A hemólise, que é a quebra de hemácias em que há ruptura da membrana plasmática, liberando consequentemente hemoglobina na corrente sanguínea, acontece devido a alguns fatores incluindo infecções, traumas mecânicos, quadros pós-operatórios, queimaduras, variações imunológicas, entre outros. Todavia, relacionado ao exercício físico, o processo hemolítico ocorre em decorrência de choques mecânicos sobre as hemácias,

principalmente em golpes, típicos das modalidades de lutas, e nos impactos plantares contra superfícies duras, característico de corridas; é possível ocorrer também devido ao fato do estresse causado por um esforço físico intenso poder gerar danos às hemácias na região intravascular. O aumento da temperatura corporal, a acidose metabólica e o aumento de catecolaminas circulantes também podem levar a um quadro de hemólise (8,9).

Hamari et al e Miller et al, demonstraram que há uma queda significativa nos níveis de haptoglobina logo após a realização de uma sessão de corrida, causado pelo aumento dos níveis de hemoglobina livre no sangue, devido a uma hemólise em decorrência do exercício; os estudos também indicaram que o decaimento de Hp foi mais elevado em superfícies onde houve um maior grau de impacto sobre o corredor (10,11). Nesse mesmo diapasão, Pelling et al investigaram os efeitos da intensidade de treinamento e do tipo de superfície do solo na hemólise e na inflamação durante a corrida. Dez atletas masculinos de *endurance*, altamente treinados, completaram um teste de exercício graduado, sendo um estímulo contínuo de 10 km em grama e outro, com a mesma distância, numa superfície de estrada de asfalto, a 75% -80% da velocidade do VO₂ máx e uma sessão de corrida intervalada de 10 × 1 km a 90% -95% da velocidade do VO₂ máx. Após a corrida, a IL-6 e Hb livre foram significativamente maiores, e o Hp sérica foi significativamente menor do que os valores pré-exercício nas três condições ($P < 0,05$) (12).

Estudo realizado por Chen et al revelou que a concentração de Hp no sangue se eleva a partir de cinco dias após o exercício; indicou-se também que o processo inflamatório referente à haptoglobina depende do tipo de esforço (8).

Embora haja trabalhos a respeito da variação dos níveis de haptoglobina no contexto do processo inflamatório pós-exercício, até o momento não havia estudo que abordasse a resposta inflamatória do organismo em decorrência do estresse causado por um treinamento de Cross Operacional e, portanto, não se tinha conhecimento do impacto causado ao indivíduo após a realização desse tipo de exercício, e se de alguma forma, o referido protocolo de treino apresentava algum risco à saúde do praticante com relação ao efeito hemolítico.

Este estudo objetivou demonstrar as modificações do nível de haptoglobina no organismo, após a execução de uma sessão de Cross Operacional, analisando os quatro níveis de intensidade propostos pelo programa. A hipótese inicial era que as variações dos referidos níveis seriam mais acentuadas nas intensidades mais elevadas dos exercício. A descrição dessa variação visou reconhecer qual dano hemolítico o Cross Operacional pode causar nos militares do Exército Brasileiro que venham a praticar essa forma de treinamento para fins de melhora do condicionamento físico, e dessa maneira desempenhar eficientemente suas funções na Instituição.

MÉTODO

Este trabalho é do tipo Crossover, que é o método de pesquisa no qual se compara dois ou mais tratamentos ou intervenções em indivíduos que, após completarem uma etapa do processo, serão trocados por outros (13). O estudo está registrado na Plataforma Brasil sob o CAAE 14943119.9.0000.9433, analisado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército.

Amostra

Neste estudo foi adotada uma amostra formada por 29 militares (n=29) servindo atualmente na Bateria de Comando e Serviço da Fortaleza São João, todos voluntários, do sexo masculino, escolhidos conforme cálculo amostral realizado no software G Power. Como requisito, foram incluídos no grupo amostral somente militares que obtiveram menção Excelente (E) ou Muito Bom (MB) nos testes de corrida de 12 minutos e flexão de braços no solo, referentes ao 2º Teste de Aptidão Física (TAF) realizado no corrente ano. Os critérios de exclusão para a pesquisa foram a ausência do indivíduo avaliado a alguma das sessões de exercício previstas e apresentação de algum problema de saúde durante o período de coleta de dados. Os militares preencheram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) antes do início dos testes.

Instrumentos

As amostras de sangue foram coletadas no próprio local onde os militares executaram as sessões de Cross Operacional, por profissionais farmacêuticos do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), e seguiram para análise no Laboratório de Análises Clínicas do IPCFEx. Foram usados 8,0 ml de sangue venoso em cada tubo com sistema Vaccum Trainer Gel e 5 ml em cada tubo Fluoreto/EDTA, ambos do fabricante Vacuplast Collect Line, Nanchang, liangxi, China, coletados em uma veia da região antecubital.

A dosagem do marcador Haptoglobina foi realizada utilizando o aparelho BT3000, com reagentes tampão fosfato, pH 7,4 (reagente 1), e anticorpos policlonais anti-haptoglobina humana (cabra) em tampão fosfato, pH 7,4 (reagente 2), todos da fabricante Wiener Lab, Rosario, Argentina. As amostras de sangue coletadas foram analisadas em duplicata, no qual se adotou a média dos valores obtidos para fins de análise estatística. Os valores de referência informados pelo fabricante foram adotados para balizar a amostras basais, 30 - 200 mg/dl (0,30 - 2,00 g/l).

Fez-se a avaliação da composição corporal para caracterização e análise da curva de normalidade da amostra, empregando-se o equipamento de dupla emissão de raios-X (DXA),

modelo Lunar iDXA, General Electric Healthcare (Madison, EUA), software enCore 2015, versão 12.20, realizado no dia anterior à execução da sessão de treinamento.

Procedimentos

Os 29 militares foram divididos em quatro grupos de forma contrabalanceada. Cada grupo realizou os quatro níveis de intensidade de exercícios (Anexo 1) em ordens diferentes e aleatórias, com o intuito de se evitar a linearidade dos resultados entre as sessões.

A coleta dos dados se desenvolveu em um total de quatro semanas, todas realizadas no período matutino, adotando-se o intervalo de sete dias entre os testes, para que fosse possível a ocorrência de *wash-out* entre as sessões. O Cross Operacional foi executado em uma pista de atletismo de piso sintético com percurso total de 400 metros, localizada dentro das instalações da Escola de Educação Física do Exército, situada no Bairro da Urca, Rio de Janeiro, RJ.

Antes da realização das sessões de treinamento era feita uma corrida de aquecimento de 800 metros (2 voltas completas na pista de atletismo) em ritmo leve. Foi executada apenas uma série de exercício a cada dia de teste e as 12 tarefas que compõem o protocolo de treinamento (Anexo 1) foram cumpridas integralmente e sem interrupção. O tempo para realização da corrida de 200 metros entre as tarefas foi baseado na distância obtida pelo militar no teste de 12 minutos do TAF, e em qual nível de intensidade (cor) era realizado o treinamento (Anexo 2). Cada sessão de treinamento teve duração média de 40 minutos, somando-se o aquecimento e as tarefas em si.

A Frequência Cardíaca (FC) foi adotada como fator de segurança para controlar o treinamento, sendo aferida pelo próprio militar após todas as tarefas, por controle imediato usando-se monitor de frequência cardíaca. A FC obtida deveria se encontrar entre 70% e 90% da Frequência Cardíaca Máxima (FCM), calculada pela fórmula 220 subtraída a idade, caso o valor estivesse fora do intervalo estipulado, o ritmo da corrida de 200 metros era aumentado ou diminuído. A Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg (Anexo 3) também foi usada como *feedback* dos indivíduos ao esforço realizado, bem como controle da velocidade da corrida, sendo perguntado diretamente a cada militar após cada tarefa. Se a resposta dada fosse um valor acima do índice 6, era orientado ao militar que reduzisse sua velocidade de corrida; caso o valor fosse 10, a pessoa interrompia a atividade até que se atingisse um valor menor ou igual a 6.

Acerca dos processos laboratoriais, foi instruído aos militares para que comparecessem a todos os testes estando em jejum de quatro horas. Também foram orientados a não praticarem nenhuma atividade física dentro do prazo de 48 horas que precedesse a execução do treinamento de Cross Operacional. As coletas de sangue T0 e T1, ocorreram imediatamente antes do início da sessão e logo após o término da atividade, respectivamente. As amostras coagularam em

temperatura ambiente e centrifugadas à 2800 RPM por um período de 12 minutos, e analisadas logo na sequência.

Todos os dados coletados durante os testes e o resultado do trabalho foram disponibilizados aos participantes da pesquisa, para consulta no Laboratório de Análises Clínicas do IPCFEx.

Análise Estatística

Foi empregado o Software SPSS® 20 como programa estatístico para análise dos dados obtidos durante as sessões de Cross Operacional. O nível de significância adotado foi de 5%, portanto a probabilidade de significância da pesquisa era para $p < 0,05$.

A análise iniciou-se pela realização o teste de Shapiro-Wilk ($n=29$), com o intuito de verificar se a distribuição de dados coletados era aderente à curva normal de distribuição. Confirmada a normalidade dos dados antropométricos, foram utilizadas as medidas de localização (Média), de dispersão (Desvio Padrão) e valores máximos e mínimos. Da mesma forma, confirmada a distribuição da variável Haptoglobina, utilizou-se o teste de ANOVA com medidas repetidas. A esfericidade foi testada e confirmada.

RESULTADOS

Demografia do grupo

O estudo foi realizado com 29 voluntários, todos militares, do sexo masculino, enquadrados nas graduações de Cabo e Soldado, com média de idade de 21,2 anos \pm 1,8 (min=18,8; max=1,88). Os valores das medidas antropométrica são descritas na tabela a seguir.

Tabela 1 – Descritiva da amostra

VARIÁVEL	N	\bar{X}	σ	Mín	Máx
IDADE	29	21,2	1,8	18,8	26,2
ESTATURA (m)	29	1,75	0,07	1,58	1,88
MASSA CORPORAL (Kg)	29	70,3	9,41	53,4	90,1
IMC	29	22,9	2,34	18,5	26,8
PERCENTUAL DE GORDURA	29	16,0	4,8	9,0	25,6
MASSA MAGRA (Kg)	29	55,1	6,9	43,5	71,0

IMC: índice de massa corporal; N: número amostral válido; \bar{X} : média; σ : desvio padrão; Mín: valor mínimo encontrado para cada variável; Máx: valor máximo encontrado para cada variável.

Análise dos resultados

O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para analisar a normalidade dos dados antropométricos e do marcador bioquímico haptoglobina. Confirmada a normalidade dos dados antropométricos, foram utilizadas as medidas de localização (Média), de dispersão (Desvio Padrão) e valores máximos e mínimos, conforme disposto na Tabela 1.

Em relação à estatística inferencial, o marcador bioquímico haptoglobina também apresentou uma distribuição normal. Sendo assim, a análise estatística foi realizada através do teste paramétrico ANOVA com medidas repetidas, mostrado na Tabela 2. Adotou-se como nível de significância $p < 0,05$. A esfericidade foi testada e confirmada.

Tabela 2 – Teste ANOVA com medidas repetidas

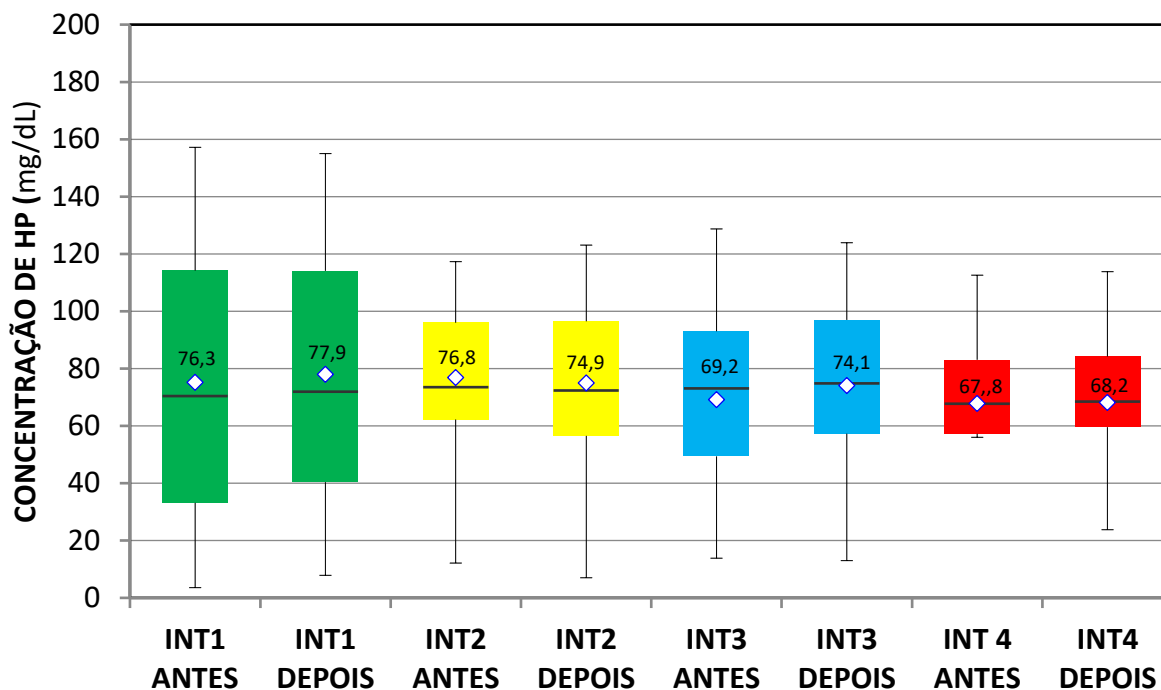
F (6,134) = 0,34206; p = 0,91343			
INT	HP BAS	HP FINAL	N
1	76,3 (\pm 9,2)	77,9(\pm 8,4)	17
2	76,8(\pm 8,7)	74,9(\pm 8,0)	19
3	69,2(\pm 9,5)	74,1(\pm 8,7)	16
4	67,8(\pm 8,4)	68,2(\pm 7,8)	20

INT: intensidade; HP BAS: haptoglobina basal; HP FINAL: haptoglobina final; N: amostras por intensidade.

Observa-se no gráfico relativo ao teste ANOVA com Medidas Repetidas (Figura 1) as concentrações de haptoglobina livre nos períodos anteriores e após a execução das sessões do Cross Operacional, nas 4 intensidades de exercícios. É possível verificar que o valor da ANOVA

($F = 0,32406$; $p = 0,91343$) demonstra que não há diferença significativa antes e depois da realização de cada intensidade do Cross Operacional. Portanto, nenhuma das intensidades foi capaz de alterar a concentração desse marcador.

Figura 1 – Concentração de haptoglobina antes e após a realização do Cross Operacional



CONCENTRAÇÃO DE HP: concentração de haptoglobina livre; INT1 ANTES: concentração de haptoglobina antes do exercício na intensidade 1; INT1 DEPOIS: concentração de haptoglobina após o exercício na intensidade 1; INT2 ANTES: concentração de haptoglobina antes do exercício na intensidade 2; INT2 DEPOIS: concentração de haptoglobina após o exercício na intensidade 2; INT3 ANTES: concentração de haptoglobina antes do exercício na intensidade 3; INT3 DEPOIS: concentração de haptoglobina após o exercício na intensidade 3; INT4 ANTES: concentração de haptoglobina antes do exercício na intensidade 4; INT4 DEPOIS: concentração de haptoglobina após o exercício na intensidade 4.

DISCUSSÃO

A finalidade deste trabalho foi analisar as mudanças nas concentrações de haptoglobina livre antes e imediatamente após a realização das 4 intensidades propostas no método de treinamento Cross Operacional. O estudo apresentou como resultado não haver alterações significativas na variável estudada no momento pré e pós-exercício, bem como não houve diferença entre as intensidades.

De modo a esclarecer os resultados obtidos no presente estudo, deve-se levar em consideração que o Cross Operacional é um método de treinamento em circuito que intercala pequenos trechos de 400 metros (tarefa 1) e 200 metros (entre tarefas) de corrida contínua moderada e exercícios neuromusculares que englobam membros superiores, inferiores e *core* bem como um exercício de corrida intensa em distâncias de 25 e 50 metros (tarefa 12) (4). A distância total de corrida gira em torno de 2400 metros, se somadas o aquecimento, tarefa 1, corridas de 200 metros entre tarefas e tarefa 12. É pertinente ressaltar que cada sessão tem duração total aproximada de 40 minutos.

Peeling et al. apontaram que há queda significativa nos níveis de haptoglobina sérica logo após a realização de corrida contínua bem como em corridas intervaladas, contrapondo-se aos resultados obtidos neste estudo. Vale ressaltar que para o referido experimento usou-se como amostra dez atletas de corrida de *endurance* do sexo masculinos com alto nível de treinamento; outro fator importante foi que os métodos de treino adotados na pesquisa citada foram corrida contínua de 10 Km em um percurso de grama e asfalto, executadas em um tempo médio de 43,7 minutos e 44,1 minutos, respectivamente, e 10 estímulos de corrida intervalada de 1 Km, ritmo de 3,59'/Km e razão trabalho descanso de 2 por 1. (12).

Também há divergência de resultados do presente trabalho se comparado ao estudo de Terink et al., onde foi observado que os níveis de haptoglobina no sangue decrescem significativamente após um dia de realização de atividade física, e sofrem acréscimo nos três dias subsequentes, alcançando valores superiores ao *baseline* no terceiro e quarto dia. Entretanto, o tipo de exercício aplicado à amostra adotada, formada por 50 homens e 48 mulheres com respectivas médias de idade de 58,9 e 50,9 anos, foi uma caminhada durante quatro dias consecutivos, com duração entre oito e dez horas por dia e percorrendo-se 30, 40 ou 50 Km a cada jornada de exercício. (14)

Estudo apresentado por Telford et al. relata um declínio significativo nas taxas de haptoglobina livre logo após o fim do treinamento, atingindo níveis mais baixos uma hora após o exercício, esses mesmos índices apresentaram crescimento nas 6 horas e 24 horas que se seguiram. Entretanto, tal pesquisa diverge dos resultados referentes ao Cross Operacional no que tange a

amostra e métodos utilizados. O estudo empregou dez atletas homens com idade média de 27,8 anos, praticantes de triátlon, treinados, para realizarem uma hora de corrida contínua e uma hora de ciclismo, em sessões distintas, ambas com intensidade de 75% do VO^2 de pico. Telford et al. apontaram ainda que o impacto do solo contra os pés do indivíduo é a principal causa de dano hemolítico no organismo, pois houve diferenças significativas entre o aumento de hemoglobinas livres no plasma sanguíneo pós exercício, sendo maior o acréscimo na corrida contínua, se comparado ao ciclismo (15).

Alonso et al. também relataram resultado divergente da presente pesquisa, ao observarem um aumento significativo nos níveis de haptoglobina sérica após o término do protocolo de exercício. Todavia, foram usados 55 atletas amadores com média de idade de 44,8 anos como amostra para o estudo; o método de exercício adotado fora a “TransPortugal”, um evento de ciclismo que consiste em percorrer uma distância de 1150 Km em um percurso variado através trilhas, ao longo de nove dias consecutivos (16).

Em outro estudo, Peeling et al. puderam concluir que, além de haver um decréscimo significativo nos índices de haptoglobina após treinamento intervalado à 90% do VO^2 de pico, compostos por 10 estímulos de 1 Km (razão esforço e descanso de 2 : 1), este valor sofre uma queda ainda maior, de maneira significativa, quando o mesmo treino é precedido 12 horas antes por uma corrida contínua moderada de 10 Km no *pace* de 4,65 minutos por quilometro. Contudo, tal pesquisa difere do atual trabalho, pois além de utilizar protocolos de treinamento distintos em relação ao Cross Operacional, a amostra adotada foi composta por dez atletas de corrida de *endurance* e triátlon, com idade média de 28,3 anos (17).

Analisando-se a diferença encontrada entre os resultados obtidos no atual estudo e demais trabalhos encontrados na literatura que abordaram a mesma variável, vale ressaltar que a haptoglobina é uma proteína de fase aguda moderada e com variação lenta, podendo permanecer com a concentração alta por mais tempo. Esta pode ter sido a razão da não diminuição significativa de sua concentração após o exercício, que somada ao tipo de atividade proposta, são consideradas as principais razões das diferenças entre os estudos.

Limitações

O estudo em questão foi realizado com uma amostra por conveniência, formada exclusivamente por militares do segmento masculino, com uma faixa etária jovem e que apresentam bom condicionamento físico. Dessa maneira, seus resultados não podem ser extrapolados para a população constituinte do Exército Brasileiro. A análise ficou restrita à haptoglobina, não se mensurando outros possíveis marcadores como os níveis de hemoglobinas livre na corrente sanguínea, o que também pode caracterizar a ocorrência de hemólise no organismo. Ademais, em relação aos

períodos de coleta de sangue, apenas se deu nos momentos pré e pós-exercício, assim sendo, não foi possível observar o comportamento da variável haptoglobina que, como mencionado anteriormente, por ser uma proteína de fase aguda moderada e com variação lenta, poderia sofrer alterações mais significativas nas horas subsequentes ao final das sessões do Cross Operacional.

Sugestões para pesquisas futuras

Para eventuais pesquisas futuras que abordem o mesmo tema, sugere-se que seja adotado um grupo amostral mais diversificado, composto por militares de faixas etárias mais elevadas e diferentes postos e graduações, bem como indivíduos do segmento feminino; também é interessante aplicar o estudo em sujeitos com menor aptidão física. Da mesma maneira, é pertinente realizar os protocolos de teste em outras regiões do Brasil e em outros tipos de terrenos, a fim de se avaliar o impacto do clima e superfície de treino sobre as variáveis analisadas. Assim sendo, o estudo refletirá de maneira mais abrangente a realidade existente no Exército Brasileiro.

Referente aos períodos de coletas das amostras de sangue, é pertinente que também se realize em outros momentos posteriores ao exercício, como por exemplo em 6, 12, 24 e 48 horas após o término da atividade. Com isso, será possível mensurar o comportamento da haptoglobina durante um maior intervalo de tempo e observar se há alguma alteração significativa neste período.

A inclusão de outras variáveis ao estudo também é pertinente, como por exemplo a aferição das taxas de hemoglobina sérica durante os mesmos períodos em que foi avaliada a haptoglobina, uma vez que sua variação em decorrência do exercício reflete a ocorrência de um episódio de hemólise, ou seja, houve dano à estrutura de hemácias e consequente liberação de hemoglobinas livres na corrente sanguínea.

CONCLUSÃO

O estudo aponta que a realização de uma sessão de Cross Operacional, para militares que se enquadram nas características da amostra adotada não causa variação significativa nos níveis de haptoglobina sérica logo após o término da atividade, em nenhuma das quatro intensidades de exercício propostas pelo método, mostrando que não houve dano hemolítico decorrente deste tipo de exercício. O resultado encontrado discorda da hipótese levantada inicialmente, de que haveria queda significativa dos níveis de Hp ao final das sessões, revelando que o referido protocolo de treinamento não oferece possíveis risco à saúde e à segurança do executante, no que tange a ocorrência de hemólise durante esse tipo de atividade física. Todavia, é pertinente que se continue com a realização de pesquisas futuras acerca do mesmo tema em grupos amostrais diferentes do adotado para este trabalho, além da dosagem da Haptoglobina em mais tempo decorrido após o fim da atividade (24hs, 48hs), a fim de se ter conhecimento do possível impacto hemolítico que a prática do treinamento de Cross Operacional pode causar aos militares do Exército Brasileiro.

REFERÊNCIAS

1. Manual EB20-MC-10.350 Treinamento Físico Militar. 4ª. Brasília; 2015. 231 p.
2. Carson M, Jaenen S. The Development of a Preselection Physical Fitness Training Program For Canadian Special Operations Regiment Applicants. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(7): 2–14.
3. Knapik J, Daniels W, Murphy M, Fitzgerald P, Drews F, Vogel J. Physiological factors in infantry operations. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1990; 60(3): 233–8.
4. Caderno de instrução cross operacional. 1ª. Rio de Janeiro; 2017.
5. Maladouangdock J. The Role of Strength and Power in High Intensity Military Relevant Tasks. Master's Theses [Internet]. 2014; 584.
6. Silva FOC da, Macedo DV. Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: Uma visão geral. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 2011; 13(4): 320–8.
7. Lazarim FL, Antunes-Neto JMF, da Silva FOC, Nunes LAS, Bassini-Cameron A, Cameron LC. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. *J Sci Med Sport.* 2009; 12(1): 85–90.
8. Chen C-Y, Hsieh W-L, Lin P-J, Chen Y-L, Mao SJT. Haptoglobin is an Exercise-Responsive Acute-Phase Protein. In: Veas F, editor. *Acute Phase Proteins - Regulation and Functions of Acute Phase Proteins* [Internet]. 2ª. IntechOpen; 2011. p. 289–302.
9. Mateo RJN, Láinez MGL. Anemia do atleta (I): fisiopatologia do ferro. *Rev Bras Med do Esporte.* 2011; 6(3): 108–14.
10. Hamari KAC, Ouissi NIS. Effect of Training Surface on Acute Physiological Responses After Interval Training. *Strength Cond.* 2012; 26(3):697–708.
11. Miller BJ, Pate RR, Burgess W. Foot Impact Force and Intravascular Hemolysis During Distance Running. *Int J Sports Med.* 1988; 9: 56–60.
12. Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Wiegerinck ET, Swinkels DW, et al. Training Surface and Intensity: Inflammation, Hemolysis, and Haptoglobin Expression. *Med Sci Sport Exerc.* 2009; 41(5): 1138–45.
13. Lima DVM de. *Desenhos de Pesquisa: uma Contribuição para Autores.* Online Bras J Nurs. 2011; 10.
14. Terink R, ten Haaf D, Bongers CWG, Balvers MGJ, Witkamp RF, Mensink M, et al. Changes in iron metabolism during prolonged repeated walking exercise in middle-aged men and women. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2018; 118(11): 2349–57.
15. Telford RD, Sly GJ, Hahn AG, Cunningham RB, Bryant C, Smith JA. Footstrike is the major cause of hemolysis during running. *J Appl Physiol.* 2003; 94(1): 38–42.

16. Alonso I, Matos A, Ribeiro R, Gil Āngela, Cardoso C, Sardinha LB, et al. Mountain cycling ultramarathon effects on inflammatory and hemoglobin responses. Vol. 50, *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2018. 353–360 p.
17. Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Wiegerinck ET, Swinkels DW, et al. Cumulative effects of consecutive running sessions on hemolysis, inflammation and hepcidin activity. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 106(1): 51–9.

APÊNDICE 1

Termo de Consentimento Livre E Esclarecido

Você está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada “Influência de um método de treinamento físico militar sobre os marcadores indiretos de dano muscular em militares do Exército Brasileiro”, sob a responsabilidade da pesquisadora do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx), Paula Fernandez Ferreira. Esta pesquisa possui vínculo com o Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad – INTO - através do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético.

Para avaliação de sua composição corporal, você será pesado, sua altura será medida e passará por um exame radiológico visto como referência nesse tipo de avaliação. Para determinação da sua frequência cardíaca máxima, será realizado um teste cardiopulmonar em esteira ergométrica. Em seguida, serão realizados testes físicos para avaliação de sua força muscular.

Após essas avaliações prévias, você executará uma sessão do método de treinamento físico militar “Cross Operacional”, preconizado pelo Exército Brasileiro e que, portanto, já faz parte de sua rotina na Organização Militar. O tempo médio de duração do método de treinamento físico militar será de 35 minutos.

Profissionais habilitados e experientes coletarão quatro amostras do seu sangue: antes da execução do “Cross Operacional”, imediatamente após, 24 e 48 horas após. A partir dessas amostras coletadas serão determinadas as variações nos níveis de marcadores de dano muscular.

Os riscos gerais dessa pesquisa estão relacionados com o esforço físico (lesões musculoesqueléticas, náuseas e vertigens), que ocorrem com baixa frequência em condições controladas. Quanto aos riscos relacionados com a coleta sanguínea, pode ocorrer mínima dor local e hematoma gerado pela agulha de coleta.

No caso de ocorrer algum tipo de desconforto durante o estudo, será realizado um imediato atendimento pela equipe de saúde. Entretanto, caso você seja acometido por algum dano comprovadamente originado pelas avaliações propostas no projeto, é garantida a indenização pela instituição ou pessoal aos envolvidos na pesquisa.

Você é livre para deixar a pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ou coação. Além disso, a qualquer momento você pode perguntar caso surjam dúvidas sobre a avaliação e o projeto. Você terá acesso aos resultados ao final da conclusão da pesquisa.

Em nenhum momento sua identidade será revelada. Essas avaliações não terão finalidade de seleção, classificação ou caráter eliminatório. Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa e ela ocorrerá durante seu horário de expediente no quartel.

Esperamos que os participantes desta pesquisa, assim como os demais militares do Exército Brasileiro, sejam beneficiados com os resultados alcançados. Esse estudo visa aprofundar o conhecimento sobre os efeitos agudos nos marcadores de dano muscular relacionados à prática do “Cross Operacional” em diferentes níveis de intensidade.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida ao voluntário. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos e, após esse tempo, serão destruídos.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

_____, ____ de _____ de 20 ____.

Nome / Assinatura do Voluntário: _____

Assinatura do Pesquisador Responsável: _____

Termo de Consentimento elaborado em concordância à portaria no 466 de 12 de novembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde – Diretrizes e Normas para a Realização de Experimentos com Seres Humanos.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (CCFEx)

Av. João Luiz Alves, s/n - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22291-090 - Tel: (21) 2586-2000

Contato da pesquisadora responsável: Paula Fernandez Ferreira – Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército (IPCFEx) - Av. João Luiz Alves, s/n - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22291-090 - Tel.: (21) 2586-2256 / 98187-6032

ANEXO 1

Intensidades de Exercício do Cross Operacional

TAREFAS	SÉRIE VERDE (30s de execução) Intensidade 1	SÉRIE AMARELA (40s de execução) Intensidade 2	SÉRIE AZUL (50s de execução) Intensidade 3	SÉRIE VERMELHA (60s de execução) Intensidade 4
Nr 1	Corrida de 400m em ritmo moderado e execução de 40 polichinelos			
Nr 2	Isometria de quadríceps com apoio em parede (30s)	Isometria de quadríceps com apoio em parede (40s)	Isometria de quadríceps com apoio em parede (50s)	Isometria unilateral de quadríceps com apoio em parede (total de 60s, sendo 30s para cada perna)
Nr 3	Prancha lateral com apoio do antebraço (30s em cada lado do corpo)	Prancha lateral com apoio do antebraço e elevação vertical estática de perna (40s em cada lado do corpo)	Prancha lateral com apoio do antebraço e movimento vertical de perna (50s em cada lado do corpo)	Prancha lateral com apoio do antebraço e movimento lateral de perna (60s em cada lado do corpo)
Nr 4	Sugado (05 repetições)	Sugado com salto (07 repetições)	Sugado com salto e flexão de braço com rotação lateral de tronco (09 repetições)	Sugado com salto e flexão de braço com elevação de pernas (11 repetições)
Nr 5	Abdominal supra com extensão de braços (máximo de execuções em 30s)	Abdominal bilateral (bicicleta) com flexão e extensão alternada de pernas e rotação de tronco (máximo de execuções em 40s)	Abdominal remador sem contato das pernas com o chão (máximo de execuções em 50s)	Abdominal canivete (máximo de execuções em 60s)
Nr 6	Prancha lateral com apoio do antebraço + inclinação de tronco e flexão de quadril com perna apoiada e dobrada ao solo (máximo de execuções em 30s para cada lado)	Prancha lateral com apoio do antebraço + inclinação de tronco e flexão de quadril com perna apoiada e dobrada ao solo (máximo de execuções em 40s para cada lado)	Prancha lateral com apoio do antebraço + inclinação de tronco e flexão de quadril com perna estendida (máximo de execuções em 50s para cada lado)	Prancha lateral com apoio do antebraço + inclinação de tronco e flexão de quadril com perna estendida (máximo de execuções em 60s para cada lado)
Nr 7	Propriocepção de tornozelo (30s em cada pé de apoio)	Propriocepção de tornozelo (40s em cada pé de apoio)	Propriocepção de tornozelo com olhos fechados (50s em cada pé de apoio)	Propriocepção de tornozelo + flexão e extensão de coxa (60s em cada pé de apoio)
Nr 8	Salto horizontal combinado (05 repetições)	Salto horizontal combinado (07 repetições)	Salto horizontal combinado (09 repetições)	Salto horizontal combinado (11 repetições)
Nr 9	Parada do apoio de frente (30s na posição)	Parada do apoio de frente e elevação de pernas (20s na posição para cada perna)	Parada do apoio de frente com apoio no cotovelo e elevação de perna e braço contrários (25s na posição para cada perna)	Parada do apoio de frente com apoio em uma mão e elevação de perna e braço contrários (30s na posição para cada perna)
Nr 10	Afundo (10 repetições, 5 em cada perna)	Afundo (14 repetições, 7 em cada perna)	Afundo (18 repetições, 9 em cada perna)	Afundo (22 repetições, 11 em cada perna)
Nr 11	Flexão de braços com elevação de pernas (10 repetições)	Flexão de braços com rotação lateral de tronco (14 repetições)	Flexão de braços com flexão e rotação lateral coxa (18 repetições)	Flexão de braços com perda de contato das mãos com o solo (22 repetições)
Nr 12	Corrida rápida (3x25 m – 1x50 m)	Corrida rápida (4x25 m – 2x50 m)	Corrida rápida (5x25 m – 3x50 m)	Corrida rápida (8x25 m – 4x50 m)

Quadro Nr 1 – Tarefas e Séries do Cross Operacional

ANEXO 2

Velocidade da Corrida de 200 metros

RESULTADO NO TAF	SÉRIE VERDE INTENSIDADE 1 (Sem controle de velocidade)	SÉRIE AMARELA INTENSIDADE 2 (70% da velocidade máxima do TAF)	SÉRIE AZUL INTENSIDADE 3 (80% da velocidade máxima do TAF)	SÉRIE VERMELHA INTENSIDADE 4 (90% da velocidade máxima do TAF)
	Tempo de execução dos 200m (em segundos)			
2000-2400m	Feita com percepção subjetiva de esforço de intensidade leve para moderada. O militar deve sentir-se apto para realizar o próximo exercício.	85-100	75-90	65-80
2450-2850m		72-84	63-74	55-64
2900-3400m		60-71	52-62	47-54
Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) de Borg (Quadro Nr 3)	Escala de esforço 3	Escala de esforço 4 e 5	Escala de esforço 6	Escala de esforço 7

Quadro Nr 2 – Controle da Velocidade nos 200m

ANEXO 3

Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg

CLASSIFICAÇÃO	DESCRITOR
0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	Difícil
7	Muito difícil
8	Muito difícil
9	Muito difícil
10	Máximo

Quadro 3 - Escala de percepção de esforço de Borg (1982), modificada por Foster et al. (2001).