



Impacto da Velocidade Crítica Operacional na Percepção Subjetiva de Esforço em Bombeiros Militares

Impact of Operational Critical Velocity on Rating of Perceived Exertion in Military Firefighters

Ana Flávia Gavron de Sousa¹, Guilherme Augusto Picolotto², Anderson Caetano Paulo³

RESUMO

Neste estudo, foi examinada a estratégia de velocidade de subida de escadas utilizada por bombeiros em situações de combate a incêndios e resgates. Tradicionalmente, os bombeiros escolhem uma velocidade autosselecionada para subir escadas, ajustando seu ritmo de passo de acordo com sua preferência para minimizar o consumo de energia. No entanto, foi introduzida a ideia de usar a velocidade crítica (VC), uma velocidade que pode ser mantida por um longo período sem exaustão, como uma estratégia alternativa. Realizamos testes com 16 bombeiros militares, comparando a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) entre a velocidade autosselecionada e a velocidade crítica. Descobrimos que a estratégia de VC resultou em uma PSE significativamente menor, sugerindo uma percepção reduzida de esforço. Além disso, a maioria dos bombeiros optou por usar a VC em situações de resgate real, indicando sua disposição para adotar essa abordagem inovadora. Esses resultados têm o potencial de melhorar a eficiência das operações de combate a incêndios e resgates. Foram realizados 64 testes com 16 bombeiros (4 testes com cada participante) no período de 10/03/2023 a 02/04/2023.

PALAVRAS-CHAVE: Busca e Resgate. Carga de Trabalho. Profissionais de Segurança Pública.

ABSTRACT

In this study, the stair climbing speed strategy used by firefighters in firefighting and rescue situations was examined. Traditionally, firefighters choose a self-selected speed for climbing stairs, adjusting their step rate according to their preference to minimize energy consumption. However, the idea of using critical speed (CS), a speed that can be sustained for an extended period without exhaustion, was introduced as an alternative strategy. We conducted tests with 16 military firefighters, comparing Subjective Rate of Perceived Exertion (RPE) between self-selected speed and critical speed. We found that the CS strategy resulted in significantly lower RPE, suggesting reduced perception of effort. Moreover, most firefighters chose to use CS in real rescue situations, indicating their willingness to adopt this innovative approach. These findings have the potential to enhance the efficiency of firefighting and rescue operations. 64 tests were conducted with 16 firefighters (4 tests with each participant) from March 10, 2023, to April 2, 2023.

KEYWORDS: Workload. Search and Rescue. Tactical Personnel.

INTRODUÇÃO

A tarefa de subida de escadas com rapidez, tanto para combater incêndios quanto para o resgate de vítimas, é fundamental para o trabalho dos bombeiros. Determinadas situações nas quais elevadores não estão disponíveis, torna-se necessário que os bombeiros enfrentem o desafio do deslocamento vertical em edifícios, o qual gera um esforço físico considerável para alcançar o andar sinistrado. Pois, todo o equipamento

¹ Bolsista DIREC-CT (Edital 009/2022). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: anasousa.2018@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6110461054382197>.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil e Corpo de Bombeiros Militar do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: Guilherme.picolotto@bm.pr.gov.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5354919009328929>.

³ Docente no Curso Educação Física/Departamento Acadêmico de Educação Física/Programa de Extensão TFESP. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: acpaulo@utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8496217600578214>.



necessário para a missão deve ser transportado através das escadas (como equipamentos de proteção individual e respiratória, lanterna e ferramentas). À vista disso, é crucial um condicionamento físico elevado, bem como estratégias de ritmo de trabalho eficazes.

Tradicionalmente, usa-se uma velocidade autosselecionada para chegar até o local da ocorrência. Essa velocidade é definida como uma velocidade em que uma pessoa caminha de forma natural, ajustada de forma intuitiva, escolhendo um ritmo de passo que minimize o gasto energético durante a atividade (ZARRUGH, TODD e REALSTON, 1974). Essa velocidade varia em função do número de degraus, do condicionamento físico e do grau de imprevisibilidade de esforço no local. Esse tipo de tarefa pode levar o bombeiro a quase atingir sua frequência cardíaca máxima (SMITH *et al.*, 1997). Portanto, é necessário verificar se a velocidade autosselecionada fornece condições ao bombeiro para chegar ao local sinistrado em bom estado físico para realizar um resgate.

Além da velocidade autosselecionada, atletas de corrida, natação e ciclismo têm adotado a velocidade crítica (VC) como parâmetro para otimizar sua performance. Essa velocidade é conceituada como a mais alta intensidade de exercício que teoricamente pode ser mantida por um longo período e sem exaustão (SMYTH; MUNIZ-PUMARES, 2020). Definir uma cadência ideal para melhorar o desempenho pode ser auxiliada por meio da aplicação da velocidade crítica. Essa estratégia poderia produzir menos metabólitos como lactato, hidrogênio e fosfato inorgânico, além de minimizar a sensação de fadiga. Logo, tal enfoque pode ser favorável para a atuação dos bombeiros, permitindo-lhes enfrentar as demandas físicas com maior eficácia.

Pelo nosso conhecimento, a utilização da VC na subida de escadas ainda não foi estudada em bombeiros militares. Porém, há estudos que mostraram que o aumento da percepção subjetiva de esforço (PSE) está diretamente associada ao acúmulo de metabólitos e maior ativação do comando central, indicando o aparecimento de fadiga e exaustão precoce (JONES *et al.*, 2008; MURGATROYD *et al.*, 2011). Perante o exposto, comparar a PSE entre as condições de velocidade autosselecionada e velocidade crítica poderá contribuir para responder a essa questão.

OBJETIVO

Comparar o ritmo de subida de escada com a Percepção Subjetiva de Esforço nas velocidades autosselecionada e crítica.

MATERIAIS E MÉTODOS

PARTICIPANTES

Para esse estudo foram selecionados 16 bombeiros militares da ativa pertencentes ao Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMMPR). Os bombeiros voluntários tinham em média $36,6 \pm 6,7$ anos, $83,3 \pm 2,3$ kg massa corporal, $176,5 \pm 1,3$ cm estatura e $12,6 \pm 1,2$ anos de serviço.



A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, conforme Parecer nº 5.515.761 e autorização do Comando Geral.

LOCAL

A coleta de dados foi realizada no Condomínio Residencial Hyde Park (33 pavimentos), localizado no município de Curitiba-Paraná.

PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A PSE é uma ferramenta que permite avaliar o quanto o indivíduo está se esforçando durante uma atividade física. É uma avaliação pessoal e subjetiva da intensidade do esforço, levando em consideração sensações como a dificuldade respiratória, a fadiga muscular e o cansaço geral. É uma avaliação de fácil aplicação que não requer equipamentos complexos e não atrapalha a continuidade do trabalho. Um método comum para medir a PSE é a escala de percepção de esforço de Borg, que varia de 6 a 20. Nessa escala, um valor mais baixo indica um esforço leve, enquanto um valor mais alto indica um esforço intenso. Os participantes registraram as suas classificações de percepção de esforço (Borg 6- 20) (BORG, 1982) em todos os testes imediatamente após o término destes.

Figura 2 – Escala de Borg

Os 15 graus para percepção subjetiva de esforço, escala PSE.

6	
7	Extremamente leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco difícil
14	
15	Difícil
16	
17	Muito difícil
18	
19	Extremamente difícil
20	

Fonte: BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, v. 5, p. 377–381, 1982.

PROCEDIMENTOS

Utilizando-se um cronômetro e a escala de PSE, os bombeiros foram submetidos a quatro testes de subida de escadas. O participante estava equipado com o EPI contemplando: jaqueta e calça do conjunto de aproximação, botas, luvas, capacete Gallet F-1, balaclava, 5º RUPM “B” – EDUCAÇÃO FÍSICA composto por camiseta meia manga vermelha e calção vermelho e colete de peso de 20,9 kg. Nos dois primeiros testes, o



participante foi instruído a subir 10 e 20 andares do edifício num ritmo pessoal (autosseleccionado) o mais rápido possível. Já nos dois últimos testes de subida de escadas o participante foi instruído a subir 10 e 20 andares do mesmo edifício em ritmo constante, determinado pelo cálculo da VC com base nos seus resultados nos testes anteriores, balizados pela cadência pré-ajustada no aplicativo para *smartphone* Pro Metronome, transmitida ao indivíduo por meio de um par de fones de ouvido *Bluetooth* acondicionados nos ouvidos do participante sob a balaclava. Cada toque produzido pelo aplicativo equivale a um degrau subido. Todos os testes foram separados por 72 horas e o participante foi orientado a realizar os testes alimentado e hidratado (não foi controlado) e sem prática de atividade física vigorosa nas 24 horas anteriores aos testes.

Na presente pesquisa a VC foi calculada pela diferença do número de degraus entre 10 e 20 andares dividido pela diferença de tempo que o bombeiro militar demorou para subir 10 e 20 andares.

$$VC = \frac{N_{20} - N_{10}}{T_{20} - T_{10}}$$

N_{10} = número de degraus em 10 andares;

N_{20} = número de degraus em 20 andares;

T_{10} = tempo para subir 10 andares;

T_{20} = tempo para subir 20 andares.

Sabendo que o conceito de VC para subir escadas foi uma novidade para 100% dos bombeiros militares participantes, foram questionados a respeito de qual estratégia utilizaria para uma tarefa de regaste real: a) velocidade autosseleccionada vs b) velocidade crítica.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As estratégias de subida foram representadas de forma descritiva na figura 3. Para comparar as respostas de PSE entre as condições autosseleccionada vs velocidade crítica utilizou-se o teste t pareado, considerado o $p < 0,05$.

RESULTADOS

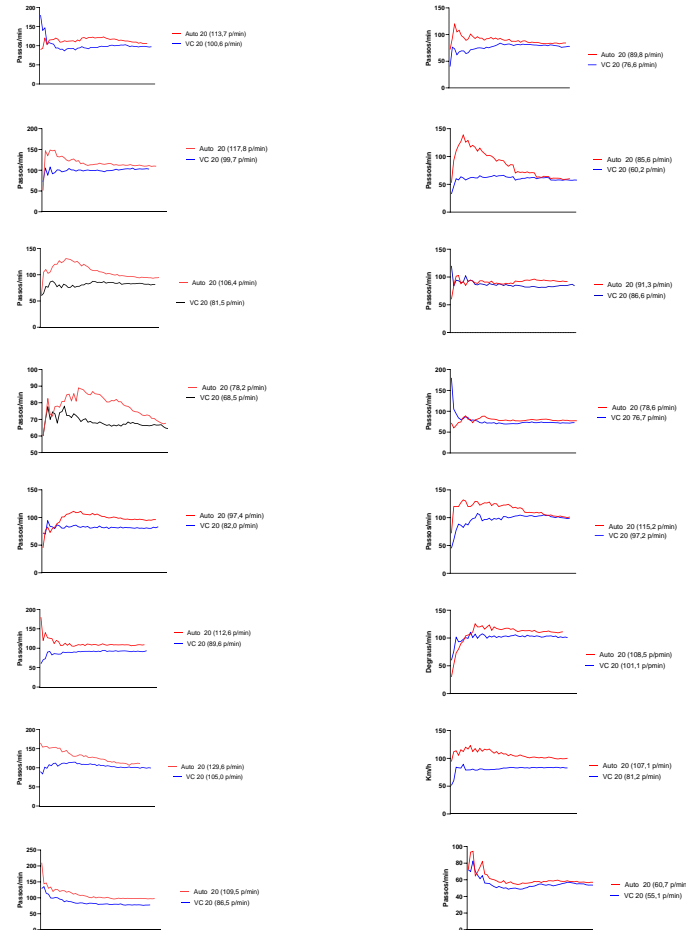
O teste t pareado relevou diferença significativa entre as médias. A estratégia VC apresentou menores valores de PSE ($16,25 \pm 1,61$ vs $15,19 \pm 2,07$ $p < 0,05$). Sobre a escolha de estratégia de ritmo, 81,25% dos bombeiros revelaram que utilizariam a estratégia de VC para subir 20 andares em uma ocorrência real.

DISCUSSÃO

Esse estudo fez parte das ações de pesquisa, ensino e extensão do Programa de Extensão do TFESP que monitora a saúde e performance física de policiais militares e bombeiros militares.



Figura 3 – Estratégias de subida de escadas com velocidade autosselecionada (Auto 20) e com velocidade crítica operacional (VC 20) para 20 andares.



Fonte: o autor, 2023.

O principal achado foi que a estratégia de VC resultou em menores valores de PSE em comparação com a abordagem de velocidade autosselecionada. A PSE, mostrou-se significativamente menor quando os bombeiros adotaram a estratégia de VC. Isso é indicativo de que a utilização da VC pode levar a uma percepção de esforço reduzida, possivelmente devido à otimização do ritmo de subida.

Os resultados são consistentes com estudos anteriores que associaram o aumento da PSE ao acúmulo de metabólitos como lactato e cortisol, bem como à ativação do comando central, indicando fadiga e exaustão precoce. A VC pareceu minimizar a produção desses metabólitos e, por consequência, a sensação de fadiga. Isso é fundamental para o desenvolvimento de atividades de resgate de vítimas ou de combate ao incêndio, pois ao final da subida de escadas os bombeiros chegam ao andar sinistrado.

É importante destacar que a adoção da VC por parte dos bombeiros participantes foi considerável, com 81,25% optando por essa estratégia em detrimento da velocidade autosselecionada. Isso sugere que os bombeiros estão dispostos a experimentar novas abordagens que possam otimizar sua eficácia em situações de combate a incêndios.



Salienta-se que a estratégia de VC foi uma inovação implementada em bombeiros experientes (média 13 anos de profissão), ao notarem a redução na PSE, conseguem reagir com maior agilidade contribuindo para a redução do risco de acidentes.

Os bombeiros do 2º Subgrupamento de Bombeiros pertencente ao 6º Grupamento de Bombeiros, realizaram uma instrução técnico profissional de combate a incêndios em edificação elevada, utilizando a mesma estratégia desta pesquisa. Isso ressalta a importância das atividades extensionistas.

AGRADECIMENTOS

Queremos através deste agradecer a DIREC-CT (Edital 009/2022) - Apoio a projetos e programas de extensão universitária.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, v. 5, p. 377–381, 1982.

JONES, A. M. et al. Muscle metabolic responses to exercise above and below the “critical power” assessed using 31P-MRS. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, v. 294, p. 585–593, 2008.

MURGATROYD, S. R. et al. Pulmonary O₂ uptake kinetics as a determinant of highintensity exercise tolerance in humans. *Journal of Applied Physiology*, v. 110, n. 6, p. 1598–1606, jun. 2011.

SMITH, D. L. et al. The effects of different thermal environments on the physiological and psychological responses of firefighters to a training drill. *Ergonomics*, v. 40, n. 4, p. 500–510, 1 abr. 1997.

SMYTH, B.; MUNIZ-PUMARES, D. Calculation of Critical Speed from Raw Training Data in Recreational Marathon Runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 52, n. 12, p. 2637–2645, 2020.

ZARRUGH, M. Y.; TODD, F. N.; RALSTON, I. J. Optimization of Energy Expenditure during Level Walking. *Europ. J. appl. Physiol*, v. 33, n. t974, p. 293–306, 1974.