

Protocolo experimental em container para testes de trajes de combate a incêndio

Experimental protocol in container for tests on firefighting suits

Cristiano Corrêa^{1*}, Anderson Souto de Castro¹, José do Carmo Bezerra Júnior¹, Herivelto Alves Bezerra¹; José Jeferson Rêgo Silva², Cristóvão José Diniz Feitosa²; Tiago Ancelmo Pires²

RESUMO

Este artigo apresenta um protocolo experimental para teste de equipamentos de proteção individual, ou trajes de combate a incêndio em presença de fogo real, tendo por principal valência aferida o conforto térmico. Utilizou-se para tanto um container de treinamento para combate a incêndio, uma carga incêndio em madeira mista e disposição parametrizada, a partir de estatísticas de incêndios em uma grande cidade brasileira, e equipamentos e instalações de aferição térmica. Foram testados três trajes, com dois experimentos cada, onde apenas um alcançou o objetivo, ou seja, não ofereceu temperaturas aferidas internas que superassem 50° C, no período de 15 minutos de teste.

Palavras-chave: Trajes de Combate a Incêndio; Combate a Incêndio; Protocolo Experimental.

ABSTRACT

This article presents an experimental protocol for test on individual protection equipment, or firefighting suits in the presence of real fire, having as main value to be measured the thermic comfort. For that we've used a container of training to firefight, a fire charge in mixed wood, and parameterized distribution, taken from fire statistic in a Brazilian big city, and equipment and settings for thermic measuring. We tested three suits, with two experiments each, where only one reached the goal, i.e., it didn't offer internal temperatures measured over 50 degrees Celsius, during a period of 15 minutes of test.

Keywords: Firefighting Suit; Firefighting; Experimental Protocol

¹ Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco

*E-mail: cristianocorreacbmpe@gmail.com

² Universidade Federal de Pernambuco

INTRODUÇÃO

O combate a incêndio é precedido de uma preparação específica, onde os profissionais são apresentados a uma formação teórica combinada com exaustivas seções de preparação física e posteriormente intensos exercícios técnicos e táticos que simulam alguns dos diversos cenários de incêndios a serem enfrentados pelos bombeiros (CORRÊA, *et al.*, 2015).

Contudo, além da plena preparação física e técnica, o exercício de combater incêndios exige uma equipagem adequada que proporcione ao seu usuário a segurança e confiança necessárias ao desempenho da função. Dentre estes equipamentos o traje de combate a incêndio (Capa, Calça, Botas, Bala-Clava, Capacete e Luvas) é um elemento fundamental (BRAGA, LISBOA NETO e SALAZAR, 2016).

Assim um dos desafios dos Corpos de Bombeiros é a escolha do traje adequado para os seus componentes. Valências como: peso, conforto, mobilidade e custo são alguns dos principais parâmetros para a eleição do traje de cada corporação de bombeiros.

Existem normas internacionais para confecção e testes destes trajes (EN 469, EN 367, NFPA 1971), contudo inexistem no Brasil norma específica. Mesmo a utilização das normativas internacionais são limitadas. Em laudo técnico recente, um laboratório credenciado afirma: ‘os resultados obtidos mediante este método de ensaio pretende unicamente classificar os materiais. **Não necessariamente são aplicáveis a condições de fogo reais**’ (AITEK, 2018), referindo-se ao teste intitulado Determinação da Transmissão de Calor durante exposição a chamas.

Este estudo apresenta um protocolo experimental para a mensuração do conforto térmico das calças e capas de combate a incêndio, em condições de fogo real, utilizando experimento de queima em escala natural.

MÉTODO

Neste protocolo um bombeiro profissional e experiente posiciona-se nas proximidades de elementos de paletes em madeira mista, com peso total de 38 kg, divididos em duas ‘fogueiras’ de 19kg nos dois vértices da área de queima de um container de treinamento de pré-flashover.

O bombeiro que veste o traje em teste, posiciona-se a 5m de distância do ponto central do fundo do contêiner na posição de combate a três pontos.

Antes do teste são afixados termopares tipo K na parte interna e externa da calça (altura medial do fêmur) e na capa (próximo ao mamilo).

Para buscar o acompanhamento das temperaturas no ambiente (gases) de incêndio, foram mensuradas as temperaturas através de 03 medições (0,5m 1,5m e 2,1m) em uma haste de arame a 3,8m de distância do fundo do container, baseando-se em experiência análoga realizada em estrutura de alvenaria[4]. As distâncias de aferições, a carga-incêndio utilizada e a forma de mensuração foram definidas a partir de três seções de pré-testes realizados nos meses que antecederam os testes. Nestes pré-testes foram experimentados distintas configurações para a carga-incêndio e localizações para o bombeiro com o traje testado e a haste com mensuração da temperatura da queima, buscando aproximar-se da realidade expressa no combate a incêndio modal na cidade de Recife, Brasil (CORRÊA, *et al.*, 2015; CORRÊA, *et al.*, 2019).

O monitoramento foi realizado nas imediações do container, como se vê na figura 1:

Figura 1 – Preparação para o Experimento



Fonte: Resultados da pesquisa, fotos dos autores.

Mesmo compreendendo que a carga-incêndio no contêiner era bem inferior a usada em treinamentos de Combate a Incêndio, e que os usuários dos trajes eram bombeiros componentes da equipe de instrução do Corpo de Bombeiros, medidas de segurança foram adotadas.

Medidas de Segurança

Inicialmente, em toda instrução e experimento com fogo real em contêiner, adota-se o teste dos equipamentos individuais e hidráulicos antes do evento, bem como é exigido pelo menos duas (fonte principal e reserva) formas de suprimento de água operando em vazão e pressão adequada. Como também a ambulância equipada e tripulada acompanha toda a queima.

Neste caso específico, no caso da temperatura interna do traje exceder 50°C o teste era interrompido, visando a preservação da integridade do usuário do traje.

Dentro do contêiner além do bombeiro que vestia o traje testado, tinha-se mais dois combatentes com o objetivo de promover a segurança do primeiro. Na entrada do contêiner estava posicionado um bombeiro-segurança de posse de uma linha de combate a incêndio armada e pressurizada, bastando o acionamento deste profissional, para lançar água pulverizada nas chamas. Do lado direito e 1,5m a retaguarda, do elemento em teste, se posicionava o segundo bombeiro-segurança, o qual tinha por tarefa ajudar o testado em caso de mau súbito ou qualquer outra intercorrência. O dispositivo dos bombeiros-seguranças pode ser melhor compreendido na figura 2 a seguir:

Figura 2 – Localização dos Bombeiros-Seguranças



Foram testados três trajes (Calça e Capa) de fabricações distintas e com pesos e características diferentes, por 15 minutos de incêndio.

Os trajes, antes dos testes com fogo real, foram usados intensamente em treinamentos de bombeiros por um período de 30 horas, buscando chegar as condições mais próximas da realidade destas vestimentas.

Estes, trajes disponíveis para testes, foram cedidos por seus fabricantes à equipe de pesquisa, e visando manter a confidencialidade acordada, serão aqui intitulados de SA, SE e SI, conforme figura 3 a seguir. Contudo os dados obtidos nos ensaios foram cedidos exclusivamente aos proprietários dos equipamentos(trajes), ou seja cada fabricante teve acesso apenas aos resultados do seu traje.

Figura 3 – Imagem dos trajes testados



Fonte: Resultados da pesquisa, fotos dos autores.

DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Foram realizados dois testes com cada traje no dia 19 de novembro de 2018, em um período de preparação e testes sucessivos, iniciados as 08h e com término as 19h.

Os incêndios tiveram temperaturas máximas próximas a 450°C a 2,1m. Repercutindo em temperaturas externas nos trajes em aferições que suplantaram 110°C. Como dito, cada traje foi testado duas vezes e apenas um obteve o desempenho

esperado, ou seja manter, durante os 15 minutos totais de teste, em sua parte interna (calça e capa concomitantemente) temperaturas inferiores a 50°C (LAWSON, MELL e PRASAD, 2010), ofertando o que foi convencionado nesta pesquisa como conforto térmico.

A definição de 50°C como limiar de conforto térmico ou limite de segurança, advém do estudo apresentado por Lawson, Mell e Prasad (2010) no qual foi estimado que a pele humana ao entrar em contato com temperaturas semelhantes, em poucos minutos, poderá sofrer queimaduras de primeiro grau.

Em sequência imagens dos testes propriamente ditos iniciando pelo acendimento, início de chamas e desenvolvimento.

Figura 4 – Experimento de Queima em Escala Real



Fonte: Resultados da pesquisa, fotos dos autores.

O cronograma dos seis ensaios é resumido na tabela a seguir:

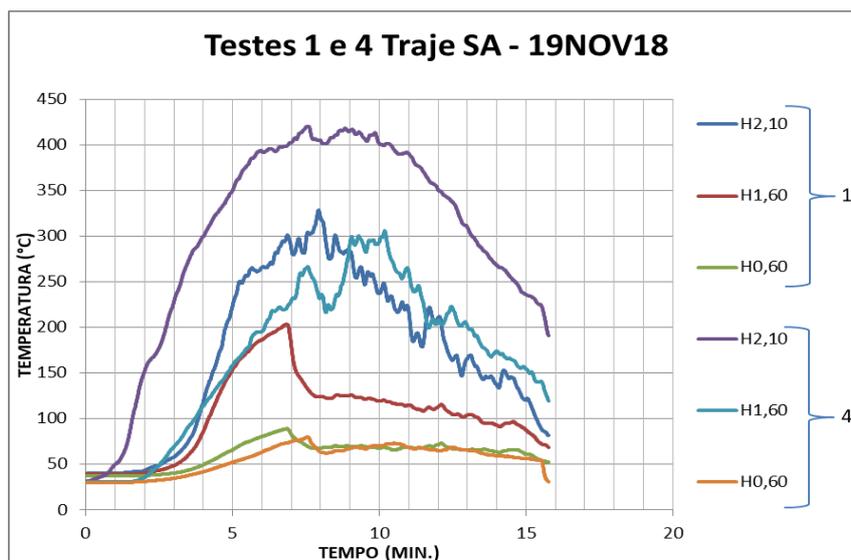
Tabela 1- Cronograma de Ensaio com os Trajes de Combate a Incêndio.

Testes	Horário de Início	Código do Traje testado
1	08:43h	SA
2	09:26h	SE
3	10:42h	SI
4	12:08h	SA
5	15:37h	SE
6	17:12h	SI

Resultados do Traje SA

O traje SA foi alvo dos testes de número 1 e 4 (Tabela 1), as queimas ou incêndios controlados tiveram as seguintes aferições na haste vertical que se posicionava a 3,8m do fundo do contêiner:

Figura 5 – Temperaturas no Ambiente durante os testes com o Traje SA



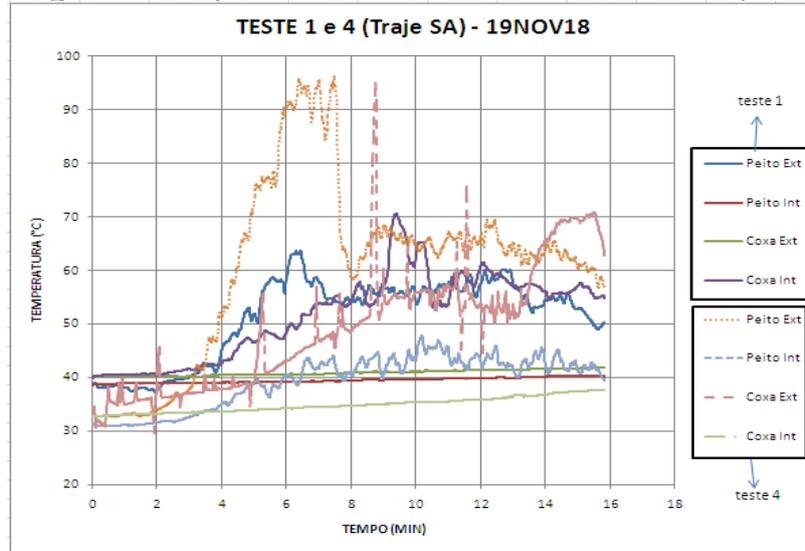
Fonte: Resultados da pesquisa.

Verifica-se que como este traje foi o primeiro a ser testado (teste 1) têm-se uma temperatura no ambiente bem diferente nos dois testes (1 e 4). Isso não ocorre nos demais ensaios, a provável causa é a condição de temperatura ambiente em que o contêiner se encontrava antes do primeiro teste.

A partir desta constatação, em testes futuros se aconselha uma pré-queima, isto é a colocação do fogo na mesma carga incêndio sem ninguém no interior do ambiente, sendo os trajes testados apenas da segunda queima em diante.

As temperaturas aferidas nas faces interna e externa da roupa nos dois testes do traje SA são verificadas na figura 6 a seguir:

Figura 6 – Temperaturas nas Faces Interna e Externa no Traje SA



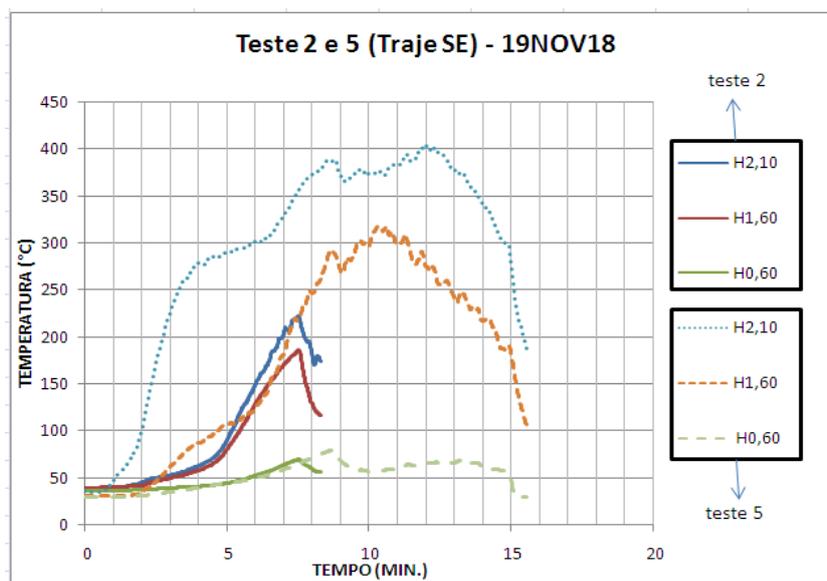
Fonte: Resultados da pesquisa.

Os testes com este traje (SA) foram cumpridos por todo tempo previsto (15 min) não chegando as temperaturas internas ao limite estipulado (50°C) e não havendo nenhuma intercorrência com o usuário.

Resultados do Traje SE

Nos testes de número 2 e 5 o traje testado foi o convencional como SE, sendo utilizado os mesmos parâmetros de queimas e aferições relatados acima. As temperaturas no ambiente de queima são expressos a seguir:

Figura 7 – Temperaturas Média no Ambiente durante os testes com o Traje SE



Fonte: Resultados da pesquisa.

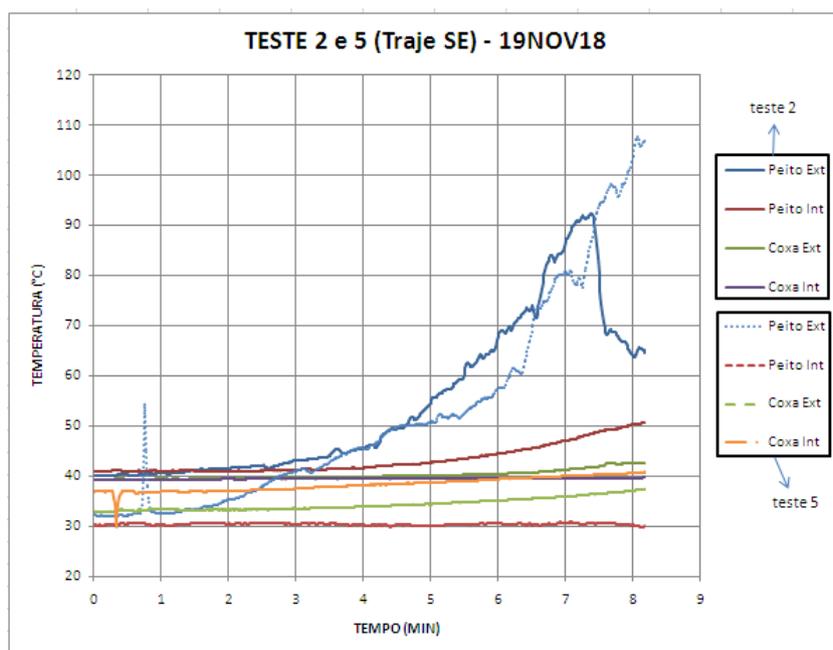
As aferições das temperaturas ambientes nos testes do traje SE não completaram os 15 minutos, pois tais testes são interrompidos (ambos) antes, visto que as temperaturas no interior do traje ultrapassou os 50°C. No teste 2, antes mesmo do nono minuto o termopar interno da capa ultrapassou o limite adotado como tolerável.

No teste 5, a interrupção foi aos 14 minutos, com o aumento (acima de 50°C) da temperatura interna na calça.

Em ambas situações o teste foi interrompido, o bombeiro com o traje foi informado recuando em sua posição e o bombeiro-segurança na entrada do contêiner avançou contendo as chamas.

Em sequência os dados de temperatura medidos nas duas faces das roupas:

Figura 8 – Temperaturas nas Faces Interna e Externa no Traje SE

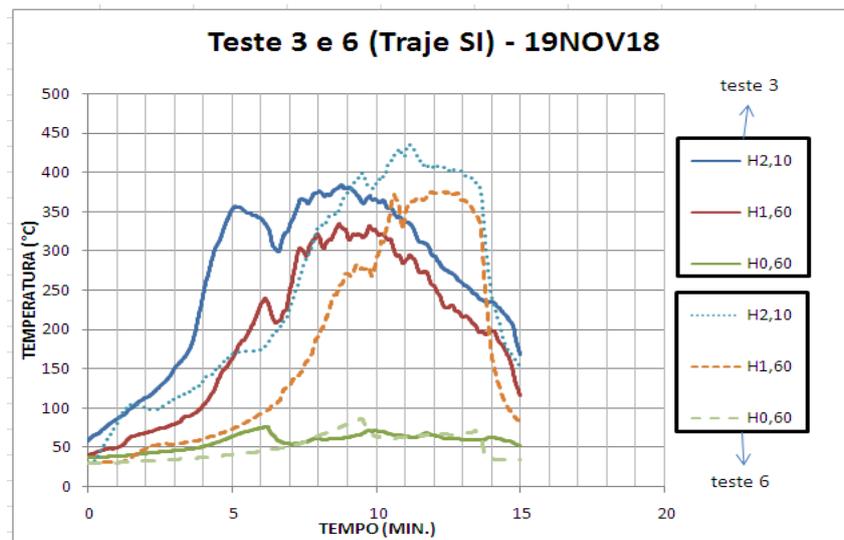


Fonte: Resultados da pesquisa.

Resultados do Traje SI

O traje SI foi alvo dos testes de número 3 e 6, em perspectiva análoga as anteriores. As temperaturas ambientais podem ser estimadas a partir dos dados a seguir:

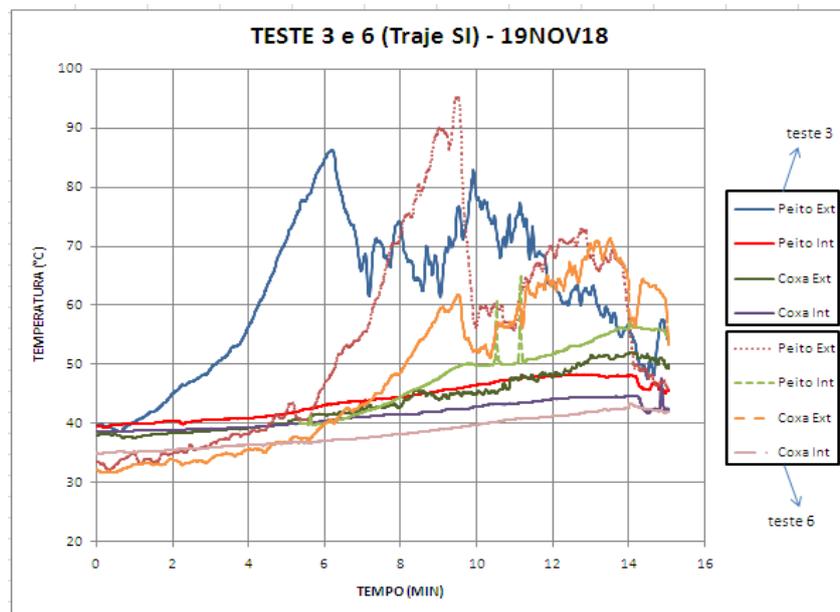
Figura 9 – Temperaturas no Ambiente durante os testes com o Traje SI



Fonte: Resultados da pesquisa.

Em sequência os resultados das temperaturas dos termopares afixados no interior e exterior do traje SI:

Figura 10 – Temperaturas nas Faces Interna e Externa no Traje SI



Fonte: Resultados da pesquisa.

Nos testes com o traje SI, verifica-se que as temperaturas internas estiveram compatíveis com o limite estipulado como tolerável (50°C) no teste 3. Contudo no teste de número 6, por volta dos 11 minutos a temperatura no peito interno do usuário elevou-se um pouco acima deste limite.

CONCLUSÕES

Neste artigo foi apresentado um protocolo experimental, com condições de fogo real, para a averiguação do conforto térmico dos trajes de Combate a Incêndios, equipamentos primordiais para todos os serviços de emergência com este fim.

Três trajes de fabricantes distintos foram testados duas vezes em condições semelhantes, buscando averiguar se nos testes, a temperatura interna da calça e capa do traje atingiam ou não o limite adotado como tolerável (50°C). O traje aqui convencionado como SA passou em ambos, mostrando-se seguro segundo os parâmetros da pesquisa. Já o traje SE atingiu a temperatura interna limite em ambos ensaios. E finalmente o traje SI apresentou comportamento termico adequado em um dos ensaios e no outro superou ligeiramente a temperatura limítrofe nos últimos minutos de teste.

Este protocolo, uma vez aperfeiçoado e popularizado, pode permitir que os diversos Corpos de Bombeiros possam realizar testes de conforto térmico com os trajes que atualmente usam, buscando os parâmetros (carga-incêndio) que julgar adequado a sua realidade e principalmente instrumentalizar os setores logísticos de informações objetivas para aquisições futuras.

REFERÊNCIAS

AITEX, Textile Research Institute. **Relatório de Ensaio n. 2018_CO_1090**. 2018, p. 63.

ANNEX, B. **NFPA 1971** Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting.

BRAGA, George C., LISBOA NETO, J.P.; SALAZAR, H.F. A Temperatura e Fluxo de Calor em uma situação de Incêndio e as consequências para os Bombeiros. **Revista Flammae**, v.2, n.4, p.09-28, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21628/2359-4837/flammae.v2n4p9-28>>.

CORRÊA, Cristiano, BEZERRA JUNIOR, José C., RÊGO SILVA, José J.; PIRES, T. A., BERLIE, Helican; de MENEZES, Roberto R. F. **Trajes Para Combate a Incêndios e o Conforto Térmico: Um Estudo Comparativo**. In: 4º Congresso Ibero-Latino-Americano de segurança Contra Incêndio. Anais[...] Recife, Livro Rápido, 2017.

CORRÊA, Cristiano; RÊGO SILVA, José J.; PIRES, Tiago A.; BRAGA, George C. Mapeamento de Incêndios em Edificações: Um estudo de caso na cidade do Recife. **Rev. de Eng. Civil IMED**, v.2, n.3, p.15-34, 2015. Disponível em:<<https://core.ac.uk/download/pdf/233174966.pdf>>.

CORRÊA, Cristiano; RÊGO SILVA, José J.; PIRES, Tiago A.; de MELO, Izabela A. V.; BRAGA, George C. Edifício Modal: Uma representação para o Estudo de Incêndios na cidade de Recife. **CIENTEC - Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades**, v.10, n.1, p.37-46, 2019. Disponível em:<<http://revistas.ifpe.edu.br/index.php/cientec/article/view/181/79>>.

EUROPEAN STANDARD, final draft, **EN 469** (1994) Protective clothing for fire fighters. August 1994, European Committee for Standardization, Brussels.

LAWSON, J. R.; MELL, W. E. & Prasad, K. A Heat Transfer Model for Firefighters' Protective Clothing, Continued Developments in Protective Clothing Modeling. **Fire technology**, v.46, n.4, 833-841, 2010. Disponível em: <[researchgate.net/publication/226516443_A_Heat_Transfer_Model_for_Firefighters%27_Protective_Clothing_Continued_Developments_in_Protective_Clothing_Modeling](https://www.researchgate.net/publication/226516443_A_Heat_Transfer_Model_for_Firefighters%27_Protective_Clothing_Continued_Developments_in_Protective_Clothing_Modeling)>.

Recebido em: 10/08/2022

Aprovado em: 12/09/2022

Publicado em: 21/09/2022