ISSN: 1519-7859 https://doi.org/10.4322/rae.v15e202105

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA

Revista Ação Ergonômica

www.abergo.org.br

AVALIAÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO EM VIATURAS UTILIZADAS NOS SERVIÇOS DE RADIOPATRULHAMENTO NA OPERAÇÃO VERÃO NOS MUNICÍPIOS DE CARAGUATATUBA E SANTOS / SP

Ana Carolina Russo

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho: São Paulo, São Paulo, BR

E-mail: ana.russo@fundacentro.gov.br

RESUMO

O trabalho dos policiais, no decorrer de sua jornada de trabalho, exige além de preparo físico, preparo psicológico e cognitivo. Todos estes fatores contribuem negativamente para o conforto físico e mental desses profissionais. Considerando que no verão as temperaturas dentro das viaturas podem ultrapassar o intervalo de temperatura entre 20 e 23°C (condição de conforto térmico), recomendado pela Norma Regulamentadora (NR) 17, e que os policiais em atividade de radiopatrulhamento, geralmente, não fazem uso de ar condicionado, esse trabalho se propôs a analisar as condições de estresse térmico a que estão submetidos os policiais militares do estado do Estado de São Paulo, sob a luz das normas e procedimentos vigentes, quando da realização de serviços de radiopatrulhamento motorizado em Caraguatatuba (litoral norte) e Santos (litoral sul). Os dados obtidos mostram que há a necessidade iminente de adequação da atividade para melhorar a condição de conforto térmico dentro das viaturas.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse Térmico. NR 17. Análise de Riscos.

ABSTRACT

The police profession requires physical, psychological, and cognitive preparation. All these factors contribute negatively to the physical and mental comfort of these professionals. Considering that in summer the temperatures inside the vehicles, it exceed the range recommended by the Regulatory Standard (NR) 17, from 20 to 23°C (condition of thermal comfort), and that the police officers in radio patrolling activity generally do not make use of air conditioning. This paper proposed a thermal stress analyze during the police work, under the light of the theory and a case of study, during the performing of radio patrol services in Caraguatatuba (north coast) and Santos (south coast) in Sao Paulo State. The data obtained show that there is an imminent need to adapt the activity to improve the condition of thermal comfort within the vehicles.

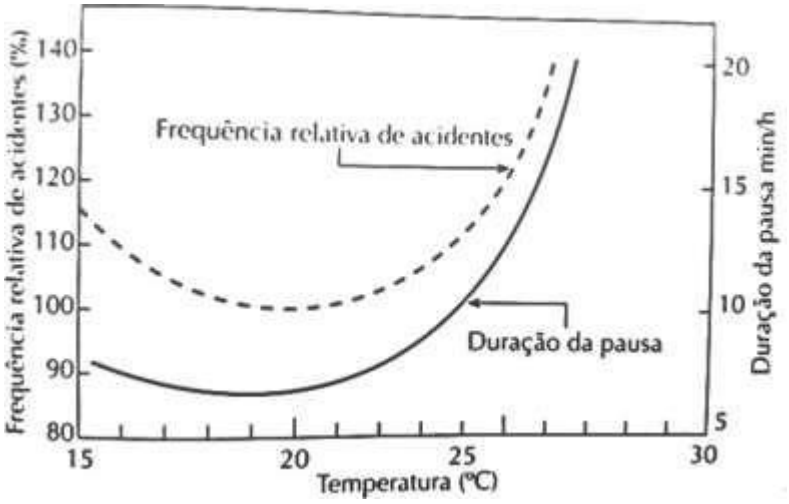
KEYWORDS: Thermal Stress. NR 17. Risk Analysis.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente de trabalho, influenciado pela exigência do mercado, alta produtividade e elevada competitividade, pode desencadear diversos efeitos negativos na saúde do trabalhador rural, inclusive naqueles que trabalham na viticultura. Condições ambientais desfavoráveis, como o

excesso de calor, são fontes de tensão no trabalho, causando desconforto, aumentando o risco de acidentes, além de provocar danos à saúde (IIDA e BUARQUE, 2016). A Figura 1 apresenta o crescimento da frequência relativa de acidentes em função do aumento da temperatura

Figura 1 – Influência da temperatura ambiental em uma tarefa de carregamento de carvão



Fonte: (IIDA e BUARQUE, 2016)

O trabalho deve ser realizado na zona de conforto térmico, que pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, de variáveis como: umidade relativa (UR) e temperatura do ambiente (TA) com a atividade lá desenvolvida e com a vestimenta usada pelas pessoas (RUAS, 1999). Grande parte dos trabalhos disponíveis na literatura sobre conforto térmico enfocam na questão do conforto atrelado a ambientes construídos (BERMEJO e colab., 2012; FILIPPÍN e FLORES LARSEN, 2012; KITOUS e colab., 2012). Dessa forma, observa-se a necessidade de pesquisas relacionadas ao conforto térmico de trabalhadores embarcados (MEDEIROS, 2014).

Um dos ambientes de trabalho cada vez mais comuns no século XXI é o automóvel, que é utilizado por motoristas, taxistas e até mesmo pelas forças armadas, como no caso da realização da atividade de radiopatrulhamento por parte das Polícias Militares e Civis (MEDEIROS, 2014). O trabalho dos policiais, no decorrer de sua jornada de trabalho, exige além de preparo físico, preparo psicológico e cognitivo (AÑEZ, 2003). Além das questões ambientais do trabalho, geralmente, o policial está equipado com instrumentos como: armas, algemas, cassetete, colete a prova de balas, além do próprio fardamento, interferindo de maneira significativa no conforto térmico dos indivíduos, uma vez que aumenta o nível de resistência térmica (SIMÕES, 2003). Todos estes fatores contribuem negativamente para o conforto físico e mental dos agentes deste tipo de trabalho (MEDEIROS, 2014).

Anualmente de dezembro a fevereiro ocorre a “Operação Verão”, em que 16 municípios do litoral sul e norte de São Paulo têm o policiamento reforçado. Considerando que no verão as temperaturas dentro das viaturas podem ultrapassar os 25 °C, e que os policiais em atividade de radiopatrulhamento, geralmente, não fazem uso de ar condicionado, pois permanecem com os vidros abertos, esse trabalho se propôs a analisar as condições de estresse térmico a que estão submetidos os policiais militares do estado do Estado de São Paulo, sob a luz das normas e procedimentos vigentes (BRASIL, 1978a; FUNDACENTRO, 2001), quando da realização de serviços de radiopatrulhamento motorizado em Caraguatatuba (litoral norte) e Santos (litoral sul) no 20° e 6° Batalhão de Polícia Militar do Interior (BPMI), respectivamente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta das variáveis ambientais (temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo, umidade relativa do ar e temperatura ambiente) se deu através da instalação do aparelho medidor de estresse térmico (calibrado) HMTGD-1800, marca HIGHMED (Figura 1) no interior do veículo para que o mesmo pudesse coletar os dados térmicos enquanto a atividade de radiopatrulhamento era realizada. Esse medidor, além de medir as variáveis climáticas, fornece diretamente os valores do Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), conforme estabelecido na NR15 e Normas de Higiene Ocupacional (NHO) 6 (BRASIL, 1978a; FUNDACENTRO, 2001), e sua faixa de atuação está entre -20ºC até +70ºC.

Figura 2 - Medidor de estresse térmico

Fonte: Próprio autor

Como pode ser observado na Figura 2 o equipamento foi posicionado no centro do painel da viatura, de modo a coletar as informações (a cada um minuto) de maneira mais homogênea possível, ininterruptamente por 24h (turno do dia e da noite) ao longo de 6 dias em cada município (Caraguatatuba e Santos).

Para o cálculo do IBUTG (BRASIL, 1978a; FUNDACENTRO, 2001) foi considerada a condição de ambiente interno, ou seja, sem incidência de carga solar direta pois se trada de uma avaliação realizada no interior da viatura, conforme Equação 1.

$$IBUTG = 0{,}7_{tbn} + 0{,}3_{ttt} \qquad (1)$$

Em que:

- Tbn: temperatura de bulbo úmido natural ºC
- Tg: temperatura de globo ºC

A determinação do IBUTG máximo permitido está atrelada à taxa metabólica requerida na atividade laboral, que pode ser obtida na NHO 6 (FUNDACENTRO, 2001).

Quando o trabalhador está exposto a duas ou mais situações térmicas diferentes, deve ser determinado o IBUTG média ponderada, obtido a partir da Equação 2, utilizando-se os valores de IBUTG representativos das distintas situações térmicas que compõem o ciclo de exposição do trabalhador avaliado.

$$IBUTG = \frac{IBUTG_1 \times t_1 + IBUTG_2 \times t_2 + \cdots + IBUTG_i \times t_i + \cdots + IBUTG_n \times t_n}{60} \qquad (2)$$

Em que:

- $IBUTG$ = IBUTG médio ponderado no tempo em ºC

- IBUTGi = IBUTG da situação térmica "i" em °C
- ti = tempo total de exposição na situação térmica "i" em minutos, no
- período de 60 minutos corridos mais desfavorável
- i = iésima situação térmica t1 + t2 + ... + ti + ... + tn = 60 minutos

O limite de exposição ocupacional ao calor é o valor de IBUTG máximo permissível correspondente ao tipo de atividade, determinada a partir do valor da taxa metabólica (M) para a condição de exposição avaliada, conforme Tabela 1. Este limite é válido para trabalhadores sadios, aclimatados, completamente vestidos com calça e camisa leves, e com reposição adequada de água e sais minerais.

Vale destacar que os valores utilizados na Equação 2 foram os referentes ao período de 60 minutos mais desfavorável da jornada de trabalho, conforme exigência da NHO 6 (FUNDACENTRO, 2001).

Tabela 1 - Máximo Valor de IBUTG médio para cada grau do metabolismo

Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora)	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	Até 30	Até 26,7	Até 25,0
45 minutos de trabalho, 15 minutos de descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos de trabalho, 30 minutos de descanso	30,7ºC a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos de trabalho, 45 minutos de descanso	31,5ºC a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não se é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2ºC	Acima de 31,1	Acima de 30,0

Fonte: NR15 (BRASIL, 1978a)

Nesse artigo, a atividade de radiopatrulhamento foi considerada contínua e Moderada (Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas). Dessa forma, o limite estabelecido para o IBUTG corresponde ao valor de no máximo 26,7 °C.

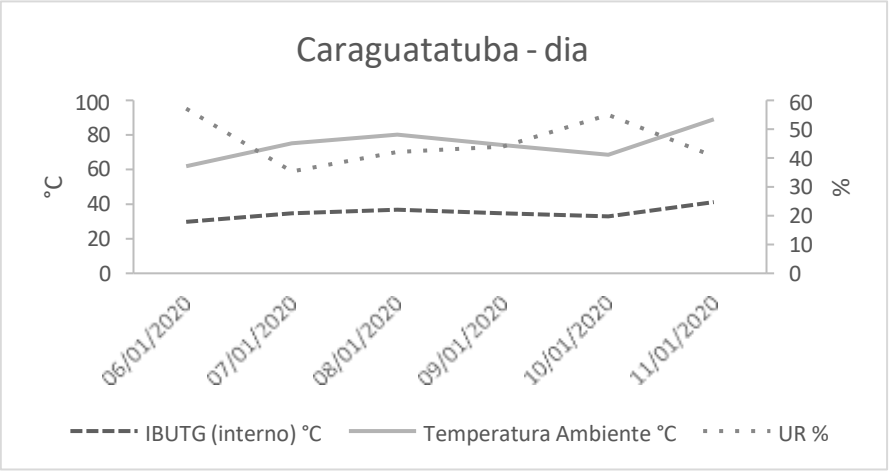
3. RESULTADOS

A Tabela 2 e a Figura 3 apresentam os dados obtidos nas análises realizadas em Caraguatatuba no período diurno (06:00 às 18:00).

Tabela 2 – Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno diurno no município de Caraguatatuba (Litoral Norte de SP)

Data	IBUTG (interno) °C	Temperatura Ambiente °C	UR %
06/01/2020	29,7	32,1	57,1
07/01/2020	34,6	40,5	35,3
08/01/2020	36,7	43,4	42,1
09/01/2020	34,6	39,5	43,9
10/01/2020	32,8	35,7	54,9
11/01/2020	41,1	47,9	40,5

Figura 3 - Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno diurno no município de Caraguatatuba (Litoral Norte de SP)

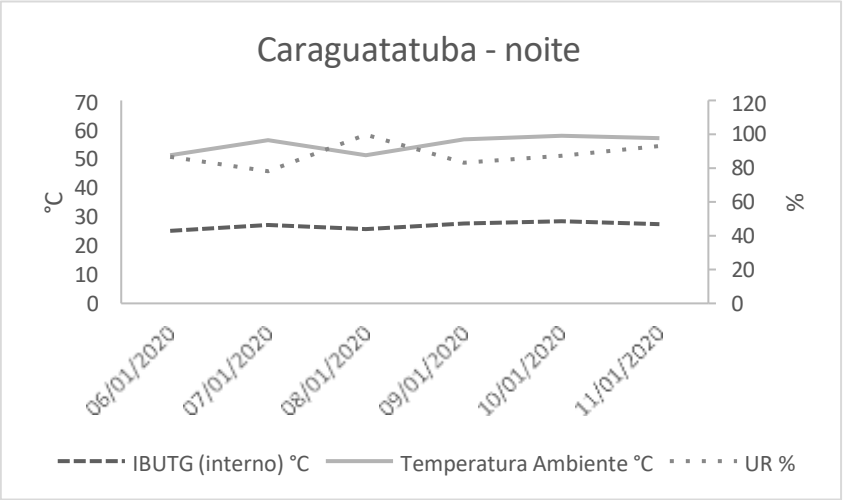


A Tabela 3 e a Figura 4 apresentam os dados obtidos nas análises realizadas em Caraguatatuba no período noturno (18:00 às 06:00).

Tabela 3 – Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno noturno no município de Caraguatatuba (Litoral Norte de SP)

Data	IBUTG (interno) °C	Temperatura Ambiente °C	UR %
06/01/2020	25,0	26,1	86,6
07/01/2020	27,0	29,3	78,1
08/01/2020	25,6	25,5	99,7
09/01/2020	27,5	29,1	83,1
10/01/2020	28,3	29,5	87,2
11/01/2020	27,3	29,7	93,0

Figura 4 - Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno noturno no município de Caraguatatuba (Litoral Norte de SP)



Como pode ser observado na Tabela 1, o IBUTG máximo permitido seria de 26,7,6 °C. Dessa forma, como pode ser constatado na Tabela 2, todos os dias amostrados (no período diurno)

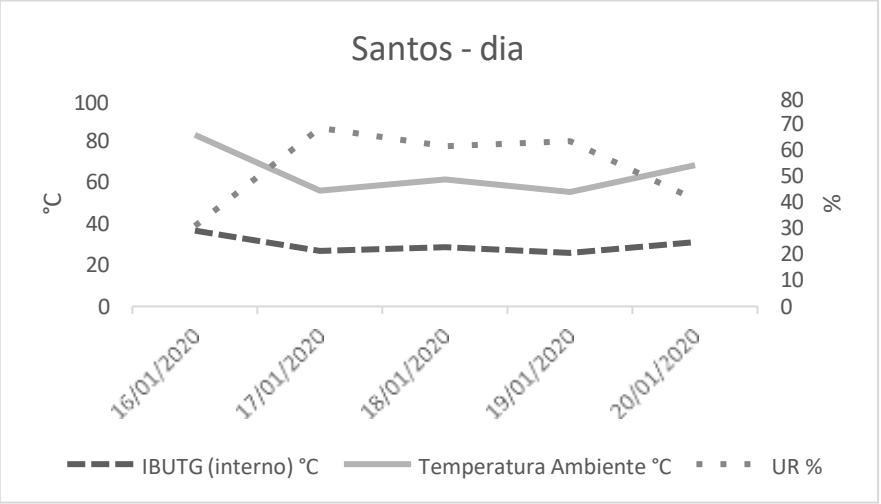
tiveram o valor excedido quando comparado ao permitido em norma. E no período noturno (Tabela 3), o IBUTG foi excedido em 4 dos 6 dias de análise e apresenta uma Umidade Relativa alta, o que dificulta a troca térmica.

A Tabela 4 e a Figura 5 apresentam os dados obtidos nas análises realizadas em Santos no período diurno (06:00 às 18:00).

Tabela 4 – Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno diurno no município de Santos (Litoral Sul de SP)

Data	IBUTG (interno) °C	Temperatura Ambiente °C	UR %
16/01/2020	36,6	46,3	31,1
17/01/2020	26,8	29,2	69
18/01/2020	28,6	32,8	61,9
19/01/2020	25,8	29,5	63,9
20/01/2020	31,0	37,3	41,4
21/01/2020	34,2	43,0	28,3

Figura 5 - Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno diurno no município de Santos (Litoral Sul de SP)

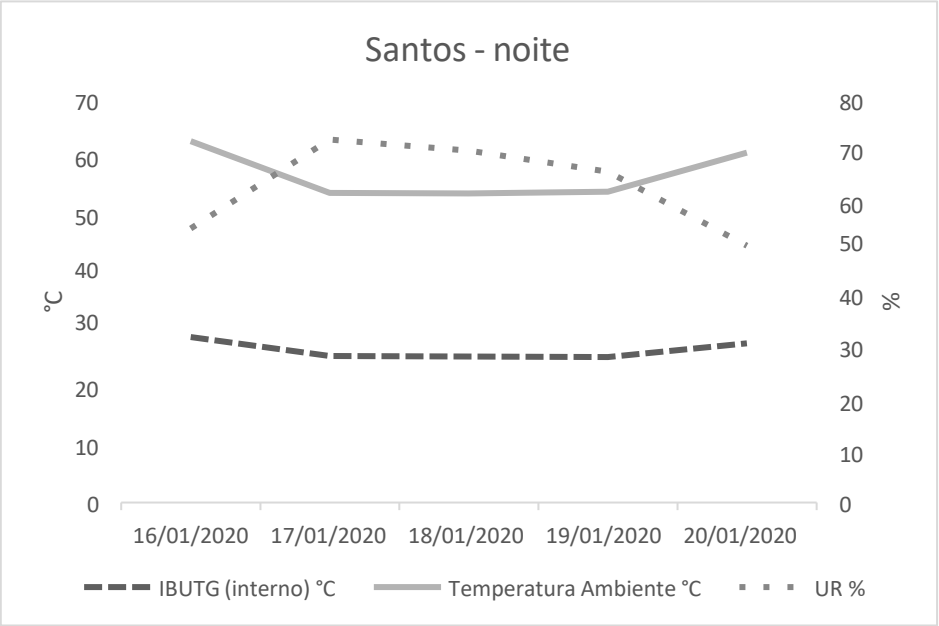


A Tabela 5 e a Figura 6 apresentam os dados obtidos nas análises realizadas em Santos no período noturno (18:00 às 06:00).

Tabela 5 – Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno noturno no município de Santos (Litoral Sul de SP)

Data	IBUTG (interno) °C	Temperatura Ambiente °C	UR %
16/01/2020	28,8	34,1	54,5
17/01/2020	25,5	28,4	72,2
18/01/2020	25,4	28,4	70,0
19/01/2020	25,3	28,8	65,8
20/01/2020	27,7	33,2	51,1
21/01/2020	28,6	35,0	45,7

Figura 6 - Valores médios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente e Umidade Relativa no turno diurno no município de Santos (Litoral Sul de SP)



Em Santos, apenas no dia 19/01/2020, no período diurno (Tabela 4), o valor do IBUTG não excedeu o permitido, e a noite (Tabela 5), em 3 dos 6 dias o limite foi ultrapassado.

Com relação a Temperatura Ambiente, todas as condições analisadas ultrapassam o limite de 25 °C estabelecidos pela NR17 (BRASIL, 1978b).

Ao considerarmos o impacto da vestimenta sobre o conforto térmico dos policiais é necessário efetuar uma correção sobre o valor do limite do IBUTG. Essa correção, está atrelada ao isolamento térmico da vestimenta, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Isolamento térmico das vestimentas dos policiais

Isolamento térmico (Icl)	
Roupa de baixo	0,03 clo
Camiseta	0,19 clo
Japona	0,69 clo
Calças	0,28 clo
Meias	0,03 clo
Botas	0,10 clo
Boina	0,01 clo
Colete	0,22 clo
Total	1,55 clo

O isolamento térmico total das vestimentas, conforme dados apresentados na Tabela 6, foi obtido através das somas do respectivo isolamento referente a cada item do fardamento dos policiais (MEDEIROS, 2014).

A ORCBS - The Office of Radiation, Chemical and Biological Safety (THE OFFICE OF RADIATION, 1999) apresenta os valores de correção (Tabela 7).

Tabela 7 - Correção do IBUTG para diferentes tipos de roupas

Tipo de roupa	Valor de Icl (clo)	Correção do IBUTG (ºC)
Uniforme de trabalho de verão	0,6	0
Capa de algodão	1,0	-2
Proteção contra a umidade, permeável	1,2	-4
Uniforme de trabalho de inverno	1,4	-6

Fonte: ORCBS(THE OFFICE OF RADIATION, 1999)

Desta forma, considerando que o isolamento térmico estabelecido para a vestimenta utilizada pelos policiais militares de São Paulo quando da realização do radiopatrulhamento foi de 1,55 clo (Tabela 6), de forma a utilizar a correção proposta pelos autores supracitados, adotou-se a correção do IBUTG em -6º C. Logo, corrigindo os Limites de Exposição ao calor constantes na NR-15, considerando o isolamento térmico corretos, tem-se a Tabela 8.

Tabela 8 - Limites de exposição ao calor para atividade de radiopatrulhamento

Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora)	Moderado
Trabalho contínuo	Até 20,7
45 minutos de trabalho, 15 minutos de descanso	20,8 a 22,0
30 minutos de trabalho, 30 minutos de descanso	22,1 a 23,4
15 minutos de trabalho, 45 minutos de descanso	23,5 a 25,1
Não se é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 25,1

Fonte: Adaptado de Norma Regulamentadora – NR 15 (BRASIL, 1978a)

Sendo assim, considerando o impacto da vestimenta sobre a atividade o novo limite de 20,7 °C foi ultrapassado em todas as condições e ambientes analisados nesse trabalho.

4. CONCLUSÃO

Os resultados das avaliações do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo indicam a necessidade iminente de adequação da atividade de radiopatrulhamento realizadas durante a Operação Verão. Tanto o litoral norte quanto o litoral sul do estado de São Paulo apresentaram valores acima dos permitidos em norma no período analisado.

Dessa forma, sugere-se o ajuste do isolamento térmico das vestimentas (feitos em materiais mais leves, que possibilite uma maior troca de calor entre os policiais e o ambiente térmico) e o uso do ar-condicionado dentro das viaturas.

5. REFERÊNCIAS

AÑEZ, Ciro Romelio Rodriguez. Sistema de avaliação para a promoção e gestão do estilo de vida saudável e da aptidão física relacionada à saúde de policiais militares. 2003. Universidade Federal de Santa Catarina , Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/84715/194330.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 fev 2020.

BERMEJO, Pablo e colab. Design and simulation of a thermal comfort adaptive system based on fuzzy logic and on-line learning. Energy and Buildings, v. 49, p. 367–379, Jun 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora no 15, de 08 de junho. . Brasil: [s.n.]. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>. , 1978a

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora no 17, de 08 de junho. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>. Acesso em: 17 nov 2017b. , 1978

FILIPPÍN, C. e FLORES LARSEN, S. Summer thermal behaviour of compact single family housing in a temperate climate in Argentina. Renewable and Sustainable Energy Reviews. [S.l: s.n.]. , Jun 2012

FUNDACENTRO. Normas de Higiene Ocupacional NHO 06 - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor. 2001. São Paulo: [s.n.], 2001. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2012/9/nho-01-procedimento-tecnico-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-ruido>.

IIDA, Itiro e BUARQUE, Lia. Ergonomia: Projetos e Produção. São Pauo: Blucher, 2016.

KITOUS, Samia e BENSALEM, Rafik e ADOLPHE, Luc. Airflow patterns within a complex urban topography under hot and dry climate in the Algerian Sahara. Building and Environment, v. 56, p. 162–175, Out 2012.

MEDEIROS, ELAINE GONÇALVES SOARES DE. Estudo termoambiental em viaturas utilizadas nos serviços de radiopatrulhamento no estado da paraíba. 2014. 1–130 f. Universidade Federal da Paraíba, 2014.

RUAS, Álvaro César. Conforto térmico nos ambientes de trabalho. [S.l.]: FUNDACENTRO, 1999. Disponível em: <file:///C:/Users/russo/OneDrive - Instituto Maua de Tecnologia/Disciplinas/Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho-pdf.pdf>.

SIMÕES, Márcia Clara. Formulação de um repositor hidroeletrolítico para o trabalho físico ostensivo de policiais militares, adaptado as variações climáticas de Florianópolis. 2003. Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86571/191995.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 fev 2020.

THE OFFICE OF RADIATION, Chemical and Biological Safety. Msu Employee Guidelines For Working In Hot Environments. [S.l: s.n.], 1999.

VERNON, H. M. e BEDFORD, T. The Relation of Atmospheric Conditions to the Working Capacity and the Accident Bate of Coal Miners. Industrial Fatigue Research Board Report. Medical Research Council, n. 39, 1927.