



## EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO EN VEHÍCULOS UTILIZADOS EN LOS SERVICIOS DE RADIOPATRULLA EN OPERACIÓN VERANO EN LOS MUNICIPIOS DE CARAGUATATUBA Y SANTOS / SP

Ana Carolina Russo<sup>1\*</sup>

### Resumen

---

El trabajo de los agentes de policía, durante su jornada laboral, requiere no solo de una preparación física, sino también psicológica y cognitiva. Todos estos factores contribuyen negativamente al confort físico y mental de estos profesionales. Considerando que en verano las temperaturas en el interior de los vehículos pueden superar el rango de temperatura entre 20 y 23°C (condición de confort térmico), recomendada por la Norma Reguladora (NR) 17, y que los policías en actividad de radiopatrullaje generalmente no utilizan aire acondicionado, este trabajo propuso analizar las condiciones de estrés térmico a las que están sometidas las policías militares del estado de São Paulo, a la luz de las normas y procedimientos vigentes, cuando se realicen servicios de radiopatrullaje motorizado en Caraguatatuba (costa norte) y Santos (costa sur). Los datos obtenidos muestran que existe una necesidad inminente de adaptar la actividad para mejorar las condiciones de confort térmico en el interior de los vehículos.

**Palabras clave:** Estrés térmico. NR 17. Análisis del riesgo.

## EVALUATION OF HEAT STRESS IN VEHICLES USED IN RADIO PATROL SERVICES IN THE SUMMER OPERATION IN THE MUNICIPALITIES OF CARAGUATATUBA AND SANTOS / SP

### Abstract

---

The work of police officers, during their work day, requires not only physical preparation, but also psychological and cognitive preparation. All of these factors negatively contribute to the physical and mental comfort of these professionals. Considering that in the summer the temperatures inside police vehicles can exceed the temperature range of between 20 and 23°C (thermal comfort condition), recommended by Regulatory Standard (NR) 17, and that police officers on patrol duty generally do not use air conditioning, this study aimed to analyze the thermal stress conditions to which military police officers in the state of São Paulo are subjected, in light of the current standards and procedures, when performing motorized patrol duty in Caraguatatuba (north coast) and Santos (south coast). The data obtained show that there is an imminent need to adapt the activity to improve the thermal comfort condition inside police vehicles.

**Keywords:** Heat Stress. NR 17. Risk Analysis.

---

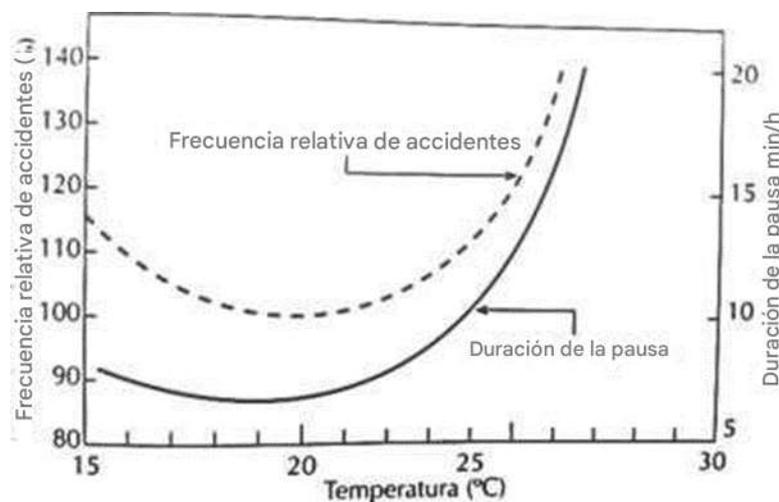
<sup>1</sup> Fundação Jorge Duprat Figueiredo para la Seguridad y Medicina en el Trabajo.\*  
ana.russo@fundacentro.gov.br.



## 1. INTRODUCCIÓN

El entorno laboral, influenciado por las demandas del mercado, la alta productividad y la alta competitividad, puede desencadenar varios efectos negativos en la salud de los trabajadores rurales, incluidos los que se dedican a la viticultura. Las condiciones ambientales desfavorables, como el calor excesivo, son fuentes de estrés en el trabajo, causando malestar, aumentando el riesgo de accidentes, además de causar daños a la salud (IIDA y BUARQUE, 2016). [La figura 1](#) muestra el aumento de la frecuencia relativa de accidentes en función del aumento de la temperatura

Figura 1 – Influencia de la temperatura ambiente en una tarea de carga de carbón



Fuente: (IIDA y BUARQUE, 2016)

El trabajo debe realizarse en la zona de confort térmico, que puede definirse como la sensación de bienestar que experimenta una persona, como resultado de la combinación satisfactoria, en este ambiente, de variables como: la humedad relativa (HR) y la temperatura ambiente (AT) con la actividad que allí se desarrolla y con la vestimenta que visten las personas (RUAS, 1999). La mayoría de los estudios disponibles en la literatura sobre el confort térmico se centran en la cuestión del confort vinculado a los entornos construidos (BERMEJO et al., 2012; FILIPPÍN y FLORES LARSEN, 2012; KITOUS y col., 2012). Por lo tanto, existe la necesidad de investigaciones relacionadas con el confort térmico de los trabajadores a bordo (MEDEIROS, 2014).

Uno de los entornos de trabajo cada vez más comunes en el siglo XXI es el automóvil, que es utilizado por conductores, taxistas e incluso las fuerzas armadas, como es el caso de las actividades de radiopatrullaje de la Policía Militar y Civil (MEDEIROS, 2014). El trabajo de los agentes policiales, durante su jornada laboral, requiere no sólo de una preparación física,



sino también psicológica y cognitiva (AÑEZ, 2003). Además de las cuestiones ambientales del trabajo, el oficial de policía generalmente está equipado con instrumentos como: armas, esposas, porras, chalecos antibalas, además del uniforme en sí, interfiriendo significativamente en el confort térmico de los individuos, ya que aumenta el nivel de resistencia térmica (SIMÕES, 2003). Todos estos factores contribuyen negativamente al confort físico y mental de los agentes de este tipo de trabajo (MEDEIROS, 2014).

Anualmente, de diciembre a febrero, se lleva a cabo la "Operación Verano", en la que 16 municipios de la costa sur y norte de São Paulo han reforzado la policía. Considerando que en el verano las temperaturas en el interior de los vehículos pueden superar los 25 °C, y que los policías en actividad de radiopatrulla generalmente no utilizan el aire acondicionado, porque permanecen con las ventanas abiertas, este trabajo se propuso analizar las condiciones de estrés térmico a las que están sometidas las policías militares del estado de São Paulo, a la luz de las normas y procedimientos vigentes (BRASIL, 1978a; FUNDACENTRO, 2001), al realizar servicios de radiopatrullaje motorizado en Caraguatatuba (costa norte) y Santos (costa sur) en el 20° y 6° Batallón de Policía Militar del Interior (BPMI), respectivamente.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de variables ambientales (temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, temperatura del globo, humedad relativa y temperatura ambiente) se realizó mediante la instalación del medidor de estrés térmico HMTGD-1800 (calibrado), marca HIGHMED (Figura 1) dentro del vehículo para que pudiera recolectar datos térmicos mientras se realizaba la actividad de radiopatrullaje. Este medidor, además de medir las variables climáticas, proporciona directamente los valores del Índice de Bulbo Húmedo y Termómetro de Globo (IBUTG), según lo establecido en la NR15 y las Normas de Higiene Ocupacional (NHO) 6 (BRASIL, 1978a; FUNDACENTRO, 2001), y su rango de acción se sitúa entre los -20°C y los +70°C.



Figura 2 - Medidor de estrés por calor



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 2, el equipo se colocó en el centro del tablero del vehículo, con el fin de recolectar información (cada minuto) de la forma más homogénea posible, de manera ininterrumpida durante 24 horas (turnos diurnos y nocturnos) durante 6 días en cada municipio (Caraguatatuba y Santos).

Para el cálculo del IBUTG (BRASIL, 1978a; FUNDACENTRO, 2001) se consideró la condición de ambiente interno, es decir, sin incidencia de carga solar directa, ya que se trató de una evaluación realizada al interior del vehículo, según la Ecuación 1.

$$IBUTG = 0,7 \text{ billones} + 0,3 \text{ ttt} \quad (1)$$

Dónde:

- Tbn: temperatura natural de bulbo húmedo °C
- Tg: temperatura del globo °C

La determinación de la IBUTG máxima permitida está ligada a la tasa metabólica requerida en la actividad laboral, la cual se puede obtener en el NHO 6 (FUNDACENTRO, 2001).

Cuando el trabajador esté expuesto a dos o más situaciones térmicas diferentes, el promedio ponderado de la IBUTG, obtenido de la Ecuación 2, deberá determinarse utilizando los valores de la IBUTG representativos de las diferentes situaciones térmicas que componen el ciclo de exposición del trabajador evaluado.

$$IBUTG = \frac{IBUTG_1 \times t_1 + IBUTG_2 \times t_2 + \dots + IBUTG_{i1} \times t_{i1} + \dots + IBUTG_n \times t_n}{60} \quad (2)$$

Dónde:



- $IBUTG = \text{Promedio ponderado en el tiempo } IBUTG \text{ en } ^\circ C$
- $IBUTG_i = IBUTG \text{ de la situación térmica "i" en } ^\circ C$
- $t_i = \text{tiempo total de exposición en situación térmica "i" en minutos, en el}$
- 60 minutos consecutivos período más desfavorable
- $i = i\text{-ésima situación térmica } t_1 + t_2 + \dots + t_i + \dots + t_n = 60 \text{ minutos}$

El límite de exposición ocupacional al calor es el valor máximo permisible de IBUTG correspondiente al tipo de actividad, determinado a partir del valor de la tasa metabólica (M) para la condición de exposición evaluada, como se muestra en la Tabla 1. Este límite es válido para trabajadores sanos, aclimatados, completamente vestidos con pantalón y camisa ligeros, y con reposición adecuada de agua y sales minerales.

Cabe destacar que los valores utilizados en la Ecuación 2 fueron los referidos al período de 60 minutos más desfavorable de la jornada laboral, tal como lo exige la ONH 6 (FUNDACENTRO, 2001).

Tabla 1 - Valor medio máximo de IBUTG para cada grado de metabolismo

Régimen de trabajo intermitente con descanso en el puesto de trabajo (por hora)	Peso ligero	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	Hasta 30	Hasta 26,7	Hasta 25,0
45 minutos de trabajo, 15 minutos de descanso	De 30,1 a 30,6	De 26,8 a 28,0	Del 25,1 al 25,9
30 minutos de trabajo, 30 minutos de descanso	De 30,7°C a 31,4	Del 28,1 al 29,4	De 26,0 a 27,9
15 minutos de trabajo, 45 minutos de descanso	De 31,5°C a 32,2	Del 29,5 al 31,1	De 28,0 a 30,0
No se permite trabajar sin la adopción de medidas de control adecuadas	Por encima de 32,2°C	Más de 31,1	Por encima de 30,0

Fuente: NR15 (BRASIL, 1978a)

En este artículo, la actividad de radiopatrullaje se consideró continua y moderada (sentado, movimientos vigorosos con brazos y piernas). Así, el límite establecido para el IBUTG corresponde a un valor máximo de 26,7 °C.

### 3. RESULTADOS

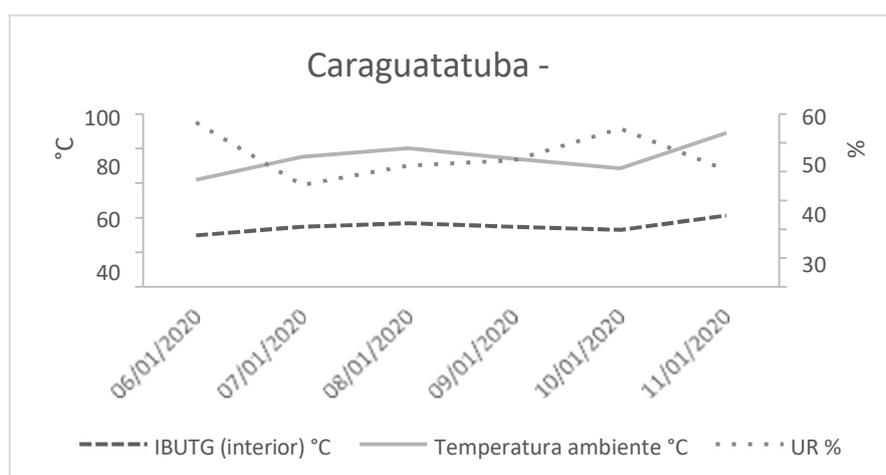
En la Tabla 2 y en la Figura 3 se muestran los datos obtenidos en los análisis realizados en Caraguatatuba durante el día (06:00 a 18:00).



Tabla 2 – Valores medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno diurno en el municipio de Caraguatatuba (Costa Norte del SP)

Fecha	IBUTG (interior) °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 medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno diurno en el municipio de Caraguatatuba (Costa Norte del SP)



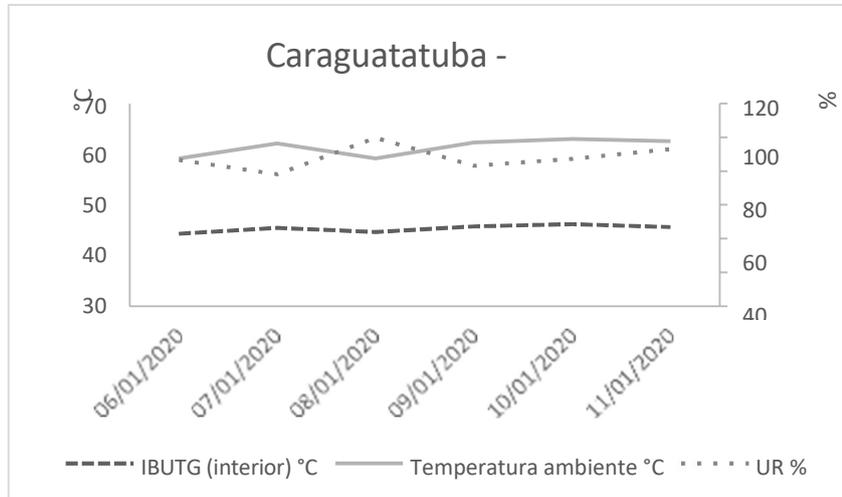
En la Tabla 3 y en la Figura 4 se presentan los datos obtenidos en los análisis realizados en Caraguatatuba en horario nocturno (6:00 p.m. a 6:00 a.m.).

Tabla 3 – Valores medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno nocturno en el municipio de Caraguatatuba (Costa Norte del SP)

Fecha	IBUTG (interior) °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 medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno nocturno en el municipio de Caraguatatuba (Costa Norte del SP)



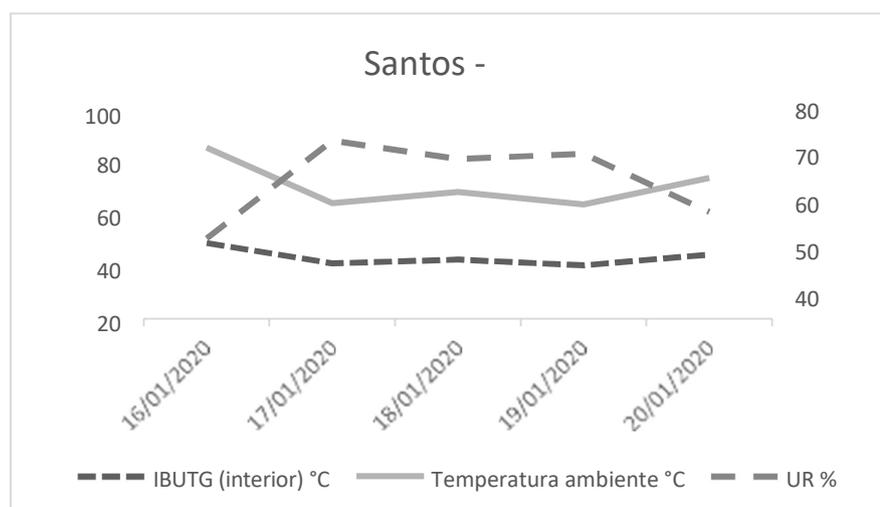
Como se puede observar en la Tabla 1, el IBUTG máximo permitido sería de 26,7,6 °C. Así, como se puede observar en la Tabla 2, todos los días muestreados (durante el día) tuvieron el valor superado en comparación con lo permitido en la norma. Y en horario nocturno (Tabla 3), se superó el IBUTG en 4 de los 6 días de análisis y presenta una Humedad Relativa alta, lo que dificulta el intercambio térmico.

La Tabla 4 y la Figura 5 muestran los datos obtenidos en los análisis realizados en Santos durante el día (6:00 a.m. a 6:00 p.m.).

Tabla 4 – Valores medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno diurno en el municipio de Santos (Costa Sur de SP)

Fecha	IBUTG (interior) °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 medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno de día en el municipio de Santos (Costa Sur de SP)

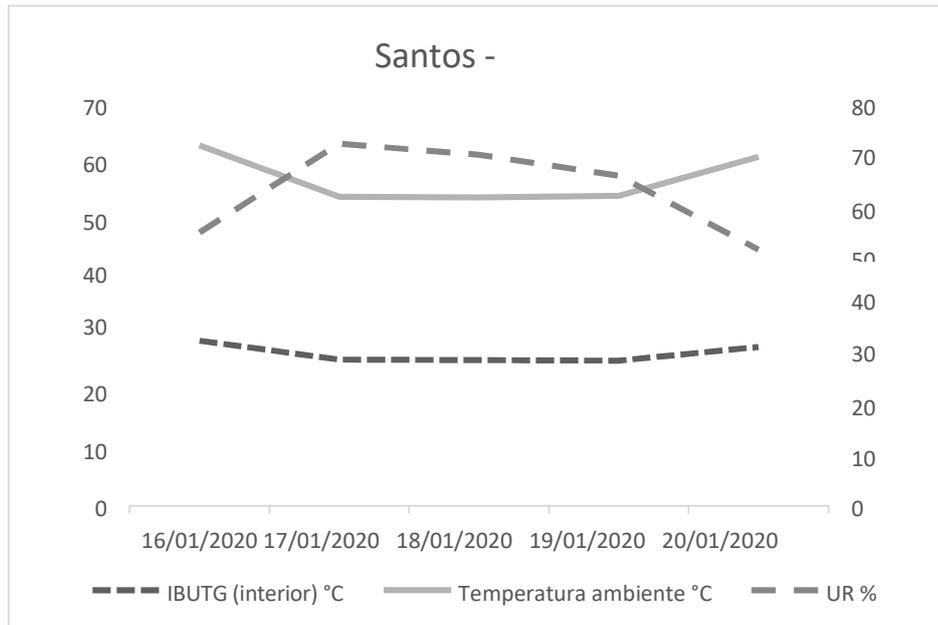


En la Tabla 5 y en la Figura 6 se presentan los datos obtenidos en los análisis realizados en Santos en horario nocturno (18:00 a 06:00 horas).

Tabla 5 – Valores medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno nocturno en el municipio de Santos (Costa Sur de SP)

Fecha	IBUTG (interior) °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 medios de IBUTG interno, Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en el turno diurno en el municipio de Santos (Costa Sur de SP)



En Santos, solo el 19/01/2020, durante el día (Tabla 4), el valor del IBUTG no superó el permitido, y en la noche (Tabla 5), en 3 de los 6 días se superó el límite.

En cuanto a la Temperatura Ambiente, todas las condiciones analizadas superan el límite de 25 °C establecido por la NR17 (BRASIL, 1978b).

Al considerar el impacto de la ropa en el confort térmico de los agentes de policía, es necesario hacer una corrección sobre el valor del límite IBUTG. Esta corrección está ligada al aislamiento térmico de la prenda, tal y como se muestra en la Tabla 6.

Cuadro 6 - Aislamiento térmico de la ropa policial

Aislamiento térmico	(LCI)
Ropa interior	0.03 CLO
Camiseta	0.19 CLO
Japona	0.69 CLO
Pantalones	0.28 CLO
Calcetines	0.03 CLO
Botas	0.10 CLO
Boina	0.01 CLO
Chaleco	0.22 CLO
<b>Total</b>	<b>1,55 Clo</b>



El aislamiento térmico total de las prendas, de acuerdo con los datos presentados en la Tabla 6, se obtuvo a través de las sumas de los respectivos aislamientos para cada ítem de los uniformes policiales (MEDEIROS, 2014).

La ORCBS - Oficina de Radiación, Seguridad Química y Biológica (THE OFFICE OF RADIATION, 1999) presenta los valores de corrección (Tabla 7).

Cuadro 7 - Corrección del IBUTG para diferentes tipos de prendas de vestir

Tipo de ropa	Valor Icl (clo)	Corrección IBUTG (°C)
Uniforme de trabajo de verano	0,6	0
Funda de algodón	1,0	-2
Protección contra la humedad, permeable	1,2	-4
Uniforme de trabajo de invierno	1,4	-6

Fuente: ORCBS (OFICINA DE RADIACIÓN, 1999)

Así, considerando que el aislamiento térmico establecido para la indumentaria utilizada por la policía militar de São Paulo al realizar el radiopatrullaje fue de 1,55 clo (Tabla 6), para utilizar la corrección propuesta por los autores antes mencionados, se adoptó la corrección del IBUTG a -6° C. Por lo tanto, corrigiendo los Límites de Exposición al Calor contenidos en el NR-15, considerando el correcto aislamiento térmico, se presenta la Tabla 8.

Tabla 8 - Límites de exposición al calor para la actividad de radiopatrulla

Régimen de trabajo intermitente con descanso en el puesto de trabajo (por hora)	Moderado
Trabajo continuo	Hasta 20,7
45 minutos de trabajo, 15 minutos de descanso	De 20,8 a 22,0
30 minutos de trabajo, 30 minutos de descanso	De 22.1 a 23.4
15 minutos de trabajo, 45 minutos de descanso	De 23,5 a 25,1
No se permite trabajar sin la adopción de medidas de control adecuadas	Más de 25.1

Fuente: Adaptado de la Norma Reglamentaria – NR 15 (BRASIL, 1978a)

Así, considerando el impacto de la vestimenta en la actividad, se superó el nuevo límite de 20,7 °C en todas las condiciones y ambientes analizados en este estudio.



#### 4. CONCLUSIÓN

Los resultados de las evaluaciones del Termómetro de Índice de Bulbo Húmedo de Globo indican la inminente necesidad de adaptar la actividad de radiopatrullaje realizada durante la Operación Verano. Tanto la costa norte como la costa sur del estado de São Paulo presentaron valores superiores a los permitidos por la norma en el período analizado.

Así, se sugiere ajustar el aislamiento térmico de la ropa (fabricada con materiales más ligeros, lo que permite un mayor intercambio de calor entre los policías y el ambiente térmico) y el uso del aire acondicionado en el interior de los vehículos.

#### REFERENCIAS

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>>. , 1978a4

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-ruído>>.

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



- KITOUS, Samia e BENSALÉM, 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 repositório hidroeletrólítico 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 Rate of Coal Miners. *Industrial Fatigue Research Board Report*. Medical Research Council, n. 39, 1927.