

## **KINCHURA: PROGRAMA PARA ANÁLISE DE INSALUBRIDADE POR EXPOSIÇÃO AO CALOR**

Roberto Mendes Pereira França de Mendonça - IESP - (robertompfm@gmail.com), Daniel Augusto de Moura Pereira 2 – UFPB - (danielmoura13@uol.com.br).

### **RESUMO**

O calor é um agente físico que dependendo de sua intensidade e do tempo exposição pode provocar danos à saúde do trabalhador. O Anexo n. 3 da Norma Regulamentadora 15 da Portaria 3.214/1978, do antigo Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece os critérios para determinar se uma atividade é ou não insalubre devido à exposição ao calor. Esse trabalho teve como objetivo principal a elaboração de um programa de computador, intitulado KINCHURA, que automatize e simplifique esse processo de determinação de insalubridade por calor. Nesse trabalho são mostrados: a revisão literária dos temas relevantes envolvendo exposição ao calor em ambiente de trabalho; os processos de planejamento e de implementação do programa; e uma apresentação do programa em si, sua forma de uso e funcionalidade. O programa foi construído usando a linguagem de programação Python 3, e está disponível junto com seu código através do endereço: <https://github.com/robertompfm/kinchura>. O programa KINCHURA foi elaborado para ser uma ferramenta de auxílio, os pareceres gerados pelo programa não devem substituir laudos técnicos elaborados por profissionais especializados.

**Palavras-chave:** Segurança do Trabalho. Insalubridade. Calor. NR 15.

### **ABSTRACT**

Heat is a physical agent that, depending on the intensity and time of exposure, can cause damage to the health of the worker. Annex No 3 of Ordinance 15 of Ordinance 3.214 / 1978 of the former Ministry of Labor and Employment, determining the requirements for determining whether or not an activity is unhealthy due to heat exposure. This work had as main objective the elaboration of a computer program, called KINCHURA, that automates and simplifies this process of determination of heat unhealthiness. This work shows: a literary review of topics related to exposure to heat in the workplace; program planning and implementation processes; and a presentation of the program itself, its use and functionality. The program was created using the Python 3 programming language, and is available along with your code at: <https://github.com/robertompfm/kinchura>. The KINCHURA program was designed to be an aid tool, the opinions generated by the program should not replace the technical compliments prepared by specialized professionals.

**Keywords:** Occupational Safety. Unhealthy. Heat. NR 15.

## 1 INTRODUÇÃO

As atividades de trabalho podem expor os trabalhadores a agentes de diversas naturezas, que dependendo da intensidade, concentração, ou do tempo de exposição, podem causar danos à saúde do trabalhador.

Dentre os agentes que podem prejudicar a saúde do trabalhador está o calor. Uma atividade é considerada insalubre por exposição ao calor quando essa exposição, obtida através do Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo (IBUTG), é maior que limite estabelecido pelo Anexo n. 3 da NR 15 da Portaria 3.214 (Brasil, 1978). Esse limite de tolerância por exposição ao calor varia de acordo com o gasto energético e com os períodos de trabalho e de descanso do trabalhador.

O objetivo principal desse trabalho é criar e disponibilizar um programa de computador que automatize o processo de determinação da insalubridade por exposição ao calor, seguindo todos os critérios estabelecidos na norma regulamentadora. A ideia é que profissionais que trabalhem com Segurança do Trabalho possam utilizar esse programa como ferramenta auxiliar na elaboração ou contestação de laudos periciais e em medidas de prevenção para garantir a salubridade do ambiente de trabalho. Esse programa não tem o intuito de substituir laudos técnicos elaborados por profissionais especializados em segurança do trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Riscos Ocupacionais

Todo trabalhador pode estar sujeito a riscos decorrentes de sua atividade ocupacional. Os riscos ocupacionais são classificados de acordo com seus fatores (ou agentes), que Jakobi (2008) descreve como elementos ou circunstâncias presentes no ambiente de trabalho que podem causar danos à saúde.

A Portaria n. 25 do antigo Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil, 1994), que modificou a Norma Regulamentadora 9, classifica os riscos ocupacionais em cinco tipos: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes.

### 2.2 Riscos Físicos

Os riscos (ou agentes) físicos foram definidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978), na Norma Regulamentadora 9 da Portaria n. 3.214, como as diversas formas de energia as quais os trabalhadores podem estar expostos.

Sendo os riscos físicos principais: ruídos, vibrações, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, frio, calor, pressões anormais e umidades (BRASIL, 1994).

### 2.3 Calor

O calor é um agente físico que está presente nos mais diversos ambientes de trabalho, sejam eles internos ou externos. O calor está associado às trocas térmicas entre um sistema e outro, sendo assim, para compreender o calor como risco ocupacional é preciso conhecer os mecanismos de trocas térmicas entre o organismo e o ambiente de trabalho. (BREVIGLIERO, 2010; SALIBA, 2000).

### Mecanismos de trocas térmicas:

- Condução (C): quando dois corpos, que não estão em movimento, com temperaturas diferentes entram em contato, ocorre um fluxo de calor do corpo com temperatura mais elevada para o de menor temperatura (BREVIGLIERO, 2010);
- Convecção (C): processo semelhante ao processo de condução, porém nesse caso pelo menos um dos corpos é um fluido em movimento (SALIBA, 2000);
- Radiação (R): calor transmitido através de radiação infravermelha entre dois corpos de temperaturas diferentes mesmo quando não há um meio de propagação entre eles (BREVIGLIERO, 2010);
- Metabolismo (M): calor gerado pelo metabolismo basal decorrente da atividade física (SALIBA, 2000);
- Evaporação (E): quando um líquido que envolve um sólido se transforma em vapor e é dispersado para o meio ambiente. Nesse processo o sólido perde calor para o meio ambiente quando o líquido evapora (SALIBA, 2000).

### Fatores que influenciam nas trocas térmicas:

Os mecanismos descritos acima são por sua vez influenciados por diversos fatores, sendo os principais deles (SALIBA, 2000):

- Temperatura do ar: influência nos ganhos ou perdas de calor de um corpo por condução/convecção;
- Umidade relativa do ar: tem influência nas trocas térmicas por evaporação;
- Velocidade do ar: influencia tanto nas trocas por condução/convecção, como também nas trocas por evaporação;
- Calor radiante: a presença ou não de fontes de calor radiante afeta as trocas por radiação;
- Tipo de atividade: a intensidade das atividades afeta o calor gerado pelo metabolismo basal.

### Equilíbrio homeotérmico:

As transferências de energia térmica ente o corpo e o meio ambiente podem ser representados a partir da seguinte equação (BREVIGLIERO, 2010; SALIBA, 2000):

$$M \pm C \pm R - E = S$$

Aonde:

M = calor produzido pelo organismo

C = calor ganho ou perdido por condução-convecção

R = calor ganho ou perdido por radiação

E = calor perdido por evaporação

S = calor acumulado no organismo (sobrecarga térmica)

### 2.4 Efeitos do calor no corpo humano

O aumento da temperatura interna do corpo (hipertermia) ocorre quando o calor recebido ou produzido pelo corpo é superior ao calor cedido ao meio ambiente. O corpo humano possui formas naturais para evitar que o a temperatura interna chegue a níveis não saudáveis. São elas a vasodilatação periférica e a ativação das glândulas sudoríparas. Quando

esses mecanismos não são suficientes em evitar que a temperatura corporal se eleve, o corpo se torna sujeito a uma séria de doenças causadas por calor, que em casos mais graves podem resultar até na morte do indivíduo. Dentre as doenças causadas por calor estão: insolação, exaustão, desidratação, câimbras, síncope, erupção cutânea, choque térmico e rabdomiólise (SALIBA, 2000; DEPARTAMENTO DO TRABALHO EUA, 2017).

### 2.5 IBUTG - Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo

O IBUTG é o índice adotado pela legislação Brasileira na avaliação da sobrecarga térmica no ambiente de trabalho. A determinação desse índice deve ser feita a partir das medições de três aparelhos: o termômetro de bulbo úmido natural, o termômetro de globo e o termômetro de bulbo seco (de mercúrio comum) (Brasil, 1978).

O cálculo do IBUTG para ambientes internos ou externos, sem carga solar, é feito através da seguinte equação.

$$IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg$$

Já para ambientes externos com carga solar o índice é obtido através da equação abaixo.

$$IBUTG = 0,7 tbn + 0,2 tg + 0,1 tbs$$

Em que:

TBN = temperatura medida pelo termômetro de bulbo úmido natural

TG = temperatura medida pelo termômetro de globo

TBS = temperatura medida pelo termômetro de bulbo seco

Normalmente o cálculo do IBUTG é feito de forma automática por um medidor IBUTG, que é um aparelho que possui os três termômetros necessários para a medição. Esse aparelho é considerado pelo Departamento de Trabalho dos Estados Unidos (2017) como a ferramenta mais precisa para o ajuste de temperaturas em sobrecarga térmica.

### 2.6 Taxas de metabolismo

O IBUTG leva em consideração apenas fatores ambientais. É importante que a avaliação da sobrecarga térmica considere também o calor produzido pelo organismo. Devido à dificuldade técnica em avaliar as taxas metabólicas de um organismo através de equipamentos, essas taxas são estimadas por meio de tabelas que estabelecem valores para taxa metabólica em função do tipo de atividade exercida (BREVIGLIERO, 2010).

O Ministério do Trabalho, por meio do Anexo n. 3 da NR 15, Portaria n. 3.214 (BRASIL, 1978), fornece um quadro para a estimativa da taxa metabólica, representado abaixo.

**Tabela 01** – Taxas de metabolismo por tipo de atividade

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
Sentado em Repouso	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180

De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
<b>TRABALHO PESADO</b>	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante.	550

Fonte: Quadro n. 3 do Anexo n. 3 da NR 15, Portaria n. 3.214 (1978).

### 2.7 Insalubridade por calor

A Norma Regulamentadora 15 (NR 15), da Portaria n. 3.214, do Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil, 1978), que regulamenta o Artigo 189 da Consolidação das Leis de Trabalho (CLT), define quais atividades e operações são consideradas insalubres, ou seja, quais atividades e operações não são saudáveis e causam doenças.

O Anexo n. 3 possui dois quadros que mostram os limites de tolerância para exposição ao calor, considerando os seguintes casos: regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço; e regime de trabalho intermitente, com período de descanso em outro local (local de descanso). De acordo com a NR 15, a insalubridade por calor é considerada de grau médio.

#### Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço:

Nesse caso os limites de tolerância são verificados por meio da tabela abaixo, que relaciona o regime de trabalho (por hora), com o tipo de atividade (ver item 2.6 Taxas de metabolismo). Caso o IBUTG obtido no local de trabalho seja superior ao limite correspondente, a atividade é considerada insalubre.

**Tabela 02** – Limites de tolerância para regimes com descanso no próprio local de trabalho

Regime de Trabalho Intermitente com Descanso no Próprio Local de Trabalho (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos trabalho	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos trabalho	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho sem adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: Quadro n. 1 do Anexo n. 3 da NR 15, Portaria n. 3.214 (1978).

#### Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente, com período de descanso em outro local (local de descanso).

Nessa avaliação utiliza-se o  $\bar{I}BUTG$ , que é uma média ponderada do IBUTG medido no local de trabalho com o IBUTG medido no local de descanso, levando em consideração o

tempo que o trabalhador passa em cada um desses locais dentro do período de uma hora. Ou seja, o  $\overline{IBUTG}$  médio é obtido através desta expressão:

$$\overline{IBUTG} = \frac{IBUTG_t \times T_t + IBUTG_d \times T_d}{60}$$

Onde:

$IBUTG_t$  = valor do IBUTG no local de trabalho.

$IBUTG_d$  = valor do IBUTG no local de descanso.

$T_t$  = tempo de trabalho em minutos, dentro de um intervalo de uma hora.

$T_d$  = tempo de descanso em minutos, dentro de um intervalo de uma hora.

A tabela seguinte mostra os limites de tolerância para os regimes de trabalho intermitentes com descanso em outro local. O quadro relaciona diferentes valores de metabolismo médio ponderado ( $\bar{M}$  (kcal/h)) com seus respectivos limites de tolerância (Máximo IBUTG).

**Tabela 03** – Limites de tolerância para regimes com descanso em outro local

$\bar{M}$ (kcal/h)	Máximo IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

**Fonte:** Quadro n. 2 do Anexo n. 3 da NR 15, Portaria n. 3.214 (1978).

O metabolismo médio ponderado é obtido de forma semelhante ao  $\overline{IBUTG}$ , como mostra a equação a seguir.

$$\bar{M} = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

Onde:

$M_t$  = taxa de metabolismo no local de trabalho.

$M_d$  = taxa de metabolismo no local de descanso.

$T_t$  = tempo de trabalho em minutos, dentro de um intervalo de uma hora.

$T_d$  = tempo de descanso em minutos, dentro de um intervalo de uma hora.

É exigência da norma que a avaliação seja feita dentro das seguintes condições: os tempos  $T_t$  e  $T_d$  devem ser tomados no período mais desfavorável; a soma de  $T_t$  e  $T_d$  deve ser igual a 60 minutos corridos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após a definição dos objetivos do trabalho e de uma revisão literária relevante ao tema a elaboração desse trabalho se deu através dos seguintes procedimentos: planejamento do software, programação, testes de interface, testes de funcionalidade, conclusão e criação de arquivo executável.

### 3.1 Planejamento do software

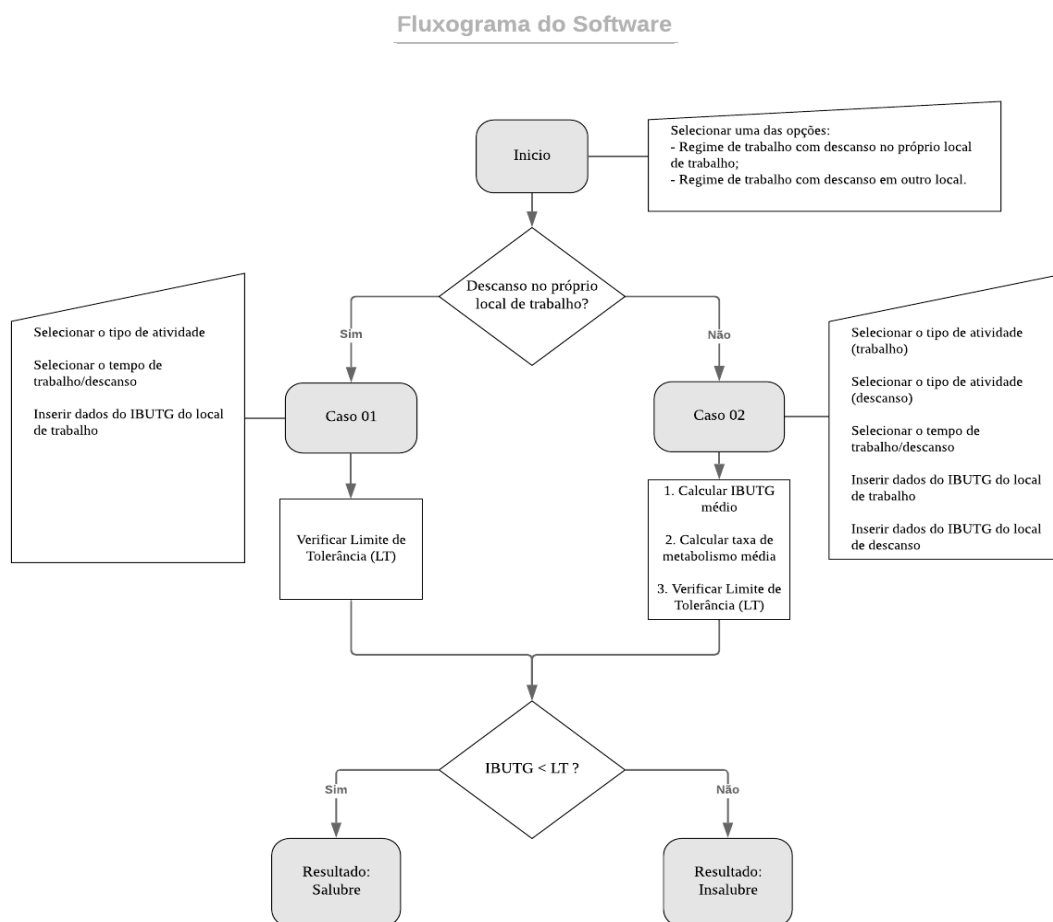
Essa etapa consiste em definir aspectos principais do programa, como sua aparência, funcionalidade e algoritmos.

Como a elaboração de um parecer técnico quanto à insalubridade pelo calor consiste basicamente em seguir o Anexo n.3 da NR 15, o programa deve seguir os procedimentos descritos nesse anexo. Sendo assim, foi decidido que o programa deveria seguir o fluxograma mostrado na Imagem 01, que também pode ser visto como o algoritmo base do Anexo n.3 da NR 15.

Quanto à interface, foi decidido que o programa seria iniciado com uma janela onde seria escolhido o tipo de regime de trabalho: com descanso no próprio local de trabalho ou com descanso em outro local. E após essa escolha uma nova janela seria aberta com opções de preenchimento condizentes ao tipo de regime escolhido. Todas as janelas deveriam possuir um formato de formulário, onde as opções são selecionadas através de *comboboxes*, *radio-buttons*, *check-buttons*, etc.

Por uma questão de simplicidade o parecer técnico deveria ser exibido na mesma janela de preenchimento do formulário, e para que o texto possa ser aproveitado em outros documentos, o mesmo deveria ser passível de seleção e cópia.

**Imagem 1 – Fluxograma do Programa Kinchura**



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

## Presunções importantes

O Quadro n. 2 do Anexo n. 3, NR 15 (Tabela 03), mostra os limites de tolerância em função de valores específicos de metabolismo médio ponderado. Porém, a norma não é clara em relação aos casos em que esse metabolismo não equivale a nenhum dos valores listados no quadro. Foi adotada então nesse trabalho uma interpretação preventcionista, onde o limite de tolerância adotado é o referente ao valor do metabolismo superior mais próximo. Ou seja, se o metabolismo médio ponderado obtido equivale a 205 kcal/h, o limite de tolerância será de 28,5 °C IBUTG (referente ao metabolismo de 250 kcal/h).

Porém, mesmo utilizando essa interpretação, ainda existe a possibilidade do metabolismo obtido se encontrar no intervalo entre 500 e 550 kcal/h, nesse caso, não há nenhum valor de metabolismo mais alto que possa ser utilizado como referência para o limite de tolerância. Para uma situação como essa ocorrer, é necessário que o trabalho seja considerado fatigante e o que o tempo de descanso seja pequeno (< 8 min), ainda que essa situação seja incomum, o software deve ser capaz de considerar qualquer situação.

A interpretação mais lógica para o caso descrito acima é manter 25,0 °C IBUTG como limite de tolerância. A princípio essa pode parecer uma interpretação não preventcionista, porém se o mesmo trabalho fosse realizado sem período de descanso (situação mais severa), ele seria analisado através do Quadro n. 1 que estabelece para trabalho contínuo e pesado o limite de tolerância de 25,0 °C IBUTG.

## 3.2 Programação, testes de interface e testes de funcionalidade

A etapa de programação consistiu na criação do código do programa seguindo o planejamento realizado no subitem anterior. A programação foi feita em *Python 3.7.3* e utilizando a biblioteca *tkinter* para criar a interface gráfica do usuário.

À medida que o código é escrito são realizados testes de interface e de funcionalidade em paralelo, assim erros que são comuns durante a programação podem ser identificados e corrigidos de forma rápida. O teste da interface consiste em conferir se a posição e o tamanho de todos os elementos do programa estão sendo exibidos de forma correta. De forma iterativa, caso algum elemento não esteja aparecendo, esteja mal posicionado, ou simplesmente não esteja agradável visualmente, esse elemento deve ser corrigido no código e então um novo teste deve ser realizado. Os testes de funcionalidade são realizados de forma análoga. Porém, nesses não são avaliadas questões de aparência, mas sim a funcionalidade de cada um dos elementos, como por exemplo: se, ao apertar os botões, seus respectivos comandos são executados de forma correta.

## 3.3 Conclusão e criação de arquivo executável

Após extensivos testes e a constatação de que o programa estava operando de forma correta, chegou-se a uma versão completa para publicação. Foi gerado também um arquivo executável do programa (formato *.exe*), para que outros usuários possam utilizá-lo sem necessariamente possuir *Python* ou *tkinter* instalados em seus computadores. Todo o código do programa, bem como o arquivo executável, estão disponíveis em repositório do *GitHub*, e podem ser acessados através do url <https://github.com/robertompfm/kinchura>.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 O PROGRAMA “KINCHURA”

Nessa seção serão apresentadas as três janelas principais do programa e seu funcionamento.

#### 4.2 Início - Janela inicial

Ao iniciar o programa, a seguinte janela é aberta. Nela aparecem duas opções para seleção no formato de *radio-buttons*, de modo que o usuário possa selecionar apenas uma das duas opções. Após selecionar uma das opções o usuário pode clicar no botão “Avançar” e então prosseguir para a próxima janela.

**Imagem 2 – Janela inicial**

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

#### 4.3 Caso 1 – Regimes de trabalho com período de descanso no próprio local de trabalho

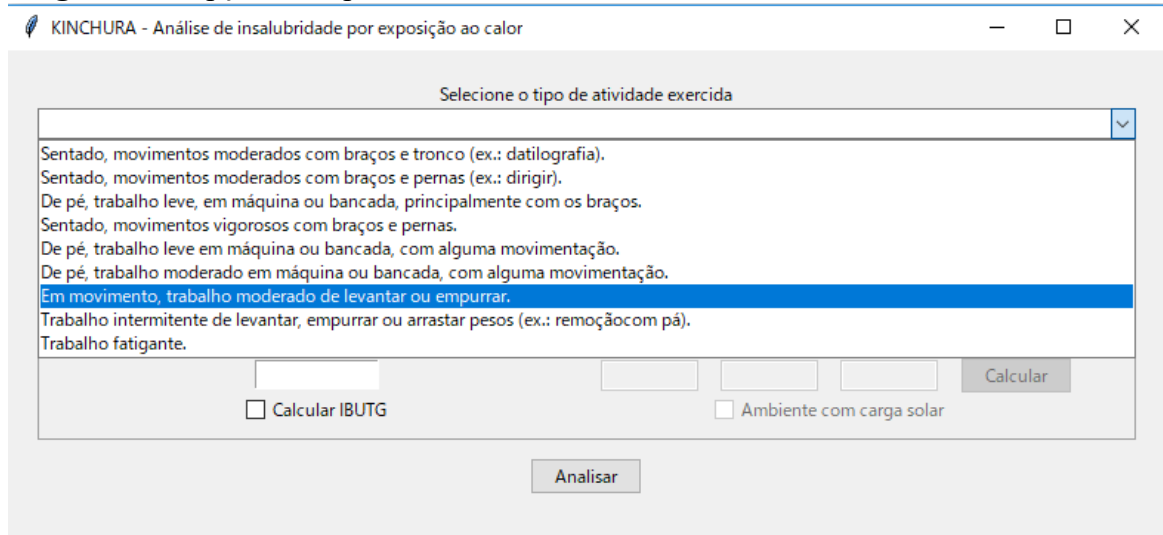
Caso o usuário clique em “Avançar”, tendo selecionado a primeira opção, para regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço, a seguinte janela será aberta. Esta janela possui um campo para seleção do tipo de atividade exercida, campos para a seleção do tempo de trabalho e tempo de descanso. E uma área para a inserção de valores referentes ao IBUTG.

**Imagem 3 – Caso 1, limite de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de trabalho.**

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Na parte superior existe um campo para seleção do tipo de atividade exercida, através de uma *combobox* o usuário pode selecionar uma das opções de atividades listadas no Quadro n. 3 do Anexo n. 3 da NR 15 (ver Tabela 01).

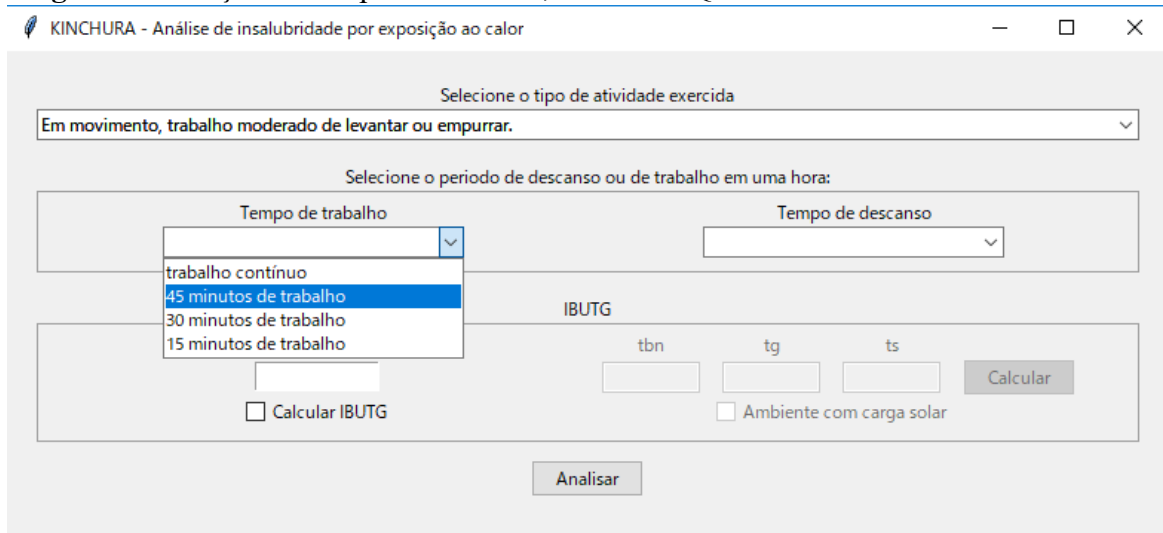
**Imagem 04** – Opções de tipo de atividade, conforme Quadro n. 3 do Anexo n. 3 da NR 15.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Abaixo do campo de seleção de atividade existe uma seção para seleção do tempo de trabalho ou do tempo de descanso, de acordo com o Quadro n. 1 do Anexo n. 3 da NR 15 (ver Tabela 02). O usuário pode escolher dentre quatro opções tanto para tempo de trabalho quanto para tempo de descanso.

**Imagem 5** – Seleção do tempo de trabalho, conforme Quadro n. 1 do Anexo n. 3 da NR 15.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Já que a análise é feita considerando um período de uma hora, assim que uma opção de tempo de trabalho é selecionada, a opção de tempo de descanso é ajustada automaticamente, de modo que a soma do tempo de trabalho e tempo de descanso seja 60 minutos. O mesmo acontece caso o usuário selecione alguma das opções do campo tempo de descanso.

**Imagem 6** – Ajuste automático dos tempos de trabalho e descanso

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

A última seção é referente ao IBUTG, como os medidores costumam apresentar o valor do IBUTG automaticamente, sem a necessidade de cálculo, o padrão do programa é que o usuário informe o valor do IBUTG diretamente no campo designado, caso o valor seja fracionário, a separação decimal deve ser feita por ponto. Caso o usuário não tenha o valor do IBUTG já calculado, ao clicar na *check-box* “Calcular IBUTG”, os campos “tbn” e “tg” são liberados.

**Imagem 07** – Seção IBUTG com os campos “tbn” e “tg” liberados.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

E caso o ambiente possua exposição à carga solar, o usuário deverá clicar na *check-box* “Ambiente com carga solar” para que o campo “ts” seja liberado.

**Imagem 08** – Seção IBUTG com os campos “tbn”, “tg” e “ts” liberados.

The screenshot shows a software window titled "KINCHURA - Análise de insalubridade por exposição ao calor". It features a dropdown menu for activity type set to "Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.". Below this, there are two dropdown menus for "Tempo de trabalho" (45 minutos de trabalho) and "Tempo de descanso" (15 minutos de descanso). The main section is labeled "IBUTG" and contains three input fields for "tbn", "tg", and "ts", all of which are currently empty. To the left of these fields is another empty input field for the final "IBUTG" result. There are two checkboxes: "Calcular IBUTG" (checked) and "Ambiente com carga solar" (checked). A "Calcular" button is positioned to the right of the tbn, tg, and ts fields. At the bottom center, there is an "Analisar" button.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Depois de inseridos valores nesses campos, o usuário pode clicar no botão “Calcular” para que o programa calcule e insira um valor no campo IBUTG, conforme o método de cálculo do IBUTG mostrado na seção 2.5 desse trabalho.

**Imagem 9** – IBUTG calculado após preenchimento dos campos “tbn”, “tg” e “ts” e clique no botão “Calcular”

This screenshot shows the same software window as in Image 08, but with calculated values. The "IBUTG" result field now contains "28.45". The "tbn", "tg", and "ts" input fields contain the values "28.3", "28.9", and "28.6" respectively. The "Calcular" button is now highlighted with a dashed border, indicating it has been clicked. The "Analisar" button remains at the bottom center.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Por fim, depois de preencher todos os campos de forma correta, o usuário poderá fazer a análise clicando no botão “Analisar”. O resultado aparecerá na mesma janela, dentro de uma caixa de texto, nele é mencionado a legislação em que o parecer se baseia, os dados fornecidos, o limite de tolerância previsto na norma e o resultado da análise de insalubridade por exposição ao agente físico calor.

**Imagem 10** – Caixa de texto exibindo o resultado da análise de insalubridade por exposição ao calor, para regimes de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho

KINCHURA - Análise de insalubridade por exposição ao calor

Selecione o tipo de atividade exercida  
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.

Selecione o período de descanso ou de trabalho em uma hora:  
Tempo de trabalho: 45 minutos de trabalho  
Tempo de descanso: 15 minutos de descanso

IBUTG

IBUTG: 28.45  
tbn: 28.3  
tg: 28.9  
ts: 28.6

Calcular IBUTG  Ambiente com carga solar

Analisar

Resultado

De acordo com o Anexo n. 3 da Norma Regulamentadora 15 da Portaria n. 3.214/1978, para atividade moderada ("Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar."), com regime de 45 minutos de trabalho e 15 minutos de descanso, o limite de tolerância para exposição ao calor é de 28.0°C (IBUTG). Como o IBUTG obtido no local de trabalho, equivalente a 28.45°C, é superior ao limite de tolerância, a atividade é então considerada insalubre em grau médio em relação ao agente físico calor.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

#### 4.4 Caso 2 – Regimes de trabalho com período de descanso em outro local

Caso o usuário clique em “Avançar”, tendo selecionado a segunda opção, para regime de trabalho intermitente com períodos de descanso em outro local (local de descanso), a seguinte janela será aberta. Esta janela é semelhante à janela do caso anterior, porém nela existem dois campos para seleção do tipo de atividade e duas áreas para inserção de valores de IBUTG (referentes aos períodos de trabalho e de descanso).

**Imagem 11** – Caso 2, limite de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso em outro local (local de descanso)

KINCHURA - Análise de insalubridade por exposição ao calor

Selecione o tipo de atividade de TRABALHO  
Período em minutos: 59

IBUTG Área de TRABALHO

IBUTG:   
tbn:   
tg:   
ts:

Calcular IBUTG  Ambiente com carga solar

Selecione o tipo de atividade de DESCANSO  
Período em minutos: 1

IBUTG Área de DESCANSO

IBUTG:   
tbn:   
tg:   
ts:

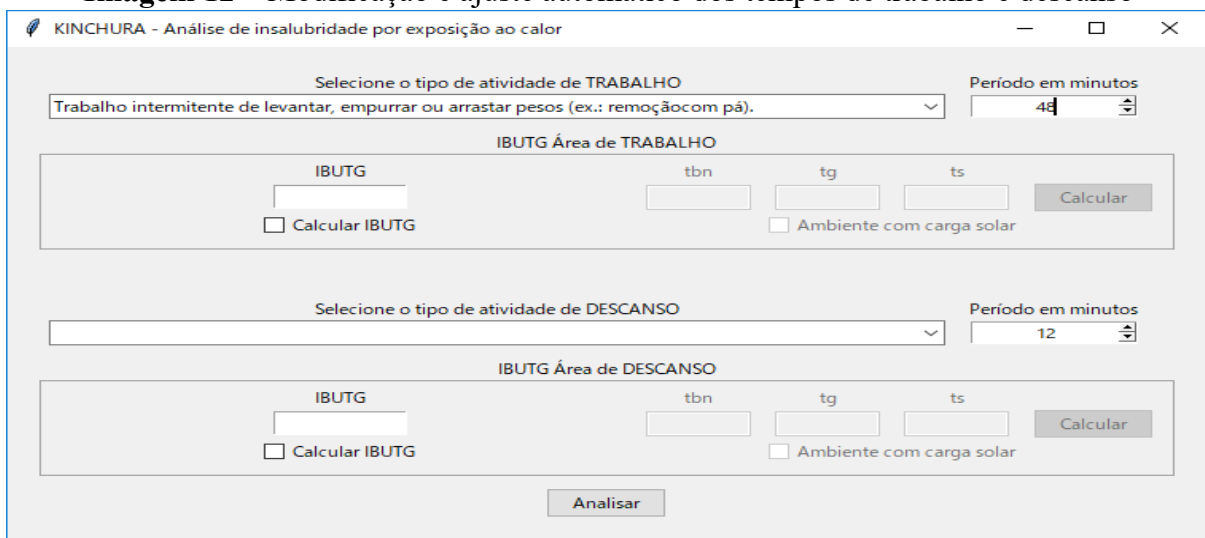
Calcular IBUTG  Ambiente com carga solar

Analisar

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Na parte superior da janela há um campo para a seleção do tipo de atividade de trabalho semelhante ao campo de seleção de atividade mostrado na janela do Caso 1, com as mesmas opções de atividade para seleção. Logo ao lado, existe um campo referente ao período de tempo de trabalho, nesse caso o usuário pode modificar o tempo de trabalho através das setas para qualquer valor inteiro entre 1 e 59 minutos, ou então inserir um valor numérico que será arredondado para o número inteiro mais próximo dentro desse intervalo entre 1 e 59. Sempre que o período de trabalho é alterado, o campo referente ao período de descanso é ajustado automaticamente de modo que a soma dos dois períodos seja sempre 60. O campo referente ao período de descanso também pode ser alterado de forma análoga, e da mesma forma o tempo de trabalho será ajustado automaticamente.

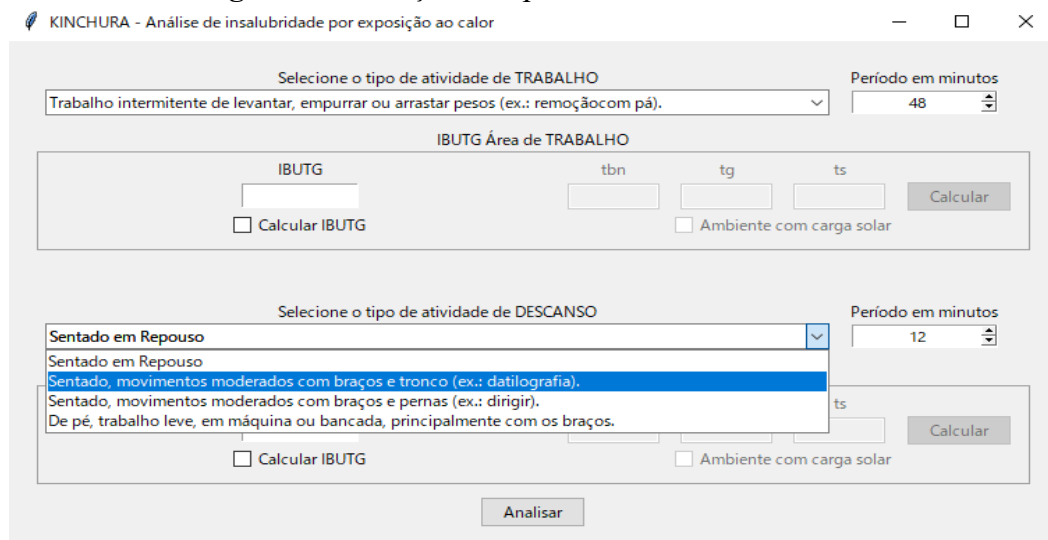
**Imagem 12** – Modificação e ajuste automático dos tempos de trabalho e descanso



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Aproximadamente no meio da janela há um campo para a seleção do tipo de atividade de descanso, como a atividade de descanso deve ser uma atividade leve, as opções de seleção se limitam a quatro opções, mostradas na imagem abaixo.

**Imagem 13** – Seleção do tipo de atividade de descanso.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A janela do Caso 02 possui também duas seções para inserção de valores de IBUTG da área de trabalho e da área de descanso, que funcionam da mesma forma que a seção do IBUTG da janela do Caso 01.

Após o preenchimento correto de todos os campos, o usuário pode realizar a análise clicando no botão “Analisar” e o resultado será exibido na mesma janela de forma similar ao mostrado no Caso 1.

**Imagem 14** – Caixa de texto exibindo o resultado da análise de insalubridade por exposição ao calor, para regimes de trabalho intermitente com descanso em outro local.

KINCHURA - Análise de insalubridade por exposição ao calor

Selecione o tipo de atividade de TRABALHO: Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá). Período em minutos: 48

IBUTG Área de TRABALHO

IBUTG: 26.3 tbn: tg: ts:  Calcular IBUTG  Ambiente com carga solar

Selecione o tipo de atividade de DESCANSO: Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia). Período em minutos: 12

IBUTG Área de DESCANSO

IBUTG: 24.7 tbn: tg: ts:  Calcular IBUTG  Ambiente com carga solar

Resultado

De acordo com o Anexo n. 3 da Norma Regulamentadora 15 da Portaria n. 3.214/1978, para uma taxa metabólica média ponderada de 377.0 Kcal/h o limite de exposição de 26.0°C (IBUTG). Como a média ponderada dos IBUTGs obtidos nos locais de trabalho e descanso, equivalente a 25.98°C, é inferior ao limite de exposição tolerável, a atividade é considerada salubre em relação ao agente físico calor.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O arquivo do programa KINCHURA, bem como o seu código na linguagem Python 3, estão disponíveis através do url: <https://github.com/robertompfm/kinchura>. O programa foi criado para gerar pareceres técnicos quanto à insalubridade por calor, ele possui o formato de formulário, no qual o usuário seleciona e insere dados de acordo com as orientações descritas no Anexo n. 3 da NR 15 da Portaria n. 3.214 (1978). O programa pode ser visto como a norma de insalubridade por exposição ao calor adaptada ao formato de formulário digital.

De uma forma geral a implementação do programa seguindo a norma se deu de forma simples e direta. Porém, algumas considerações tiveram que ser feitas para a análise da insalubridade por calor dos casos em que há descanso em um local diferente do local de

trabalho. Para esses casos a norma lista apenas limites de tolerância para valores bem específicos de metabolismo, não deixando claro qual deve ser o procedimento nas situações em que o metabolismo médio ponderado obtido não corresponde a nenhum dos valores listados. Optou-se por utilizar como referência sempre o valor listado mais próximo desde que esse valor corresponda a um cenário mais severo do que o da situação analisada, dessa forma a margem de erro sempre estará a favor da segurança do trabalhador.

A utilização do programa é bem intuitiva, recomenda-se que o mesmo seja utilizado como ferramenta de auxílio na elaboração ou contestação de laudos técnicos. Em momento algum o programa KINCHURA pode substituir um laudo técnico elaborado por profissional especializado.

Recomendações para futuros trabalhos e aperfeiçoamento do programa são:

- Elaboração de novos programas de análise de insalubridade, considerando outros fatores de risco;
- Melhorar o layout do programa KINCHURA tornando-o mais agradável e intuitivo ao usuário;
- Criar versão web do programa KINCHURA para que se torne mais acessível.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Anexo IV – **Mapa de Riscos**. Portaria N. 25, de 29 de dezembro de 1994.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Limites de Tolerância para Exposição ao Calor** – Anexo N. 3. Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres, Portaria N. 3.214, de 8 de junho de 1978.

BREVIGLIERO, Ezio; POSSEBON, José; SPINELLI, Robson. **Higiene Ocupacional, Agentes Biológicos, Químicos e Físicos**. Editora Senac, São Paulo, 5. Ed. 2010.

DEPARTAMENTO DO TRABALHO ESTADOS UNIDOS. **Heat Stress**. OSHA Technical Manual – Section III: Chapter 4, 2017. Disponível em: [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iii/otm\\_iii\\_4.html](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html). Acesso em: 7 jun. 2019.

JAKOBI, Heinz Roland. **Mapa de Risco Ocupacional no Estado de Rondônia Baseado em Tecnologia de Georeferenciamento**. 2008. 96f. Dissertação. (Mestrado em Biologia Experimental.) Fundação Universidade Federal de Rondônia, Núcleo de Saúde, Porto Velho – RO, 2008.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Calor**. Editora Ltr, São Paulo, 2000.