

## PMV, PET E SET\* *VERSUS* VOTO DAS PESSOAS

Larissa Patricio da Silva<sup>1</sup>, Liliane Flávia Guimarães da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do curso técnico integrado ao médio em Administração - IFTO. Bolsista ICJ/IFTO. e-mail: laissasilva515w200@gmail.com

<sup>2</sup>Docente do curso de Engenharia Civil - IFTO. e-mail: lilianeg@ifto.edu.br

**Resumo:** Diversas pesquisas dedicam-se ao estudo do conforto térmico, focados nos seus aspectos físicos e fisiológicos, determinando os índices de conforto, tema deste trabalho, cujo objetivo é avaliar o conforto térmico comparando três métodos de avaliação do conforto térmico: PMV - *Predicted Mean Vote*; PET - *Physiological Equivalent Temperature*; e SET\* - *Standard Effective Temperature*. Sob essa ótica, pretende-se determinar a eficiência de índices de conforto térmico aplicados na pesquisa, comparando-os com o voto das pessoas. Foram coletados dados *in loco* em avenida comercial na cidade de Palmas-TO com uma estação meteorológica portátil e um termômetro de globo em dois momentos do ano, na estação seca e na estação úmida. A pesquisa demonstrou que os índices mostraram-se úteis para expressar a variação das respostas das pessoas durante o dia.

**Palavras-chave:** conforto térmico, PMV, PET, SET\*

### 1. INTRODUÇÃO

Nas pesquisas específicas da área de conforto térmico em áreas externas, é grande a carência em estudos mais detalhados abarcando tanto o tema conforto térmico quanto o clima, em especial o clima urbano. Mais carente ainda são os trabalhos utilizando índices de conforto térmico, objeto desta pesquisa. Dentre os mais de 150 existentes (FREITAS e GRIGORIEVA, 2015), elegeram-se nesta pesquisa os índices: PMV – *Predicted Mean Vote*; PET – *Physiological Equivalent Temperature*; e o SET\* – *New Standard Effective Temperature*.

O PMV é o mais frequente, encontrado em 67% do total de índices pesquisados. Apesar de ser voltado a ambiente internos, o índice PMV foi utilizado porque é frequente nas pesquisas acadêmicas, inclusive de ambientes externos (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003). O PET e o SET foram muito encontrados em pesquisas brasileiras, e são calculados de forma simultânea ao PMV pelo *software rayman*, fato decisivo na escolha desses, pois o tempo para a pesquisa de iniciação científica, de apenas um ano, e principalmente pela compatibilidade do tempo do bolsista de curso integral, é muito curto para a aplicação dos índices. No entanto, o PMV é expresso em forma de uma escala de resposta, enquanto os demais índices são expressos como uma temperatura equivalente. A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o conforto térmico comparando esses três métodos de avaliação do conforto térmico com o voto real das pessoas.

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o conforto térmico comparando três índices de avaliação do conforto térmico, PMV, PET e SET\* com o voto real das pessoas na cidade de Palmas-TO.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram aplicados os índices a partir de dados físicos de temperatura, umidade, temperatura média radiante e velocidade do vento, e verificado o voto das pessoas por meio de formulários,

conforme objetivos propostos. No entanto, primeiro fez-se necessário caracterizar o clima da cidade para determinação do período de coleta dos dados. Para isso foram utilizados dados mensais do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), no *site* do INMET (INMET, 2015), com todos os dados existentes. Foram calculadas as médias por mês de temperaturas compensadas, máximas e mínimas e umidade relativa do ar, resultando no gráfico da Figura 1, seguinte:

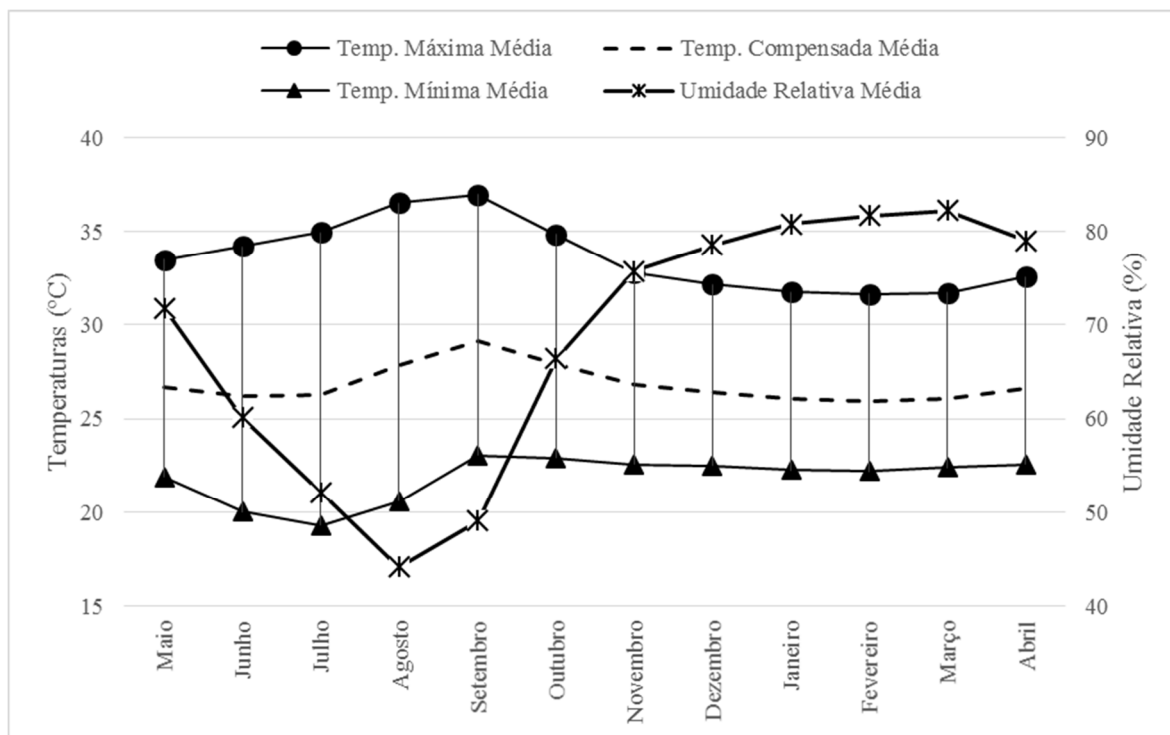


Figura 1 – Médias mensais de temperaturas e umidade relativa em Palmas, TO

Fonte: INMET (2015). Org. SILVA, L. F. G. (2015).

Dois períodos foram identificados no gráfico: de maio a novembro - estação seca, quando a temperatura máxima é alta, ultrapassando os 35°C, enquanto a temperatura mínima e a umidade relativa são baixas, chegando a menos de 20°C e menos de 20%, respectivamente; de novembro a abril - estação úmida, ocorrendo o inverso, a temperatura máxima é mais baixa, e a temperatura mínima e a umidade relativa são mais altas que no outro período, sendo que a umidade relativa chega a mais de 80% e os elementos possuem pouca variação.

As coletas foram realizadas em uma avenida comercial na cidade de Palmas nesses dois períodos, durante a estação seca e a estação úmida, no dia 30 de setembro de 2015 e 02 de março de 2016. Considerando o tempo de instalação e desinstalação dos equipamentos, como também, a possibilidade da bolsista pesquisadora de realizar os levantamentos e a aplicação dos formulários com entrevistas, pois o curso do IFTO é integral, foram levantados dados das 9h às 16h, durante os períodos determinados. Para aplicação dos índices e para a caracterização microclimática foram coletados dados com os seguintes instrumentos: Estação meteorológica portátil, marca Instrutemp, modelo ITH-1080, para dados de direção e velocidade do vento, temperatura, umidade relativa, entre

outros parâmetros (grupo de pesquisa TEMAS – Tecnologias em materiais sustentáveis); Termômetro de globo, com globo de cobre com duas polegadas de diâmetro, marca Instrutherm, pintado na cor cinza médio fosco.

A avaliação das pessoas foi realizada através de formulários que foram aplicados no mesmo dia e horários da coleta de dados físicos, com o intuito de levantar os votos de sensação térmica e conforto. Foram aplicados 200 formulários, 100 em cada coleta. Os formulários foram elaborados de acordo com as recomendações da norma ISO 10551 (ISO, 1995), segundo escalas. A Escala de Percepção Térmica variou de -4 a +4: - 4 frio extremo; - 3 muito frio; - 2 frio; - 1 pouco frio; 0 neutro; + 1 pouco calor; + 2 calor; + 3 muito calor; + 4 calor extremo. A Escala de Avaliação Térmica variou de 0 a +4: 0 confortável; + 1 pouco desconfortável; + 2 desconfortável; + 3 muito desconfortável; + 4 extremamente desconfortável. A Escala de Preferência Térmica variou de -3 a +3: - 3 muito mais frio; - 2 mais frio; - 1 um pouco mais frio; 0 assim mesmo; + 1 um pouco mais quente; + 2 mais quente; + 3 muito mais quente. As perguntas aplicadas encontram-se em anexo.

Os índices foram calculados pelo *software RayMan* desenvolvido pelo Instituto Meteorológico da Universidade de Freiburg e de domínio público (MATZARAKIS et. al, 2007; 2010), disponível no *site* <[www.urbanclimate.net/rayman/download.htm](http://www.urbanclimate.net/rayman/download.htm)>. O PMV é expresso em uma escala como na Tabela 1. O PET e o SET\* são expressos como uma temperatura equivalente a um ambiente de referência. Os dados necessários para o cálculo dos índices estão descritos no *software*: dados físicos de temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa do ar, velocidade do vento; e dados pessoais de vestimenta, atividade, peso, altura, idade e sexo. Os dados pessoais foram coletados durante a entrevista, sendo realizada a média para inserção dos dados no *software*. A temperatura radiante média foi calculada pelo método da temperatura de globo, descrito na norma ISO 7726 (ISO, 1998). Para todos os dados, foram gerados gráficos em planilha eletrônica.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Resultados na estação seca

Dentre os três índices, o PMV é o único que é expresso na mesma escala das respostas, no entanto, ficou muito distante da realidade pesquisada na estação seca. Enquanto a resposta de percepção térmica das pessoas variou de 1,29 a 2,5, o PMV variou de 2,4 a 5,9 (Figura 2). Apesar disto, da mesma forma que os outros índices, acompanhou as variações das respostas dos entrevistados quanto a valores mais reduzidos no início do dia, valores mais altos próximo do meio dia (porém, na resposta dos entrevistados ocorreu antes do meio dia, às 11h30 e nos índices ocorreu após o meio dia, entre 13h e 14h), e uma queda em ambos por volta das 14h30, acompanhando a mesma queda na temperatura radiante média. O PET chegou à máxima de 49°C e mínima de 32,3°C. O SET\* ficou na faixa de 28,1°C a 41°C.

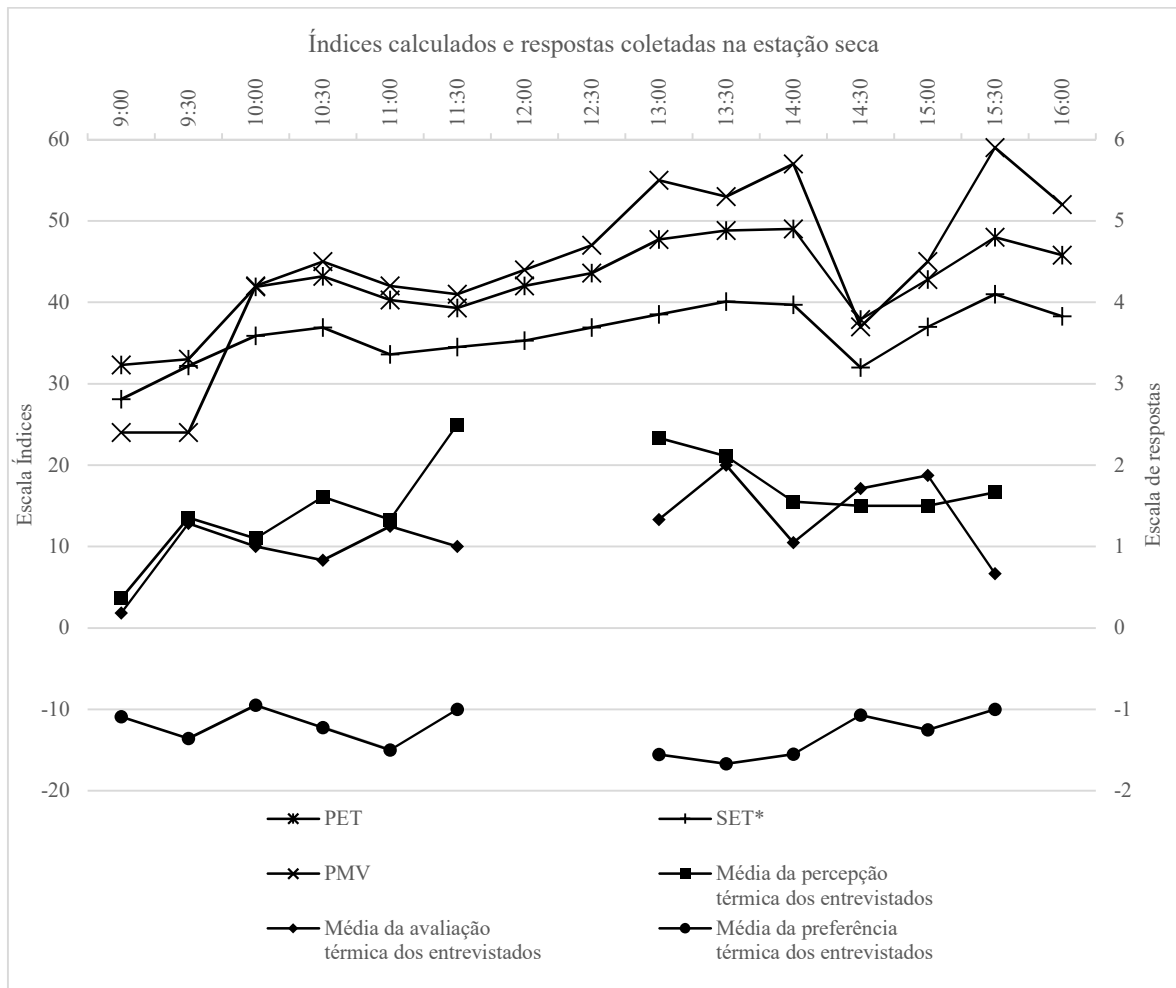


Figura 2 – Índices calculados e respostas da população entrevistada na estação seca  
**Fonte:** Dados de campo, elaborado pelas autoras (2016).

### 3.2 Resultados na estação úmida

Na estação úmida, o PMV manteve-se novamente muito distante da realidade pesquisada (Figura 3). Enquanto a resposta de percepção térmica das pessoas variou de 1,29 a 2,75, o PMV variou de 2,7 a 6. Apesar disso, da mesma forma que os outros índices, acompanhou as variações das respostas dos entrevistados quanto a valores mais reduzidos no início do dia, que apesar de crescentes apresentaram uma queda às 10h30 e valores mais altos próximo do meio dia. No entanto, os índices apresentaram uma queda às 13h não refletida nas respostas reais dos entrevistados. O PET chegou à máxima de 51,7°C e mínima de 34,5°C. O SET\* ficou na faixa de 32,8°C a 43,1°C, sempre menor que o PET.

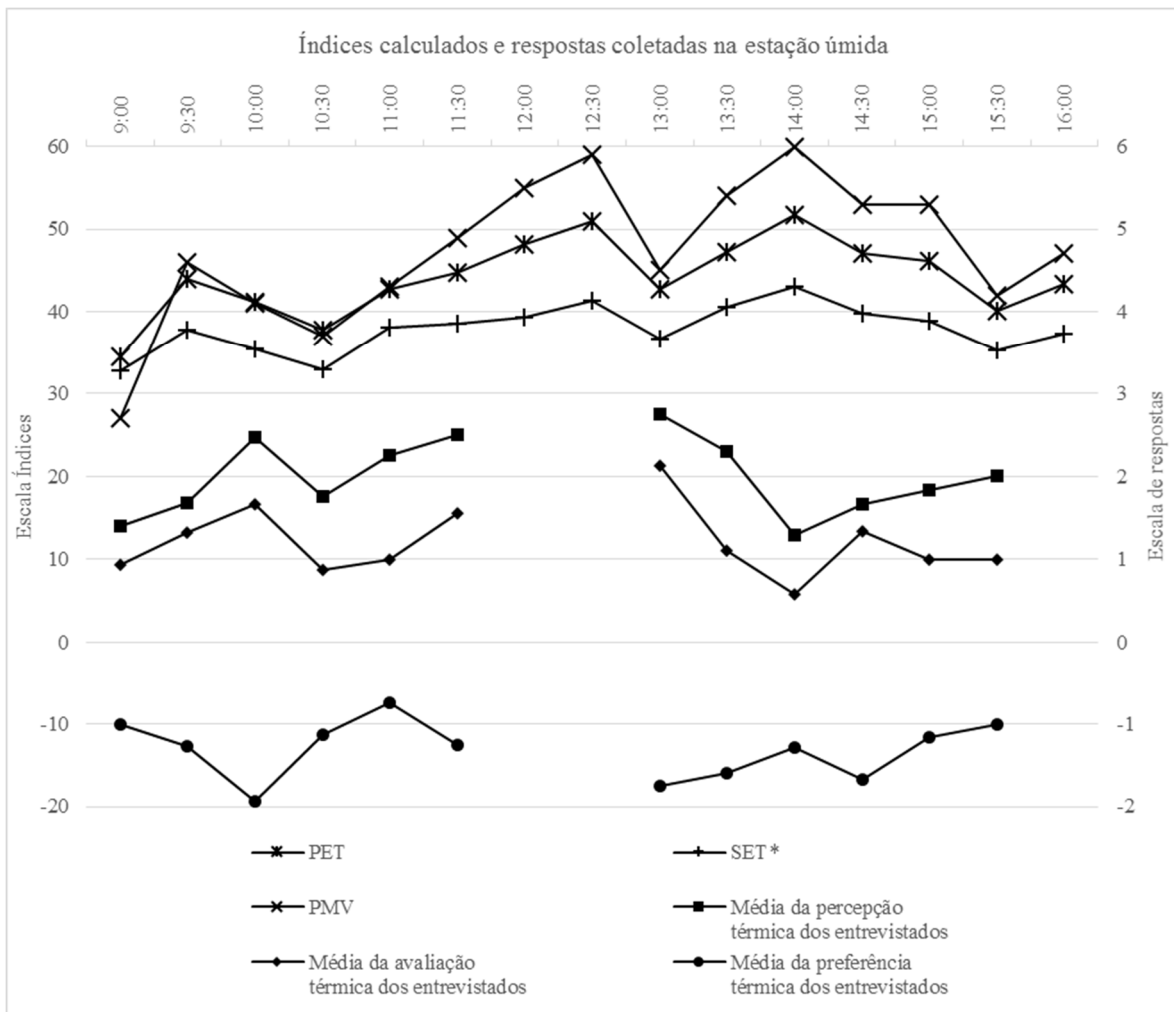


Figura 3 – Índices calculados e respostas da população entrevistada na estação úmida  
**Fonte:** Dados de campo, elaborado pelas autoras (2016).

## 6. CONCLUSÕES

Comparando o comportamento dos índices nas duas estações do ano, percebe-se que as variações foram pontuais, às 14h30 e 15h na estação seca, e às 13h e 13h30 na estação úmida, assim como pequena variação no período matutino, com leve queda na estação seca às 11h e 11h30, e na estação úmida às 10h e 10h30.

Percebeu-se que as respostas dos entrevistados quanto aos índices apresentaram muita variação nos diversos horários do dia. Os índices aumentam no período vespertino, e acompanham algumas variações de quedas nas respostas das pessoas nos mesmos horários ou em horários próximos, o que demonstra que os índices apresentam valores que podem expressar as respostas dos entrevistados.

O comportamento foi muito semelhante entre os índices, tanto na primeira quanto na segunda coleta. O PMV no entanto, acompanha as variações, mas ficou muito diferente em números absolutos. Este índice apresentou valores muito altos, mais altos que a própria escala proposta pelo mesmo, que chega ao máximo de + 4 (calor extremo). O PMV, poderia ser menor e, portanto, mais próximo das respostas dos entrevistados, o que não ocorreu. Dentre os índices que expressam uma temperatura equivalente (PET e SET\*), os valores absolutos do SET\* foram menores, mais próximos da resposta real dos entrevistados. De uma forma geral, a pesquisa demonstrou que os índices mostraram-se úteis para expressar a variação das respostas das pessoas durante o dia.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao IFTO pelo financiamento do projeto com bolsas de Iniciação Científica Júnior, e ao Grupo TEMAS – Tecnologias em Materiais Sustentáveis, pelo empréstimo da estação meteorológica.

## REFERÊNCIAS

FREITAS, C. R. de; GRIGORIEVA, E. A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. **International Journal of Biometeorology**, n. 59, p. 109-120, 2015.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2015. Disponível em:  
<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 10551**: Ergonomics of thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. Genebra, Suíça, 1995.

\_\_\_\_\_. **ISO 7726**: Ergonomics of the thermal environments – Instruments for measuring physical quantities. Genebra, Suíça, 1998.

MATZARAKIS, Andreas; RUTZ, Frank; MAYER, Helmut. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, n. 51, p. 323-334, 2007.

\_\_\_\_\_. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, n. 54, p. 131-139, 2010.

NIKOLOPOULOU, Marialena; STEEMERS, Koen. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. **Energy and Buildings**, n. 35, p. 95-101, 2003.

## ANEXOS

O formulário aplicado consta de 10 perguntas, conforme lista abaixo:

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ /201\_\_ Horário: \_\_\_\_ : \_\_\_\_

1. Qual a cidade e estado onde você nasceu?

2. Idade: \_\_\_\_ anos      3. Peso: \_\_\_\_ kg      4. Altura: \_\_\_\_ m      5. Gênero: ( ) M      ( ) F      ( ) ND

6. Neste exato momento, você está sentindo:

( ) Frio extremo      ( ) Muito frio      ( ) Frio      ( ) Pouco frio      ( ) Nem frio nem calor      ( ) Pouco calor      ( ) Calor      ( ) Muito calor      ( ) Calor extremo

7. Com esta sensação, você está confortável?

( ) Sim, Confortável      ( ) Não, um pouco desconfortável      ( ) Não, desconfortável      ( ) Não, muito desconfortável      ( ) Não, extremamente desconfortável

8. Como você preferiria estar neste momento?

( ) Bem mais aquecido      ( ) Mais aquecido      ( ) Um pouco mais aquecido      ( ) Assim mesmo, sem mudanças      ( ) Um pouco mais esfriado      ( ) Mais esfriado      ( ) Bem mais esfriado

9. Qual a atividade que você estava realizando antes da entrevista (imediatamente antes)?

( ) Em pé, parado      ( ) Andando devagar      ( ) Correndo  
 ( ) Sentado      ( ) Andando rápido      ( ) Correndo com carga  
 ( ) Andando com carga      ( ) Outro

10. Indicar na relação abaixo os itens de roupa que a pessoa está usando:

( ) Camiseta sem manga/Blusa      ( ) Saia curta      ( ) Sandálias  
 ( ) Camisa manga curta      ( ) Saia longa      ( ) Tênis ou Sapato  
 ( ) Camisa manga comprida      ( ) Shorts      ( ) Meias / Meia Calça  
 ( ) Jaqueta, blazer ou Paletó      ( ) Bermuda      ( ) Botas  
 ( ) Vestido leve      ( ) Calça fina      ( ) Boné/Chapéu  
 ( ) Vestido grosso      ( ) Calça grossa      ( ) Outros