

DEZ | 2021

Belo Horizonte - MG

Relatório Técnico

ETAPA 100
Acompanhamento da revisão da NBR
15570 pela ABNT

Atividades
110, 120, 130 e 140



Atividades 110, 120, 130 e 140

Sobre:

Este Relatório refere-se à Etapa 100 –
Acompanhamento da revisão da NBR 15570
pela ABNT.

Coordenação Geral

Elaine Nassif

Renato Guimarães Ribeiro

Coordenação Adjunta

Guilherme de Castro Leiva

Equipe Técnica:

Fernando Antônio Rodrigues Filho

Marcelo Suman Silva Assis

Estagiárias:

Ana Caroline da Silva Azevedo

Camila Marques de Castro



APRESENTAÇÃO

Este Relatório apresenta os resultados da Etapa 100 - Acompanhamento da revisão da NBR 15570 pela ABNT, em especial, das ATIVIDADES apresentadas abaixo. Esta Etapa integra o **CONVÊNIO PARA FINS DE PESQUISA E ESTUDO TÉCNICO Nº 11/2020 em parceria entre o Ministério Público do Trabalho e o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**, assinado em 17 de dezembro de 2020.

Atividades referentes à Etapa 100: Acompanhamento da revisão da NBR 15570:2009

ATIVIDADE 110 – Revisão e atualização dos conteúdos existentes na NBR 15570;

ATIVIDADE 120 – Estudo das Normas similares existentes em outros países;

ATIVIDADE 130 – Verificação da consistência e inconsistência da NBR 15570 com as Normas do Ministério do Trabalho e as Normas similares internacionais; e

ATIVIDADE 140 – Proposição de adequações à NBR 15570, em função das Normas do Ministério do Trabalho, das Normas similares internacionais, do desenvolvimento tecnológico e da compatibilidade com o sistema brasileiro.

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 | NORMAS TÉCNICAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS | 8 |
| 2.1 | Normas Técnicas e Regulamentos Nacionais | 8 |
| 2.2 | Normas e Regulamentos Internacionais | 9 |
| 2.3 | Análise Comparativa entre as Normas Nacionais e Internacionais | 11 |
| 2.3.1 | Condições de Trabalho | 11 |
| 2.3.1.1 | Exposição ao Calor | 11 |
| 2.3.1.2 | Temperatura de Superfícies | 15 |
| 2.3.1.3 | Temperatura de Superfícies | 17 |
| 2.3.1.4 | Ruído | 18 |
| 2.3.1.4.1 | <i>Ruído Interno</i> | 18 |
| 2.3.1.4.2 | <i>Ruído Externo</i> | 20 |
| 2.3.1.5 | Vibração | 20 |
| 2.3.2 | Ergonomia do Posto de Comando | 21 |
| 2.3.2.1 | <i>Design do Posto de Comando</i> | 21 |
| 2.3.2.1.1 | <i>Dimensões Mínimas do Posto de Comando</i> | 21 |
| 2.3.2.1.2 | <i>Guarda-pertences</i> | 23 |
| 2.3.2.1.3 | <i>Anteparos</i> | 24 |
| 2.3.2.2 | Poltronas | 24 |
| 2.3.2.2.1 | <i>Posicionamento da Poltrona em Relação ao Volante</i> | 25 |
| 2.3.2.2.2 | <i>Dimensões e Possibilidades de Ajuste</i> | 25 |
| 2.3.2.3 | Visibilidade, Reflexos e Iluminação | 27 |
| 2.3.2.3.1 | <i>Visibilidade Interna do Veículo</i> | 27 |
| 2.3.2.3.2 | <i>Visibilidade Externa do Veículo</i> | 27 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 2.3.2.3.3 | <i>Reflexos</i> | 30 |
| 2.3.2.4 | Painel..... | 31 |
| 2.3.2.5 | Pedais..... | 32 |
| 2.3.2.5.1 | <i>Reflexos</i> | 33 |
| 2.3.2.5.2 | <i>Descanso dos Pés</i> | 34 |
| 2.3.2.6 | Volante e Coluna de Direção..... | 35 |
| 3 | CRÍTICAS E SUGESTÕES DE ALTERAÇÃO DA NBR 15570 | 37 |
| 3.1 | Condições de Trabalho | 37 |
| 3.1.1 | Crítica 1: Tópico 8.2 da NBR 15570 – Coluna de Direção Ajustável | 37 |
| 3.1.1.1 | Sugestão de Alteração do Texto..... | 37 |
| 3.1.2 | Crítica 2: Tópico 10.7 – Exposição ao Ruído | 37 |
| 3.1.3 | Crítica 3: Tópico 10.8 da NBR 15570 – Temperatura Máxima para Superfícies 38 | |
| 3.1.3.1 | Sugestão de Alteração do Texto..... | 39 |
| 3.1.4 | Crítica 4: Tópico 10.10 – Exposição ao Calor | 41 |
| 3.1.4.1 | Sugestão de Alteração do Texto..... | 44 |
| 3.1.5 | Crítica 5: Determinação do Espaço Mínimo do Posto de Comando | 45 |
| 3.1.6 | Crítica 6: Apoio para o Pé Esquerdo | 45 |
| 3.1.7 | Crítica 7: Pedais e Posicionamento dos Pedais | 45 |
| 3.1.8 | Crítica 8: Ajustes do Assento, Encosto e Coluna de Direção | 45 |
| 3.1.8.1 | Sugestão de Alteração do Texto..... | 46 |
| 3.1.9 | Crítica 9: Nível de Vibração | 47 |
| 3.2 | Especificações Técnicas dos Ônibus | 47 |
| 3.2.1 | Crítica 1: Letra d) do Tópico 6.3 | 47 |
| 3.2.1.1 | Sugestão de Alteração do Texto..... | 47 |
| 3.2.2 | Crítica 2: Tópicos 10 e 11 – Desempenho do Veículo | 47 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.2.3 | Crítica 3: Tópicos 11 – Sistema de Transmissão..... | 49 |
| 3.2.4 | Crítica 4: Tópicos 12.2 – Sistema Antiblocante de Freio..... | 50 |
| 3.2.4.1 | Sugestão de Alteração do Texto..... | 50 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 51 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 53 |

1 INTRODUÇÃO

Apresenta-se neste documento uma análise técnica da norma NBR ABNT 15570, que especifica os requisitos mínimos para as características construtivas e os equipamentos auxiliares aplicáveis nos veículos produzidos para operação no transporte coletivo urbano de passageiros. Tal norma visa garantir condições de segurança, conforto, acessibilidade e mobilidade aos condutores e usuários, independentemente da idade, estatura e condição física ou sensorial.

A análise é conduzida a partir de uma comparação entre as exigências publicadas na NBR 15570 e as normas nacionais específicas de cada tema abordado, como, por exemplo, exposição ao ruído, ao calor, condições ergonômicas do posto de trabalho etc. Essa análise é apresentada em duas etapas:

- A primeira etapa, apresentada no Capítulo 2, corresponde às ATIVIDADES 110 e 120. Contempla uma análise comparativa entre a norma NBR 15570 e as normas nacionais e internacionais.
- a segunda etapa, apresentada no Capítulo 3 e correspondente à ATIVIDADE 130, expõe uma crítica a pontos incoerentes ou deficitários da NBR 15570. Inclui, como ATIVIDADE 140, sugestões de reformulação para cada um dos pontos críticos previamente identificados.

Por fim, foi elaborado um resumo das principais conclusões, disponíveis no capítulo intitulado “Considerações Finais”.

2 NORMAS TÉCNICAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

2.1 Normas Técnicas e Regulamentos Nacionais

A principal norma brasileira relacionada às especificações técnicas para fabricação de veículos para o transporte coletivo de passageiros é a ABNT NBR 15570: “Especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros”. Essa norma tem por escopo estabelecer:

[...] os requisitos mínimos para as características construtivas e os equipamentos auxiliares aplicáveis nos veículos produzidos para operação no transporte coletivo urbano de passageiros, de forma a garantir condições de segurança, conforto, acessibilidade e mobilidade aos seus condutores e usuários, independentemente da idade, estatura e condição física ou sensorial (ABNT, 2009 p.1).

As Normas Regulamentadoras (NR) 15 e 17 são de extrema importância para análise das condições de trabalho dos motoristas e trocadores. A NR-15 classifica e regulamenta as condições de trabalho e as operações insalubres, determinando valores adicionais a serem pagos aos trabalhadores. Ela é composta por diretrizes gerais e treze anexos, que definem, quando possível quantificar a contaminação do ambiente, limites de tolerância para agentes físicos, químicos e biológicos ou listam situações em que o trabalho é considerado insalubre qualitativamente (BRASIL, 2021). A NR-17 aborda aspectos ergonômicos do trabalho ao estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

2.2 Normas e Regulamentos Internacionais

O levantamento das normas e regulamentos internacionais foi realizado com o objetivo de desenvolver uma análise comparativa com as normas brasileiras. A pesquisa teve como foco principal: as diretrizes das condições de trabalho dos motoristas de ônibus; níveis de exposição ao frio, ao calor, ao ruído e à vibração; e estabelecimento de valores máximos das temperaturas das superfícies, com especial atenção às especificações do posto de trabalho do motorista relacionadas à ergonomia.

As pesquisas iniciais foram orientadas pelo *site* oficial da União Europeia e pelo *site* da Norma Doc, que, considerada uma central de compras especializada em normas técnicas, reúne referências de normas internacionais de diversos países do mundo, inclusive da União Europeia. Durante a busca, as principais palavras-chave utilizadas foram: “*buses*”, “*standards buses*”, “*driver cabin*”, “*autocarros*”, “*coach and buses standards*”. Após resultados das pesquisas, a principal fonte de dados utilizada foi a Organização Internacional de Normalização (ISO).

Para análise das condições ergonômicas do posto de trabalho do motorista, foi realizada a revisão da ISO 16121. Essa norma é composta por quatro documentos que dispõem os requisitos ergonômicos para o ambiente de trabalho de motoristas de linhas de ônibus urbanos, conforme descrito a seguir:

A ISO 16121: *Ergonomic requirements for the driver’s workplace in line-service buses* é uma norma dividida em quatro partes:

- ISO 16121-1:2012: *General description, basic requirements*

A primeira parte da norma se aplica ao espaço do motorista de ônibus de piso baixo em serviços desenvolvidos para transporte de passageiros. Dispõe requisitos mínimos e recomendações para um assento ergonômico e confortável, dimensão e posição de montagem;

- ISO 16121-2:2012: *Visibility*

A segunda parte da norma especifica os requisitos necessários para o campo de visão do motorista da área em frente ao veículo, para a entrada oposta ao banco do motorista e para o compartimento interno do veículo.

- ISO 16121– 3:2012: *Information devices and controls*

A terceira parte da norma diz respeito aos requisitos para localização de dispositivo e controle de informação.

- ISO 16121–4:2012: *Cabin Environment*.

A quarta e última parte da norma especifica os requisitos mínimos para o ambiente da cabine do motorista.

A ISO 5128: *Acoustics – Measurement of noise inside motor vehicle* especifica condições de medida reproduzíveis e comparáveis dos níveis de ruído e espectros de ruído dentro de todos os tipos de veículos motorizados destinados ao uso rodoviário. Incluem-se aqui aqueles veículos em que o motorista e/ou o passageiro ocupam uma cabine aberta ou mesmo apenas uma área bem definida, excluindo-se tratores e máquinas de campo.

A ISO 2631 – *Mechanical Vibration and Shock* e a ISO 5349 – *Mechanical Vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration* dizem respeito aos níveis de vibração a que os motoristas estão expostos, as normas

A norma ISO 15008 *Road vehicles — Ergonomic aspects of transport information and control systems — Specifications and test procedures for in-vehicle visual presentation* dispõe os requisitos ergonômicos mínimos do posto de trabalho do motorista, no que diz respeito aos comandos e informações disponíveis no painel.

Afirma que a atividade de direção é bastante complexa por demandar do motorista um balanço dinâmico entre suas habilidades cognitivas, psicomotoras e visuais. O projeto dos comandos e a seleção, organização e forma das informações disponibilizadas para o motorista não devem acarretar perda de desempenho, redução da segurança e aumento do desgaste físico e mental. Para isso, faz-se necessária a normalização de diversos parâmetros, como: intensidade luminosa do painel em função da condição de luz do ambiente, nível de exigência de movimento do motorista para acesso aos comandos, estabelecimento de força máxima para acionamento de pedais e comandos, bem como seleção e programação visual das informações disponíveis no painel.

2.3 Análise Comparativa entre as Normas Nacionais e Internacionais

No Brasil, os requisitos mínimos dos ônibus aplicados ao transporte coletivo de passageiros encontram-se condensados em apenas uma norma, a ABNT NBR 15570. Na Europa, são diversas as normativas, organizadas por temas – dentre elas, as mais importantes para este estudo são: ISO 16121-1, ISO 16121-2, ISO 16121-3, ISO 16121-4, ISO 5128, ISO 15008, ISO 5349 e ISO 9612.

Os tópicos a seguir apresentam uma análise técnica comparativa entre os principais assuntos referentes à condição de trabalho e à ergonomia do motorista e cobrador abordados na norma brasileira e nas normas internacionais (Isso).

2.3.1 Condições de Trabalho

2.3.1.1 Exposição ao Calor

Tanto a NBR 15570 quanto a ISO 16121-4 não exigem que os ônibus sejam equipados com ar-condicionado.

A ISO 16121-4, no tópico 4.2.2, sugere uma avaliação sobre a necessidade do ar-condicionado em função do clima do local de operação do veículo. No item A.2 (Apêndice A), recomenda, sem exigir, que o sistema de ar-condicionado seja capaz de manter a temperatura do ar no posto de trabalho entre uma faixa de 18 °C a 25 °C, garantindo, dessa forma, o conforto térmico do motorista e um nível de exposição ao calor saudável, confortável e não caracterizador de uma condição insalubre. Recomenda que a variação máxima de temperatura entre a região dos pés e a da cabeça do motorista não exceda 3 °C e que a velocidade do ar do sistema de ventilação não ultrapasse 0,2 m/s após a temperatura-alvo, regulada pelo motorista, ter sido atingida (o tempo para estabelecimento da temperatura-alvo escolhida pelo motorista não pode exceder 30 minutos). Ressalta que, caso necessário, devem existir medidas para evitar perturbações no campo de temperatura, no entorno do motorista, devido às cargas térmicas ocasionadas pela abertura da porta frontal do ônibus.

A norma NBR 15570 tem uma abordagem mais simples e direta acerca da exposição ao calor. Não expressa nenhuma preocupação referente ao conforto térmico do motorista e da equipe de bordo; visa apenas garantir que uma condição de insalubridade não ocorra no posto de trabalho. Para esse fim, estabelece, no tópico 10.10, o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo i(IBUTG) máximo igual a 30,5 °C, medidos conforme a NR-15, em qualquer condição de trabalho.

O Anexo 3 da NR-15, juntamente com a Norma de Higiene Ocupacional 06 (NHO 06), estabelece critérios para caracterizar a insalubridade devido a exposição do trabalhador ao calor. Os critérios fundamentam-se no Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) e nas taxas metabólicas características das atividades realizadas pelo trabalhador. De acordo com a NR-15, para ambientes fechados sem exposição direta do sol, o IBUTG é calculado a partir da Equação 1. A Tabela 1, extraída da NR-15, mostra o valor máximo do IBUTG em função da taxa metabólica da atividade, a qual pode ser obtida na Tabela 2, também extraída da NR-15.

$$\text{IBUTG} = 0,7t_{bn} + 0,3 t_g \quad (1)$$

em que:

t_{bn} : temperatura de bulbo húmido natural (°C);

t_g : temperatura de globo (°C).

Tabela 1 – Limite de exposição ocupacional ao calor

| \bar{M} [W] | \overline{IBUTG}_{MAX} [°C] | \bar{M} [W] | \overline{IBUTG}_{MAX} [°C] | \bar{M} [W] | \overline{IBUTG}_{MAX} [°C] |
|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
| 100 | 33,7 | 186 | 30,6 | 346 | 27,5 |
| 102 | 33,6 | 189 | 30,5 | 353 | 27,4 |
| 104 | 33,5 | 193 | 30,4 | 360 | 27,3 |
| 106 | 33,4 | 197 | 30,3 | 367 | 27,2 |
| 108 | 33,3 | 201 | 30,2 | 374 | 27,1 |
| 110 | 33,2 | 205 | 30,1 | 382 | 27,0 |
| 112 | 33,1 | 209 | 30,0 | 390 | 26,9 |
| 115 | 33,0 | 214 | 29,9 | 398 | 26,8 |
| 117 | 32,9 | 218 | 29,8 | 406 | 26,7 |
| 119 | 32,8 | 222 | 29,7 | 414 | 26,6 |
| 122 | 32,7 | 227 | 29,6 | 422 | 26,5 |
| 124 | 32,6 | 231 | 29,5 | 431 | 26,4 |
| 127 | 32,5 | 236 | 29,4 | 440 | 26,3 |
| 129 | 32,4 | 241 | 29,3 | 448 | 26,2 |
| 132 | 32,3 | 246 | 29,2 | 458 | 26,1 |
| 135 | 32,2 | 251 | 29,1 | 467 | 26,0 |
| 137 | 32,1 | 256 | 29,0 | 476 | 25,9 |
| 140 | 32,0 | 261 | 28,9 | 486 | 25,8 |
| 143 | 31,9 | 266 | 28,8 | 496 | 25,7 |
| 146 | 31,8 | 272 | 28,7 | 506 | 25,6 |
| 149 | 31,7 | 277 | 28,6 | 516 | 25,5 |
| 152 | 31,6 | 283 | 28,5 | 526 | 25,4 |
| 155 | 31,5 | 289 | 28,4 | 537 | 25,3 |
| 158 | 31,4 | 294 | 28,3 | 548 | 25,2 |
| 161 | 31,3 | 300 | 28,2 | 559 | 25,1 |
| 165 | 31,2 | 306 | 28,1 | 570 | 25,0 |
| 168 | 31,1 | 313 | 28,0 | 582 | 24,9 |
| 171 | 31,0 | 319 | 27,9 | 594 | 24,8 |
| 175 | 30,9 | 325 | 27,8 | 606 | 24,7 |
| 178 | 30,8 | 332 | 27,7 | | |
| 182 | 30,7 | 339 | 27,6 | | |

Fonte: NR-15.

É muito importante destacar que, para veículos equipados com transmissão mecânica, o motorista faz uso de ambos os braços e ambas as pernas, enquanto, para veículos com transmissão automática ou elétricos, o motorista faz uso dos dois braços e da perna direita. Considerando uma atividade leve com braços e pernas para um trabalhador sentado, obtém-se, na Tabela 2, uma taxa metabólica de 324 W, que fornece um IBUTG de 27,8 °C. Como relatado anteriormente, o tópico 10.10 da NBR

15570 estabelece um valor máximo de IBUTG de 30,5 °C, que, de acordo com a Tabela 2, corresponde a uma taxa metabólica de 189 W.

Tabela 2 – Taxa metabólica por tipo de atividade

| Atividade | Taxa metabólica (W) |
|---------------------------------------|----------------------------|
| Sentado | |
| Em repouso | 100 |
| Trabalho leve com as mãos | 126 |
| Trabalho moderado com as mãos | 153 |
| Trabalho pesado com as mãos | 171 |
| Trabalho leve com um braço | 162 |
| Trabalho moderado com um braço | 198 |
| Trabalho pesado com um braço | 234 |
| Trabalho leve com dois braços | 216 |
| Trabalho moderado com dois braços | 252 |
| Trabalho pesado com dois braços | 288 |
| Trabalho leve com braços e pernas | 324 |
| Trabalho moderado com braços e pernas | 441 |
| Trabalho pesado com braços e pernas | 603 |

Fonte: NR-15.

Na Tabela 2, uma atividade leve com um braço corresponde a uma taxa metabólica de 162 W, enquanto uma atividade moderada com um braço corresponde a uma taxa metabólica de 198 W. Dessa forma, a NBR 15570 considera a atividade do motorista como uma atividade intermediária entre a atividade leve e a atividade moderada com um braço. É importante destacar que essa consideração é bastante conservadora para motoristas que operam ônibus com transmissão mecânica, cuja operação requer a utilização dos dois braços e das duas pernas. Uma vez que os motoristas dos veículos equipados com transmissão automática e ônibus elétricos utilizam os dois braços e uma das pernas, faz-se necessária a redução do IBUTG máximo do posto de trabalho do motorista de 30,5°C para 27,8°C.

Considerando uma atividade leve com os dois braços para o cobrador, obtém-se uma taxa metabólica de 216 W, correspondente a um IBUTG de 29,8°C.

A NBR 15570 deveria exigir um sistema de ar-condicionado para veículos que operam em condições climáticas onde o IBUTG nos postos de trabalho do motorista e do cobrador sejam superiores a superiores aos a 27,8 °C e 29,8 °C respectivamente.

2.3.1.2 Temperatura de Superfícies

A NBR 15570, no tópico 10.8, estabelece:

As temperaturas nas superfícies do compartimento dos passageiros e posto de comando não podem ser superiores a 45 °C, medidas a uma distância radial de 50 mm das superfícies, nos pontos mais críticos das seguintes regiões:

- a) motor;
- b) sistema de exaustão do motor;
- c) sistema de transmissão;
- d) piso;
- e) teto. (ABNT, 2009, p. 12)

É importante observar que a NBR 15570 orienta que as medições das temperaturas das superfícies sejam realizadas a uma distância de 50 mm da superfície. Dessa forma, o valor de temperatura medido **não é o valor da temperatura da superfície**.

Os locais de medição apontados pela NBR com “pontos mais críticos” apresentam incoerência técnica. O sistema de transmissão, fixado ao chassi do ônibus, fica fora do compartimento de passageiros, não sendo, portanto, passível de ser tocado pelo motorista, cobrador ou passageiros. Para ônibus com motor dianteiro, o acesso ao motor é feito através do capô, que fica fechado e requer, no mínimo, a liberação de uma trava para ser aberto. Nesse mesmo contexto, por uma questão de segurança, o sistema de exaustão dos gases do motor deve encontrar-se protegido contra o toque de passageiros, motoristas e transeuntes. Os gases de exaustão de um motor de ignição por compressão podem ultrapassar os 500 °C; assim,

temperaturas medidas a uma distância de 50 mm do escapamento podem facilmente superar os 45 °C e atingir facilmente temperaturas superiores a 200 °C, capazes de provocar queimaduras de extrema gravidade.

Dessa forma, fica evidente uma grande deficiência técnica no texto da norma NBR 15570, sobretudo no que se refere às medições do sistema de exaustão do motor. Conclui-se não ser razoável estabelecer um limite de temperatura de 45 °C, medido a 50 mm de distância de qualquer componente do sistema de exaustão do motor. Por outro lado, é necessário normalizar medidas de segurança para que motorista, cobrador, passageiros e transeuntes não possam tocar acidentalmente qualquer componente do sistema de exaustão do motor.

Com exceção do piso e do teto do ônibus, a NBR 15570 **não** estabelece valores de temperaturas máximas para as superfícies internas e externas do veículo passíveis de serem tocadas de forma intencional ou acidental pelo motorista, equipe de bordo, passageiros e transeuntes. Valores de temperaturas medidos a determinada distância da superfície não garantem que a temperatura estará abaixo do limiar de queimadura. Dessa forma, é importante estabelecer limites máximos para as temperaturas das superfícies tanto internas quanto externas do veículo, a fim de garantir a segurança de todas as pessoas que possam tocá-las de forma intencional ou acidental.

A NBR 13970 tem como objetivo estabelecer limites máximos de temperatura de superfícies (Ts) em função do tipo de material e tempo de contato com a pele humana a fim de evitar queimaduras. Logo, é importante que sejam estabelecidos limites de temperaturas para as superfícies de acordo com a norma NBR 13970, não existindo uma razão para que essa medida seja feita a uma distância radial de 50 mm da superfície de interesse.

Assim, fica evidente a necessidade de estabelecer uma temperatura de superfície máxima aceitável em qualquer superfície do veículo, interna ou externa, passível de ser tocada pela equipe de bordo, passageiros ou transeuntes.

2.3.1.3 Temperatura de Superfícies

A NBR 15570 dispõe os requisitos para funcionamento dos ventiladores e dos ares-condicionados e parâmetros mínimos para renovação de ar no ônibus completo, focando pouco em recomendações específicas para o posto de comando do motorista. Em linhas gerais, a ISO 16121-4 (ISO, 2011c) determina que o projeto do posto de comando e o sistema de climatização devem proporcionar um ambiente aceitável para a maioria dos motoristas, de acordo com o clima prevalente na região durante o ano. O sistema básico deve conter aquecimento, dispensável para grande parte do território brasileiro, e ventilação convencional de ar, com opção de ar-condicionado, se necessário. Além disso, a climatização e a ventilação da cabine do motorista devem ser controladas de forma independente do sistema direcionado ao salão de passageiros.

A NBR 15570 (ABNT, 2009) define que os dispositivos de tomada de ar (ventiladores e cúpulas) devem assegurar uma renovação de ar de pelo menos 20 vezes por hora, estar localizados o mais próximo possível do eixo longitudinal do veículo e ser distribuídos ao longo do teto de maneira uniforme. Também determina que os dispositivos estejam protegidos para possibilitar a sua utilização em dias chuvosos. A Tabela 3 apresenta as quantidades mínimas de dispositivos de acordo com a classe do veículo.

Tabela 3 – Quantidade mínima de dispositivos de tomada de ar por veículo na NBR 15570

| Classe de veículo | Tomada de ar forçada (ventiladores) | Tomada de ar natural (cúpulas) |
|--------------------------|--|---------------------------------------|
| Micro-ônibus | 1 | 0 |
| Miniônibus e Midiônibus | 2 | 1 |
| Ônibus Básico | 3 | 2 |
| Ônibus Padron | 4 | 2 |
| Ônibus Articulado | 5 | 2 |
| Ônibus Biarticulado | 7 | 3 |

Fonte: NBR 15570.

Em relação ao conforto térmico do motorista, a norma recomenda um ventilador que possua uma vazão mínima de 150 m³/h. Também deve haver, no mínimo, um ventilador elétrico com velocidades e capacidade de vazão suficientes para desembaçar o para-brisa (ABNT, 2009).

A ISO 16121-4 (ISO, 2011c) define que o ventilador destinado ao posto de comando do motorista deve ter um mínimo de três configurações de velocidade e bocais ajustáveis que possibilitem direcionar os jatos de ar ao motorista. Os bocais devem permitir seu fechamento, caso necessário.

Para veículos com sistema de ar-condicionado, a NBR 15570 (ABNT, 2009) determina que a temperatura interna máxima seja de 22 °C. Quando a temperatura externa for maior que 30 °C, a diferença entre as temperaturas externa e interna deve ser de, no mínimo, 8 °C. A norma define, ainda, que a taxa mínima de renovação do ar deve ser de 8 m³ por pessoa por hora, sendo recomendável 13 m³ por pessoa por hora, conforme a ABNT NBR 6401:1980.

Quanto à qualidade do ar, a ISO 16121-4 (ISO, 2011c) define que o posto de comando do motorista seja ventilado a partir do ambiente externo ou permita a recirculação de ar da cabine. O desempenho típico do sistema de ventilação deve estar de acordo com a ISO/TS 11155.

2.3.1.4 Ruído

2.3.1.4.1 *Ruído Interno*

A norma NBR 15570 estabelece o nível de ruído interno inferior a 85 dB(A) em qualquer regime de rotação do motor, devendo o ruído ser medido de acordo com a ABNT NBR 9079. Contudo, como esta norma (a NBR 9079) foi cancelada em 5 de setembro de 2012, é importante destacar a necessidade de uma instrução normativa para a metodologia de medição do ruído interno nos ônibus de transporte coletivo de passageiro urbano, devendo as medições ser coerentes com as condições de operação, ou seja, as medições de ruído devem envolver as diversas fontes de ruído, e não apenas o motor, como sugerido de forma indireta pela NBR 15570. As medições devem ser realizadas nas diversas condições de operação do ônibus. O nível de ruído

deveria ser medido com o veículo vazio (sem passageiros), parado e com o motor na condição de marcha lenta e também com lotação máxima de passageiros, sob tráfego intenso e com o motor na condição de plena carga. É coerente e conveniente adotar diferentes níveis máximos de ruídos como exigido na ISO 5128, a qual estabelece os limites de 60 dB(A) para a condição de marcha lenta e de 65 dB(A) para o veículo trafegando a 50 km/h, conferindo, assim, maior conforto ao motorista e aos passageiros.

A norma ISO 5128 descreve uma metodologia para medição de ruído interno em veículos que poderia ser aplicada ao ônibus de transporte coletivo urbano, porém com uma importante ressalva: o ambiente acústico onde as medições devem ser realizadas. Esse ambiente, descrito no item 5.1 da ISO 5128, exige que as medições do ruído interno não sejam influenciadas pela reflexão do ruído emitido pelo próprio veículo em prédios, muros ou outros objetos grandes e que não haja outro veículo a uma distância inferior a 20 m. Essas condições ambientais não reproduzem a condição de operação de um ônibus de transporte coletivo urbano.

Como já mencionado, faz-se necessária a normalização de uma metodologia para medição do ruído interno para ônibus urbano de transporte de passageiro coletivo que corresponda à sua condição de operação. É fundamental destacar que devem ser consideradas tanto as fontes internas quanto as fontes externas de ruído, provocadas por reflexão do ruído gerado pelo próprio ônibus no ambiente urbano. Assim, fica enfatizado que o motorista do ônibus não está exposto apenas ao ruído provocado pelo motor do ônibus, mas ao ruído de diversas outras fontes, como, por exemplo, aqueles gerados pelos passageiros, pelo trânsito de outros veículos no entorno do ônibus etc.

Enquanto a NBR 15570 estabelece apenas um valor de nível máximo de ruído, sendo este aplicado para qualquer condição de operação, a ISO 16121-4 estabelece um nível máximo de ruído para a condição de marcha lenta diferente daquele da condição em que o veículo se encontra em movimento a uma velocidade constante de 50 km/h. **Essa abordagem demonstra uma preocupação que vai além da questão de salubridade, envolvendo também o conforto acústico do operador, o que certamente contribui para a redução do seu desgaste mental.**

A norma ISO 16121-4 estabelece, no item 5.1, um que o nível de ruído, expresso em L_{eq} , medido durante dois minutos a 50 km/h, não deve exceder 70 dB(A), medido próximo ao ouvido do motorista, de acordo com a metodologia proposta na ISO 5128. Dispõe ainda que o nível de ruído do ônibus parado na condição de marcha lenta não deve exceder 60 dB(A). Também define níveis de ruído máximo para o sistema de ventilação de 55 dB(A) e 65 dB(A), medidos, com o motor desligado e próximo ao ouvido do motorista, com o ventilador ligado respectivamente nas velocidades mínima e média.

2.3.1.4.2 *Ruído Externo*

A poluição sonora é uma séria ameaça à saúde, ao bem-estar público e à qualidade de vida. Considerando que a população tem direito garantido de conforto ambiental e que os ônibus de transporte coletivo de passageiros transitam durante 24 horas por dia e sete dias por semana em vias públicas, faz-se necessário estabelecer limites máximos para a emissão de ruído provocada por eles. Diversas normas nacionais descrevem metodologias para a medição de ruído veicular externo, como a NBR 15145, a NBR 9714 e a NBR 5483. Assim, destaca-se a importância da inclusão desse tópico na NBR 15570.

2.3.1.5 Vibração

A exposição a vibração nos braços e mãos ou no corpo inteiro acima de determinado nível causa danos à saúde. Por essa razão, a NR-15, no Anexo 8, estabelece critérios para caracterização da condição de trabalho insalubre decorrente da exposição às Vibrações de Mãos e Braços (VMB) e às Vibrações de Corpo Inteiro (VCI) (BRASIL, 1978, p. 79).

2. Caracteriza-se a condição insalubre caso seja superado o limite de exposição ocupacional diária a VMB correspondente a um valor de aceleração resultante de exposição normalizada (aren) de 5 m/s².

2.2. Caracteriza-se a condição insalubre caso sejam superados quaisquer dos limites de exposição ocupacional diária a VCI:

a) valor da aceleração resultante de exposição normalizada (aren) de 1,1 m/s²; b) valor da dose de vibração resultante (VDVR) de 21,0 m/s² 1,75. (BRASIL, 1978, p. 79)

Motores de combustão interna são fontes de vibração, assim como rodas e pneus desbalanceados. Esses componentes, dentre outros presentes no ônibus, podem ser fontes de vibração prejudiciais à saúde dos motoristas e cobradores. Por essa razão, faz-se necessário incluir na NBR 15570 um tópico estabelecendo um limite máximo de vibração no posto de trabalho do motorista e do cobrador. Nesse contexto, pode-se citar a norma ISO 2631-1, a qual estima o efeito da vibração no conforto de pessoas saudáveis que são expostas a vibração de todo o corpo de forma periódica, aleatória e/ou transitória durante viagens, trabalhos ou atividades de lazer.

2.3.2 Ergonomia do Posto de Comando

2.3.2.1 *Design do Posto de Comando*

2.3.2.1.1 *Dimensões Mínimas do Posto de Comando*

No que diz respeito ao dimensionamento do espaço mínimo reservado para locação do posto de comando, **a NBR 15570 não estabelece critério algum**, apesar de ser um importante requisito para garantir conforto aos operadores. Esse fato é incoerente com o objetivo da norma descrito no seu escopo:

[...] estabelece os requisitos mínimos para as características construtivas e os equipamentos auxiliares aplicáveis nos veículos produzidos para operação no transporte coletivo urbano de passageiros, de forma a garantir condições de segurança, **conforto**, acessibilidade e **mobilidade aos seus condutores** e usuários, independentemente da idade, estatura e condição física ou sensorial (ABNT, 2009, p. 1, grifos adicionados)

Ao contrário da NBR 15570, a ISO 16121-1 determina dimensões mínimas para o comprimento, largura **e acesso à cabine**, o que permite que a movimentação de braços e pernas aconteça de forma cômoda e reduza o desgaste físico e mental dos motoristas durante a operação. Os parâmetros definidos pela ISO 16121-1 consideram as implicações práticas do projeto de posto de comando para motoristas de estaturas entre 1,55 m e 2,00 m, com o objetivo de assegurar que os motoristas possam trabalhar com os ângulos de conforto definidos pela ciência da ergonomia. Dessa forma, as variações de ajuste proporcionam maior conforto para diferentes tipos físicos, diferentemente da NBR 15570.

É muito importante observar que a NBR 15570 exige dimensões para ajustes mínimos do assento e do encosto do posto de trabalho do motorista, negligenciando completamente o cobrador, e não exige coluna de direção ajustável para todas as classes de ônibus. Vale sublinhar que não existe uma clareza ou garantia de que as exigências mínimas de projeto do posto de trabalho enunciadas na NBR 15570 garantam o atendimento às exigências da NR-17. Por abordar questões ergonômicas do posto de trabalho, a NR-17 deveria ser citada, mas não é. Este fato evidencia um descaso ou omissão da questão do conforto e da saúde dos motoristas e cobradores, contrastando com a preocupação em não exceder os limites operacionais que geram adicional por insalubridade, regulamentados na NR-15.

A NR-17 exige que o posto de trabalho atenda às características antropométricas de 90% dos trabalhadores, respeitando os alcances dos membros e da visão, e assegure uma postura para o trabalho na posição sentada e em pé e para as posições confortáveis dos membros superiores e inferiores. É necessário destacar a necessidade de respeitar os ângulos de conforto, os ângulos limites e as trajetórias naturais dos movimentos durante a execução das tarefas, evitando a flexão e a torção do tronco.

Segundo a ISO 16121-1, o comprimento da cabine deve ser suficiente para permitir que o motorista efetue, sem restrições, todos os ajustes de poltrona possíveis definidos pela norma (ver tópico 3.3.2). A profundidade da área reservada para os pés do condutor deve ser de pelo menos 35 mm à frente da interseção do calcanhar do

motorista com a superfície do piso do veículo quando posicionado no pedal do acelerador (*AHP¹ point*).

A largura do posto de comando deve ser definida de modo que haja distância suficiente de ambos os lados do condutor (lateralmente, da cabeça aos pés) em relação às paredes da cabine. Também deve ter espaço o suficiente para a movimentação das pernas, inclusive quando o veículo é equipado com assento giratório. Para a proteção dos dedos, deve existir uma folga de 25 mm das extremidades externas do assento. Por fim, o espaço mínimo para os cotovelos nas laterais deve ser de 800 mm para qualquer posição do assento durante a condução (ISO 16121-1).

Em ônibus de piso baixo, o posto de comando deve estar sobre uma plataforma, cuja altura recomendada é de 300 ± 50 mm cima do piso, com acesso por um único degrau. Se a altura da plataforma for maior que 350 mm, devem ser instalados dois degraus de dimensões iguais, cujos limites de altura são 250 mm no máximo e 125 mm no mínimo. O acesso deve ser livre e irrestrito, com uma largura de passagem de pelo menos 500 mm (ISO 16121-1).

2.3.2.1.2 *Guarda-pertences*

Em relação aos guarda-pertences destinados aos operadores, a NBR 15570 (ABNT, 2009) apenas recomenda prever espaço, aberto ou fechado, com capacidade de até 15 L para armazenamento de objetos pessoais. Para acomodação adequada de uma mochila ou de uma pequena bolsa, não é suficiente estipular um volume mínimo, mas dimensões mínimas nos três eixos coordenados (x, y e z). A ISO 16121-1 determina que seja instalado um compartimento para a mochila do motorista na porta da cabine, cujas dimensões mínimas são 480 mm x 330 mm x 170 mm (de preferência 240 mm, quando possível).

Assim como na ISO 16121-1, a NBR 15570 deveria exigir um espaço adicional, antiderrapante, de fácil alcance, para objetos pessoais necessários durante a

¹ *AHP: Accelerator Heel Point* (ponto de calcanhar do acelerador) consiste na interseção do calcanhar direito do motorista quando o pé está posicionado no acelerador em posição de marcha lenta, com a superfície do piso do veículo (ISO, 2011).

operação, como óculos de sol. Também deve ser disponibilizado um compartimento com chave para armazenamento de objetos de valor. É ainda desejável a disponibilização de um porta-copos que seja capaz de segurar firmemente copos e garrafas para hidratação durante a operação.

2.3.2.1.3 Anteparos

A NBR 15570 (ABNT, 2009) determina que o veículo seja provido de anteparo, posicionado atrás do banco do motorista, na mesma tonalidade do revestimento interno do veículo, com dimensões de 800 mm + 50 mm de altura, folga de 60 mm a 80 mm em relação ao piso e largura mínima correspondente a 80% da largura do banco, complementado na parte superior com vidro de segurança. O posto de cobrança do trocador, quando existente, deve ser segregado por anteparos, complementados na parte superior com vidro de segurança. Em contrapartida, a ISO 16121-1 determina apenas que deve existir um anteparo atrás do banco do motorista.

2.3.2.2 Poltronas

Em relação às poltronas e seus ajustes, ambas as normas apresentam requisitos mínimos para as dimensões das poltronas. Entretanto, a ISO 16121-1 oferece uma tabela completa de dimensões mínimas para encosto, assento e encosto de cabeça, enquanto a NBR 15570 trabalha com recomendações apenas para o encosto e o assento.

Em linhas gerais, A NBR 15570 (ABNT, 2009) determina que as poltronas sejam anatômicas, reguláveis, estofadas ou ventiladas. Em veículos com posto de cobrança, a poltrona deve ter apoio para os pés e apoios laterais para os braços, sendo o do lado de acesso do tipo basculante, permitindo a instalação sobre uma plataforma de 150 mm a 450 mm.

Já a ISO 16121-1 define que o assento do motorista deve ter forro respirável e, opcionalmente, podem ser fornecidos mecanismos de aquecimento e/ou ventilação

da poltrona. Além disso, o assento deve permitir ajuste manual, sem uso de ferramentas, na posição do motorista sentado. São funções de ajuste recomendadas: ajuste longitudinal e de altura; ajuste da inclinação do encosto; ajuste da inclinação da almofada do assento; ajuste da profundidade da almofada do assento; ajuste do suporte lombar em altura; ajuste da curvatura e apoio de cabeça (quando houver) em altura e inclinação. Opcionalmente, o veículo pode dispor de assento motorizado que memorize os ajustes básicos utilizados anteriormente.

2.3.2.2.1 *Posicionamento da Poltrona em Relação ao Volante*

A respeito do posicionamento das poltronas, ambas as normas determinam que o eixo central do motorista esteja alinhado com o eixo central do volante. A ISO 16121-1 admite um deslocamento de até 25 mm dessa posição. A NBR 15570 (ABNT, 2009) define que a distância entre o encosto da poltrona e o centro do volante deve estar compreendida entre 540 mm e 700 mm.

2.3.2.2.2 *Dimensões e Possibilidades de Ajuste*

A Tabela 4 apresenta o comparativo entre as dimensões mínimas exigidas pelas normas NBR 15570 e ISO 16121-1 para assento, encosto e encosto de cabeça.

Tabela 4 – Comparativo entre os requisitos para dimensionamento das poltronas nas normas NBR 15570 e ISO 16121-1

| Item | NBR 15570 (mm) | ISO 16121-1 (mm) |
|---|---|--|
| Varição de ajuste horizontal do assento | 120, com no mínimo 4 posições de bloqueio. Em caso de veículos com motor dianteiro, pode possuir deslocamento | Obrigatória: ≥ 200 Recomendada: ≥ 230 Obs.: ≥ 100 na frente e atrás |

| Item | NBR 15570 (mm) | ISO 16121-1 (mm) |
|--|--|---|
| | lateral para melhor posicionamento | |
| Varição de ajuste vertical do assento | Entre 400 e 550, variação de curso de no mínimo 130 | Obrigatória: ≥ 100 Recomendada: ≥ 130 Obs: ≥ 50 acima e abaixo |
| Profundidade do assento | Entre 380 e 450 | Obrigatória: 400-450 Recomendada: 390 - 500 ajustável |
| Largura do assento | Entre 400 e 500 | Obrigatória: ≥ 450 Recomendada: ≥ 480 |
| Inclinação do assento | – | Obrigatória: $5^\circ \pm 5^\circ$ Recomendada: $5^\circ \pm 10^\circ$ ajustável |
| Altura do encosto | Variando de 480 e 550 | Obrigatória: ≥ 500 Recomendada: ≥ 600 |
| Largura do encosto (total) | Base inferior variando de 400 a 500 Base superior variando de 340 a 460 | Obrigatória: ≥ 475 |
| Largura do encosto (região da lombar) | – | Obrigatória: ≥ 270 Recomendada: 300-340 |
| Varição da inclinação do encosto | 95° a 115° , de forma contínua ou pelo menos em cinco estágios de inclinação | Obrigatória: $+10$ a $+25^\circ$ ajustável Recomendada: 0° a 30° ajustável |
| Altura da borda superior do encosto de cabeça (acima do assento) | – | Obrigatória: ≥ 840 |
| Altura do encosto de cabeça | – | Obrigatória: ≥ 120 |
| Largura do encosto de cabeça | – | Obrigatória: ≥ 250 |
| Ajuste de peso para amortecimento do assento | – | Recomendada: 45 kg a 130 kg |

Fonte: ABNT NBR 15570 e ISO 16121-1.

A ISO 16121-1 determina, ainda, que as poltronas sejam equipadas com suspensão, de forma que a frequência natural dessa suspensão considere a frequência natural da suspensão do veículo. O sistema deve ser ajustado de forma que uma taxa de transferência (*transfer ratio*) de < 1 seja mantida em operação típica.

2.3.2.3 Visibilidade, Reflexos e Iluminação

Ambas as normas apresentam requisitos e recomendações para uma boa visibilidade interna e externa dos veículos. Também dispõem de recomendações para diminuir o impacto dos reflexos solares e artificiais durante a operação.

2.3.2.3.1 *Visibilidade Interna do Veículo*

A NBR 15570 (ABNT, 2009) determina que o veículo seja equipado com um espelho convexo junto a cada porta de desembarque, permitindo a visualização da movimentação dos passageiros por meio de espelhos instalados junto ao posto de comando. Além disso, deve ser instalado um espelho no canto direito superior para permitir a visualização do desembarque dos usuários pela porta traseira e um espelho na região central para visão do salão de passageiros. Em veículos com portas à esquerda, deve ser instalado um terceiro espelho que permita a visualização dos espelhos convexos posicionados juntos às portas. Também pode ser utilizado um sistema de monitoramento por câmeras, cujo monitor instalado no alcance da visão do motorista possibilite a visibilidade interna do veículo e suas portas de serviço.

Já a ISO 16121-2 define, de forma mais simples, que devem ser fornecidos espelhos ou outros dispositivos para a observação dos corredores e zonas de entrada/saída que estiverem fora do campo de visão do motorista.

2.3.2.3.2 *Visibilidade Externa do Veículo*

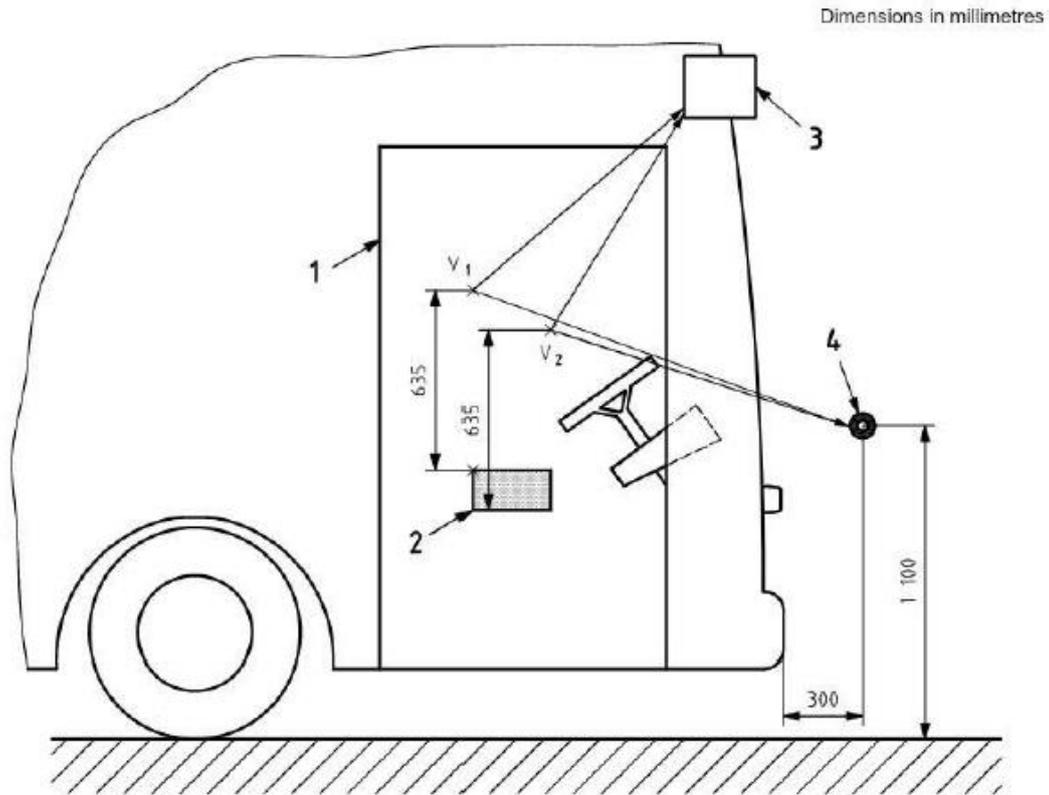
A NBR 15570 (ABNT, 2009) determina que as portas de serviço devem ter no mínimo a metade superior envidraçada e que a porta dianteira direita deve ter a metade inferior envidraçada para permitir que o motorista tenha a maior visibilidade possível quando estacionar o veículo. A norma também dispõe de requisitos para o posicionamento dos espelhos retrovisores: o veículo deve ter retrovisores em ambos os lados, a fim de assegurar o campo de visão do motorista durante a direção, durante as paradas de embarque e desembarque e durante as manobras necessárias. Para a disposição dos espelhos, a norma define:

45.1.2 A altura mínima entre a face inferior dos espelhos e o solo deve ser de 2.000 mm, admitindo-se tolerância de -100 mm, desde que os espelhos sejam dotados de mecanismos de segurança em caso de choques contra quaisquer obstáculos, conforme os critérios da Resolução 226/07 do CONTRAN.

45.1.3 A projeção externa dos espelhos retrovisores não pode ultrapassar 250 mm em relação à parte mais externa da carroceria (ver Figura 26), entretanto, quando a altura dos espelhos for menor que 2.000 mm, a projeção deve ser de no máximo 200 mm. (ABNT, 2009, p. 52)

A ISO 16121-2, por sua vez, apresenta requisitos para o campo de visão do motorista relativo à área frontal do veículo. Para reduzir o ponto cego frontal, uma barra, com comprimento igual à largura do veículo, colocada na frente do ônibus a uma altura de 1.100 mm acima do solo e 300 mm à frente da superfície mais avançada (normalmente a face frontal dos para-choques), deve ser visível, seja por visão direta ou indireta, de ambas as posições V1 e V2 por um mínimo de 95% de seu comprimento (ver Figura 1). Caso o requisito não possa ser atendido por visão direta, deve ser fornecido um espelho ou sistema de vídeo.

Figura 1 – Ponto cego frontal



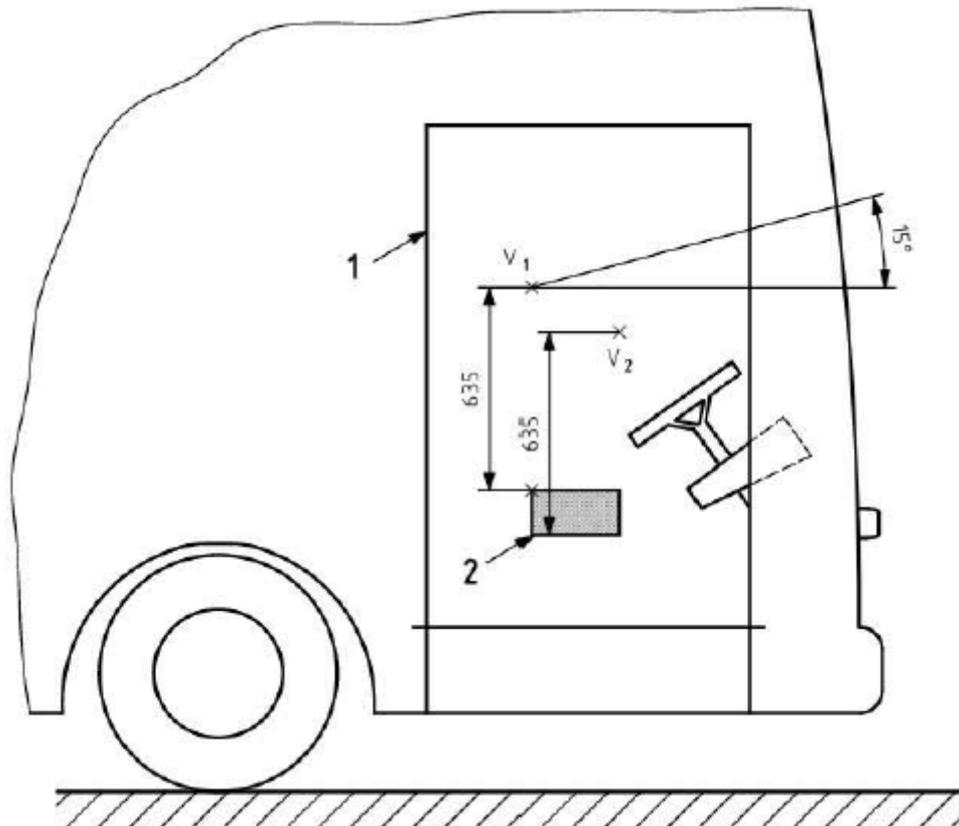
Legenda (dimensões em mm):

1. porta de serviço;
2. lugar da poltrona considerando a variação de ajuste;
3. dispositivo alternativo (e.g., sistema de câmeras, espelho);
4. Barra.

Fonte: ISO 16121-2 (tradução nossa).

Para aprimorar a visibilidade lateral, a ISO 16121-2 determina que, se houver uma porta de serviço localizada na parte frontal do veículo, um cubo medindo 100 x 100 x 100 mm, posicionado ao lado da porta a uma altura de 800 mm acima do solo, deve ser visível direta ou indiretamente. Por fim, define que, para garantir uma boa visão dos semáforos e sinalização de trânsito, deve haver visão desobstruída através do para-brisa, medida por meio de um plano horizontal que cruza em V1 com plano inclinado de 15° (ver Figura 2).

Figura 2 – Visão para cima



Legenda (dimensões em mm):

1. porta de serviço;
2. lugar da poltrona considerando a variação de ajuste.

Fonte: ISO 16121-2 (tradução nossa)

2.3.2.3.3 Reflexos

A NBR 15570 (ABNT, 2009) define que: um quebra-sol, preferencialmente retrátil, seja instalado na parte frontal do veículo; a janela lateral do motorista deve contar com cortinas ou outros dispositivos de proteção solar, desde que não obstrua o campo de visão do espelho retrovisor esquerdo; o para-brisa pode possuir uma película para proteção solar. A respeito dos reflexos provenientes de fontes de luz internas, a norma define que, no posto de comando e até a primeira fila de bancos atrás dele, a iluminação deve ter índice de luminosidade não inferior a 30 lux, minimizando, assim, reflexos no para-brisa e nos retrovisores internos. No posto de

comando e no posto de cobrança, devem ser instaladas luminárias com controle independente.

Já a ISO 16121-2 determina, de forma geral, que os reflexos provenientes de fontes de luz interna, assim como os reflexos provenientes da luz solar, afetem o mínimo possível a visão externa do veículo ou do painel de controle.

2.3.2.4 Painel

A configuração do painel dos veículos é de extrema importância para a melhoria da dirigibilidade e da qualidade de trabalho do motorista e para a redução das exigências físicas e mentais decorrentes da sua operação. A NBR 15570 discorre sobre a funcionalidade do painel da seguinte forma, de acordo com o item 38.4.2:

Os comandos principais do veículo (chave de seta, farol, abertura de portas, limpador de para-brisa, alavanca de câmbio, ignição, entre outros) devem estar posicionados permitindo fácil alcance para que o condutor não tenha que deslocar-se da posição normal de condução do veículo. (ABNT 15570, 2009, p. 41)

Nesse quesito, é importante destacar que a ISO 16121-3 explica com mais clareza o significado de: “não tenha que deslocar-se da posição normal de condução do veículo” (ABNT 15570, 2009, p. 41): o condutor deve ter acesso aos controles a partir da posição normal do motorista, sem que seja necessário dobrar a parte superior do corpo para frente (ISO 16121-3). Assim, é plausível exigir que o motorista tenha acesso aos controles usados com maior frequência a partir da posição normal de condução do veículo, sem que seja necessário dobrar a parte superior do corpo para frente. No entanto, é razoável que seja tolerado o movimento do tronco do motorista para acessar comandos usados uma ou duas (no máximo, cinco) vezes por turno de trabalho.

A norma ABNT 15570 deveria listar os comandos usados com alta frequência, a saber: indicador de seta, seletor de farol baixo e farol alto, acionamento das portas etc. Da mesma forma, os comandos usados com baixa frequência também deveriam

ser identificados, como, por exemplo, o comando de ignição e o botão para ligar e desligar os faróis. Considera-se importante também o estabelecimento de um critério sobre o que é considerado alta e baixa frequência de uso.

É importante destacar que a luminosidade do painel tem grande influência sobre a acuidade visual e, sobretudo, sobre o conforto e desgaste mental do motorista. Por essa razão, a norma ISO 15008 estabelece quatro índices de luminosidade máxima do painel em função da condição de luz ambiente, a saber: noturna, condição crepuscular, diurna com iluminação difusa e diurna com iluminação direta do sol. Essas exigências da ISO 15008 são importantes e não constam na NBR 15570, podendo ser facilmente obtidas através da implementação de um ajuste automático da intensidade da luz do painel em função da luminosidade e/ou do horário. Minimamente, a NBR 15570 deveria exigir um botão para ajuste manual da intensidade da luz do painel.

A NBR 15570 exige que a localização, iluminação, identificação dos controles indicadores e lâmpada-piloto devem estar de acordo com a Resolução 225/2007 do CONTRAN (revogada e substituída pela Resolução 758/2018).

2.3.2.5 Pedais

Enquanto a NBR 15570 não apresenta recomendações ou requisitos específicos para esse item, a ISO 16121-1 dispõe de normas para posicionamento, disposição e forças operacionais dos pedais. É importante ressaltar que o arranjo dos pedais, assim como seus requisitos de posicionamento, é importante para garantir conforto aos motoristas durante a operação.

A ISO 16121-1 determina que o pedal do acelerador e o pedal do freio estejam dispostos de forma que o movimento do pé seja rotacional durante a operação. Também estabelece que as forças operacionais dos pedais tenham como referência um braço de alavanca de 200 mm (distância do ponto de calcanhar ao centro da superfície do pedal na posição de marcha lenta). Além disso, a altura do pedal da embreagem deve ser semelhante à altura do pedal do freio para permitir que os movimentos das pernas direita e esquerda do motorista sejam simétricos.

2.3.2.5.1 Reflexos

A Tabela 5 apresenta os requisitos mínimos definidos pela norma ISO 16121-1 para posicionamento e disposição dos pedais.

Tabela 5 – Posicionamento e disposição dos pedais

| Item | Obrigatório (mm) | Recomendado (mm) |
|--|------------------|------------------|
| 1. Acelerador | | |
| 1.1 Coordenadas do AHP e (x/y/z) | 0/ ≤ 300 / 0 | 0/ ≤ 250 / 0 |
| 1.2 Rotação do pedal comparada ao plano-y-0 | 8° - 15° | 12° |
| 1.3 Posição de marcha lenta* | 32° - 60° | 43° - 49° |
| 1.4 Ângulo operacional | 20° - 30° | 20° |
| 1.5 Força operacional | 25 N - 40 N | 30 N - 35 N |
| 1.6 Espaço longitudinal entre o pedal do acelerador e a carroceria (na direção X) | ≥ 50 | – |
| 1.7 Espaço lateral entre o pedal do acelerador e a carroceria (na direção Y) | ≥ 30 | – |
| 1.8 Espaço entre o pedal de acelerador e o pedal de freio | – | 50-75 |
| 1.9 Largura do pedal de acelerador | – | ≥ 40 |
| 2. Freio | | |
| 2.1 Rotação do pedal comparada ao plano-y-0 | 0°-8° | 5° |
| 2.2 Posição de marcha lenta* | 43° - 60° | 43° - 49° |
| 2.3 Ângulo operacional | 20° - 30° | 25° |
| 2.4 Força para freagem máxima | ** | ≤ 250 N |
| 2.5 Largura do pedal do freio | – | ≥ 60 |
| 2.6 Espaço entre o pedal do freio e qualquer componente adjacente à esquerda do pedal (e.g., tampa da coluna de direção) | – | ≥ 30 |
| 3. Embreagem (quando houver) | | |
| 3.1 Distância longitudinal do eixo do pedal ao plano-Y-zero | -115 a -165 | -130 |
| 3.2 Rotação do pedal comparada ao plano-y-0 | 0° | – |

| Item | Obrigatório (mm) | Recomendado (mm) | |
|--|---|------------------|--------------|
| 3.3 | Curso do pedal em direção ao movimento do pedal | 170 máx. | 150 |
| 3.4 | Força para desengatar | ≤ 150 N | 20 N – 120 N |
| 3.5 | Distância lateral entre o pedal de embreagem e a carroceria | ≥ 100 | 100 – 150 |
| 3.6 | Largura do pedal de embreagem | – | ≥ 60 |
| 3.7 | Espaço entre pedal de embreagem e qualquer componente à direita do pedal (e.g., tampa da coluna de direção) | – | ≥ 30 |
| 4. | Zona dos pés | | |
| 4.1 | Profundidade da área dos pés (a partir da linha do AHP) | ≥ 350 | – |
| * O pedal do acelerador não deve ser posicional em maior altura do que o pedal do freio. | | | |
| ** Força máxima de acordo com a legislação nacional. | | | |

Fonte: ISO 16121-1 (tradução nossa).

2.3.2.5.2 Descanso dos Pés

A ISO 16121-1 também determina dimensões mínimas para o apoio do pé esquerdo, que deve ser posicionado à esquerda da coluna de direção ou à esquerda do pedal de embreagem. As dimensões mínimas são apresentadas na Tabela 6. Apesar de o descanso ser recomendado na NR-17 para atividades laborais em que o trabalhador passa maior parte do tempo sentado, como é o caso dos motoristas e cobradores, a NBR 15570 não faz nenhuma exigência nesse quesito.

Tabela 6 – Posicionamento e disposição do apoio do pé esquerdo

| Item | Obrigatório (mm) | Recomendado (mm) |
|----------------------------|------------------|------------------|
| Ângulo do plano horizontal | 25° - 30° | – |
| Comprimento | ≥ 300 | ≥ 300 |
| Largura | ≥ 100 | ≥ 150 |

| Item | Obrigatório (mm) | Recomendado (mm) |
|---|------------------|------------------|
| Espaço lateral até o pedal de embreagem (quando houver) | ≥ 30 | ≥ 50 |

Fonte: ISO 16121-1 (tradução nossa).

2.3.2.6 Volante e Coluna de Direção

A NBR 15570 discorre, no tópico 8.2, sobre o sistema de direção e especifica que “deve ser utilizada coluna de direção ajustável, no mínimo para os ônibus dos tipos *Padron*, *Articulado* e *Biarticulado*” (ABNT, 2009). Considerando que uma ergonomia adequada é fundamental para os condutores de todas as classes de veículos, faz-se necessário adotar coluna de direção ajustável para todos os tipos de ônibus. Destaca-se ainda, que os veículos maiores, como os *padron's*, articulados e biarticulados, são usados em itinerários com curvas mais suaves – portanto, com menor necessidade de atuação sobre o volante. Dessa forma, a coluna de direção ajustável é mais necessária nos veículos menores, por transitarem em itinerários mais sinuosos, que demandam maior número de conversão e realização de curvas mais fechadas, o que demanda maior giro do volante e, portanto, maior esforço do motorista.

A ISO 16121-1 indica ser necessário que o motorista consiga realizar ajustes de variação e travamento da posição do volante sem precisar sair da sua posição de condução e sem soltar o cinto de segurança (ISO 16121-1).

Tabela 7 – Posição intermediária da faixa de ajuste do volante

| Item | Obrigatório | Recomendado | Observações |
|---|----------------------|--|-------------|
| Posição no centro do plano descrito pelo aro do volante | $Z = 800 \pm 40$ | $X = 170 - 200$ $Y = 0 \pm 25$ $Z = 770$ | a |
| Ângulo de visão lateral do plano do aro da roda | | $\alpha = 27^\circ$ | b |
| Diâmetro | ≤ 500 | 450 ± 25 | c |
| Faixa de ajuste axial | ≥ 80 | ≥ 110 | d |
| Faixa de ajuste angular | $\alpha \pm 5^\circ$ | $\alpha \pm 10^\circ$ | |

- a- A distância recomendada entre o ponto central do volante e a linha AHP depende da distância entre o ponto H de referência e a linha AHP. A distância entre o ponto H de referência e o centro do aro da roda deve ser 430 mm.
- b- α é o ângulo do plano do aro do volante com a horizontal.
- c- O diâmetro mínimo deve ser determinado pelos requisitos legais para o esforço de direção.
- d- A faixa de ajuste axial preferencial é de +55 e -55 mm a partir do ponto central do volante

Fonte: ISO 16121-1.

3 CRÍTICAS E SUGESTÕES DE ALTERAÇÃO DA NBR 15570

A partir da análise comparativa entre a NBR 1570 e as normas nacionais e internacionais correlatas, apresenta-se uma crítica acompanhada de sugestões de alteração do seu texto, quando adequado. As críticas e sugestões são organizadas em dois tópicos, sendo o primeiro referente às condições de trabalho e o segundo relativo às especificações técnicas dos veículos.

3.1 Condições de Trabalho

3.1.1 Crítica 1: Tópico 8.2 da NBR 15570 – Coluna de Direção Ajustável

Está escrito no tópico 8.2 que “[d]eve ser utilizada coluna de direção ajustável, no mínimo para os ônibus dos tipos *Padron*, *Articulado* e *Biarticulado*”. A ergonomia adequada é fundamental para todos os condutores de veículos, pois a jornada de trabalho é a mesma independentemente da classe do ônibus a ser conduzida. Destaca-se, ainda, que os veículos maiores, *padron*, *articulado* e *biarticulado*, são usados em itinerários com curvas mais suaves – portanto, têm menor necessidade de atuação sobre o volante. A coluna de direção ajustável é mais necessária nos veículos menores, que, por transitarem em itinerários mais sinuosos, demandam maior número de conversão e a realização de curvas mais fechadas, o que demanda maior giro do volante e, conseqüentemente, maior esforço do motorista.

3.1.1.1 Sugestão de Alteração do Texto

8.2 Todo ônibus empregado no transporte coletivo de passageiros deve ser equipado com coluna de direção ajustável, a qual deve permitir o ajuste de altura e de profundidade.

3.1.2 Crítica 2: Tópico 10.7 – Exposição ao Ruído

O tópico 10.7 estabelece o nível de ruído interno inferior a 85 dB(A) em qualquer regime de rotação do motor, indicando que o ruído deve ser medido de acordo com a ABNT NBR 9079. Como esta norma foi cancelada em 5 de setembro de 2012, é necessário corrigir o tópico 10.7 e indicar uma nova metodologia para medição do ruído interno do veículo. É importante destacar que o método de medição descrito na NBR 15570 não considera a condição operacional do veículo, o qual está sujeito a outras fontes de ruído além do motor, como o tráfego, os passageiros e a reflexão em edificações. De acordo com a metodologia atual, a medição de ruído poderia ser feita na garagem com o veículo parado, condição muito distante da condição de trabalho do motorista e do cobrador.

É importante que sejam adotados critérios semelhantes aos da norma ISO 16121-4, que estabelece, no item 5.1, que o nível de ruído, expresso em L_{eq} , medido durante dois minutos a 50 km/h, não deve exceder 70 dB(A), medido próximo ao ouvido do motorista, de acordo com a metodologia proposta na ISO 5128. A norma ISO 16124-4 estabelece ainda que o nível de ruído do ônibus parado na condição de marcha lenta não deve exceder 60 dB(A).

A ISO 16121-4 estabelece níveis máximos de ruído para o sistema de ventilação de 55 dB(A) e 65 dB(A), medidos, com o motor do ônibus desligado, próximo ao ouvido do motorista com o ventilador ligado, respectivamente, nas velocidades mínima e média.

3.1.3 Crítica 3: Tópico 10.8 da NBR 15570 – Temperatura Máxima para Superfícies

No tópico 10.8 da **NBR 15570**, consta:

As temperaturas nas superfícies do compartimento dos passageiros e posto de comando não podem ser superiores a 45 °C, medidas a uma distância radial de 50 mm das superfícies, nos pontos mais críticos das seguintes regiões:

- a) motor;
- b) sistema de exaustão do motor;
- c) sistema de transmissão;
- d) piso;
- e) teto.

A NBR 15570 **não** estabelece valores de temperaturas máximas para as superfícies internas e externas do veículo passíveis de serem tocadas de forma intencional ou acidental pelo motorista, equipe de bordo, passageiros e transeuntes. Valores de temperaturas medidos a determinada distância da superfície não garantem que a sua temperatura estará abaixo do limiar de queimadura. Dessa forma, é importante estabelecer limites máximos para as temperaturas das superfícies tanto internas quanto externas do veículo, a fim de garantir a segurança de todas as pessoas que possam tocá-las de forma intencional ou acidental.

A NBR 13970 tem como objetivo estabelecer limites máximos de temperatura de superfícies (T_s) em função do tipo de material e tempo de contato com a pele humana a fim de evitar queimaduras. Logo, é importante que sejam estabelecidos limites de temperaturas para as superfícies de acordo com a norma NBR 13970, não existindo uma razão para que essa medida seja feita a uma distância radial de 50 mm. Nesse contexto, é importante destacar que os limites de exposição ao calor são estabelecidos pelo parâmetro \overline{IBUGT}_{max} , de acordo com a NR-15 e a NHO 06.

Assim, fica evidente a necessidade de estabelecer uma temperatura de superfície máxima aceitável em qualquer superfície do veículo, interna ou externa, passível de ser tocada pela equipe de bordo, passageiros ou transeuntes. Com base nas informações publicadas na Tabela 1, da norma NBR 13970, sugere-se alterar o tópico 10.8.

3.1.3.1 Sugestão de Alteração do Texto

10.8 As temperaturas das superfícies passíveis de serem tocadas pelo motorista, equipe de bordo, passageiros e transeuntes devem obedecer aos limites estabelecidos na NBR 13970 publicados na Tabela 1.

- a) Nenhuma temperatura de superfície interna do veículo deve exceder 43°C, obedecendo dessa forma o limiar de queimaduras para contato com duração superior a 10 minutos, conforme Tabela 8 da NBR 13970.
- b) Nenhuma temperatura de superfície externa passível de contato deve exceder os valores publicados na Tabela 1 da norma NBR 13970 para

um período de contato de até 1 min. A superfície inferior da carroceira e chassi não são considerados com superfícies externas passíveis de contato; tampouco as superfícies de qualquer componente dentro do cofre do motor, cujo acesso demanda a abertura de uma porta trancada.

Critica-se ainda o texto do tópico 10.8 no que tange a pontos críticos, como o motor, o sistema de exaustão do motor e a transmissão. Não é possível ocorrer o contato com esses pontos quando uma pessoa se encontra dentro do veículo. Assim, não fica clara a razão de o texto citar o motor, a transmissão e o sistema de exaustão como pontos críticos dentro do compartimento de passageiros. Nesse contexto, o item b no texto sugerido estabelece uma temperatura de superfície máxima para qualquer superfície externa passível de contato.

Tabela 8 – Limiar de queimadura para períodos de contato iguais ou superiores a 1 min

| Material | Período de contato | | |
|---------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| | 1 min T_s (°C) | 10 min T_s (°C) | ≥8 h T_s (°C) |
| Metal sem revestimento | 51 | 48 | 43 |
| Metal revestido | 51 | 48 | 43 |
| Cerâmica, vidro e pedras | 56 | 48 | 43 |
| Plásticos | 60 | 48 | 43 |
| Madeira | 60 | 48 | 43 |

NOTAS

1 O valor de 51 °C para um período de contato de até 1 min também se aplica a outros materiais com alta condutividade térmica que não são indicados nesta tabela.

2 O valor de 43 °C para todos os materiais, para um período de contato maior ou igual a 8 h, aplica-se apenas se uma pequena parte do corpo (menor que 10% de toda a superfície de pele do corpo) ou uma pequena parte da cabeça (menos que 10% da superfície de pele da cabeça) tocar a superfície aquecida. Se a área de contato não for apenas local ou se a superfície aquecida for tocada por áreas vitais da face (por exemplo, as vias respiratórias), sérios ferimentos podem ocorrer, mesmo que a temperatura superficial não exceda 43 °C.

Fonte: NBR ABNT 13970.

3.1.4 Crítica 4: Tópico 10.10 – Exposição ao Calor

O Anexo 3 da NR-15, juntamente com a Norma de Higiene Ocupacional 06 (NHO 06), estabelece critérios para caracterizar insalubridade devido a exposição do trabalhador ao calor. Os critérios fundamentam-se no Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (\overline{IBUTG}) e nas taxas metabólicas características das atividades realizadas pelo trabalhador.

De acordo com a NR-15, o \overline{IBUTG} , para ambientes fechados sem exposição direta do sol, é calculado a partir da Equação 1. O Quadro 1, da NR-15, mostra o $IBUTG_{max}$ em função da taxa metabólica da atividade. Esta, por sua vez, pode ser obtida no Quadro 2, da NR-15.

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,3 tg \quad (1)$$

em que:

tbn: temperatura de bulbo úmido natural (°C);

tg: temperatura de globo (°C).

A Tabela 9 mostra, para cada taxa metabólica, o $IBUTG_{max}$ permitido. A Tabela 10, extraída da NR-15, correlaciona uma taxa metabólica para cada tipo de atividade.

Para veículos equipados com transmissão mecânica, o motorista faz uso de ambos os braços e ambas as pernas. Já para veículos com transmissão automática, o motorista faz uso dos dois braços e da perna direita. Considerando uma atividade leve com braços e pernas para um trabalhador sentado, obtém-se, na Tabela 9 uma taxa metabólica de 324 W, o que fornece um $IBUTG_{max}$ de 27,8 °C. O tópico 10.8 da NBR 15570 indica um $IBUTG_{max}$ de 30,5 °C, que, de acordo com a Tabela 9, corresponde a uma taxa metabólica de 189 W. Ainda, na Tabela 9, uma atividade leve com um braço corresponde a uma taxa metabólica de 162 W, enquanto uma atividade moderada com um braço corresponde a uma taxa metabólica de 198 W. Dessa forma, a NBR 15570 considera a atividade do motorista como uma atividade intermediária entre a leve e a moderada com um braço.

É importante destacar que essa consideração é bastante conservadora para motoristas que operam ônibus com transmissão mecânica. Destaca-se também que os motoristas dos veículos equipados com transmissão automática utilizam os dois braços e uma das pernas. Dessa forma, sugere-se a redução do $IBUTG_{max}$ para o posto de trabalho do motorista de 30,5 °C para 27,8 °C.

Considerando uma atividade leve com os dois braços para o cobrador, obtém-se uma taxa metabólica de 216 W, correspondente a um $IBUTG_{max}$ de 29,8 °C.

Tabela 9 – Limite de exposição ocupacional ao calor

| \bar{M} [W] | $\overline{IBUTG}_{MÁX}$ [°C] | \bar{M} [W] | $\overline{IBUTG}_{MÁX}$ [°C] | \bar{M} [W] | $\overline{IBUTG}_{MÁX}$ [°C] |
|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
| 100 | 33,7 | 186 | 30,6 | 346 | 27,5 |
| 102 | 33,6 | 189 | 30,5 | 353 | 27,4 |
| 104 | 33,5 | 193 | 30,4 | 360 | 27,3 |
| 106 | 33,4 | 197 | 30,3 | 367 | 27,2 |
| 108 | 33,3 | 201 | 30,2 | 374 | 27,1 |
| 110 | 33,2 | 205 | 30,1 | 382 | 27,0 |
| 112 | 33,1 | 209 | 30,0 | 390 | 26,9 |
| 115 | 33,0 | 214 | 29,9 | 398 | 26,8 |
| 117 | 32,9 | 218 | 29,8 | 406 | 26,7 |
| 119 | 32,8 | 222 | 29,7 | 414 | 26,6 |
| 122 | 32,7 | 227 | 29,6 | 422 | 26,5 |
| 124 | 32,6 | 231 | 29,5 | 431 | 26,4 |
| 127 | 32,5 | 236 | 29,4 | 440 | 26,3 |
| 129 | 32,4 | 241 | 29,3 | 448 | 26,2 |
| 132 | 32,3 | 246 | 29,2 | 458 | 26,1 |
| 135 | 32,2 | 251 | 29,1 | 467 | 26,0 |
| 137 | 32,1 | 256 | 29,0 | 476 | 25,9 |
| 140 | 32,0 | 261 | 28,9 | 486 | 25,8 |
| 143 | 31,9 | 266 | 28,8 | 496 | 25,7 |
| 146 | 31,8 | 272 | 28,7 | 506 | 25,6 |
| 149 | 31,7 | 277 | 28,6 | 516 | 25,5 |
| 152 | 31,6 | 283 | 28,5 | 526 | 25,4 |
| 155 | 31,5 | 289 | 28,4 | 537 | 25,3 |
| 158 | 31,4 | 294 | 28,3 | 548 | 25,2 |
| 161 | 31,3 | 300 | 28,2 | 559 | 25,1 |
| 165 | 31,2 | 306 | 28,1 | 570 | 25,0 |
| 168 | 31,1 | 313 | 28,0 | 582 | 24,9 |
| 171 | 31,0 | 319 | 27,9 | 594 | 24,8 |
| 175 | 30,9 | 325 | 27,8 | 606 | 24,7 |
| 178 | 30,8 | 332 | 27,7 | | |
| 182 | 30,7 | 339 | 27,6 | | |

Fonte: NR-15.

Tabela 10 – Taxa metabólica por tipo de atividade

| Atividade | Taxa metabólica (W) |
|---------------------------------------|----------------------------|
| Sentado | |
| Em repouso | 100 |
| Trabalho leve com as mãos | 126 |
| Trabalho moderado com as mãos | 153 |
| Trabalho pesado com as mãos | 171 |
| Trabalho leve com um braço | 162 |
| Trabalho moderado com um braço | 198 |
| Trabalho pesado com um braço | 234 |
| Trabalho leve com dois braços | 216 |
| Trabalho moderado com dois braços | 252 |
| Trabalho pesado com dois braços | 288 |
| Trabalho leve com braços e pernas | 324 |
| Trabalho moderado com braços e pernas | 441 |
| Trabalho pesado com braços e pernas | 603 |

Fonte: NR-15.

3.1.4.1 Sugestão de Alteração do Texto

A partir da análise apresentada acima, propõe-se a alteração do texto do tópico 10.10 para:

10.10 Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) dos postos de trabalho dos veículos não devem exceder 27,8 °C para o motorista e 29,8 °C para o cobrador, medidos conforme a NR-15 em qualquer condição de trabalho.

3.1.5 Crítica 5: Determinação do Espaço Mínimo do Posto de Comando

Como relatado no capítulo anterior, a NBR 15570 não estabelece dimensões mínimas para locação do posto de trabalho. Nesse quesito, sugere-se a adoção dos parâmetros mínimos enunciados na ISO 16121.

3.1.6 Crítica 6: Apoio para o Pé Esquerdo

Na NBR 15570 não existe regulamentação para o espaço de apoio para o pé esquerdo. Trata-se de um item de fundamental conforto para o motorista, uma vez que sua ausência pode causar dormência na perna esquerda e perda significativa de conforto. Nesse quesito, sugere-se a adoção dos parâmetros enunciados na ISO 16121-1.

3.1.7 Crítica 7: Pedais e Posicionamento dos Pedais

A NBR 15570 não regulamenta as dimensões, posicionamento e forças máximas necessárias ao acionamento dos pedais. Destaca-se novamente a importância da normalização desses itens, sugerindo-se a adoção das normativas enunciadas na ISO 16121-1.

3.1.8 Crítica 8: Ajustes do Assento, Encosto e Coluna de Direção

Como relatado no capítulo anterior, a NBR15570 e a ISO 16121-1 dispõem de dimensões e ajustes mínimos para o assento e o encosto do motorista. É importante ressaltar a importância da função desses ajustes: garantir que o trabalhador possa ficar sentado em uma posição que respeite os ângulos de conforto, ângulos limites e trajetória natural dos membros do corpo, além de garantir um ajuste de acordo com sua preferência pessoal.

Não existe uma fundamentação ou explicação técnica que corrobore que as dimensões e ajustes mínimos estabelecidos na NBR 15570 garantam que 90% dos operadores consigam ajustar seu assento e encosto de forma a atender os ângulos de conforto definidos na ciência da ergonomia, conforme exigido na NR-17. Assim, faz-se necessária a inclusão de um tópico na NBR 15570 referente à ergonomia do posto de trabalho.

3.1.8.1 Sugestão de Alteração do Texto

Sugere-se adicionar um item no capítulo 38 da norma NBR 15570, com o seguinte texto:

“38.1.8 Ergonomia do posto de trabalho

- a) As dimensões e ajustes mínimos do assento, encosto, pedais, plataforma de descanso para o pé esquerdo e ajuste da coluna de direção devem proporcionar que o motorista e cobrador consigam trabalhar respeitando os ângulos de conforto definidos pela ciência da ergonomia.
- b) O item anterior deve atender às características antropométricas de 90% dos trabalhadores.
- c) Deve-se respeitar os ângulos limites e trajetórias naturais dos movimentos, durante a execução das tarefas, evitando a flexão e a torção do tronco.”

Para evitar interpretações particulares e ambiguidades, considera-se indispensável a publicação de uma figura identificando os principais ângulos de conforto. O texto deve ainda conter uma tabela com os intervalos de cada um dos principais ângulos de conforto.

3.1.9 Crítica 9: Nível de Vibração

A norma NBR 15570 não regulamento os níveis máximos de exposição a vibração para motoristas e cobradores. Esse item deve ter atenção especial para motoristas, uma vez que rodas, pneus e discos de freio desbalanceados podem gerar vibração excessiva no volante do veículo.

3.2 Especificações Técnicas dos Ônibus

3.2.1 Crítica 1: Letra d) do Tópico 6.3

Está escrito, no tópico 6.3 d), “para veículos movidos a partir de outras fontes energéticas que não a óleo diesel, a estrutura deve estar dimensionada para suportar a carga adicional devida à instalação dos dispositivos e sistemas de armazenagem”. Sugere-se que esse texto seja alterado.

3.2.1.1 Sugestão de Alteração do Texto

6.3 d) Para veículos híbridos ou dotados de sistema de propulsão alternativo ao motor de combustão interna, a estrutura do veículo deve estar dimensionada para suportar a carga adicional quando da instalação de dispositivos extras (motores elétricos, geradores, cabeamento etc.) e sistemas de armazenagem de energia (baterias).

3.2.2 Crítica 2: Tópicos 10 e 11 – Desempenho do Veículo

A crítica 2 é referente a parâmetros de desempenho do veículo decorrentes das características técnicas do Motor do Veículo e Sistema de Transmissão (Tópicos 10 e 11).

A Tabela 11 indica as relações mínimas de potência e torque por peso bruto total (PBT). Infere-se que a publicação desses parâmetros visa garantir níveis de desempenho mínimo para o ônibus, a saber: aceleração mínima por marcha no plano, capacidade de manutenção da velocidade mínima em aclives de determinada inclinação, capacidade de subida e partida em rampa com carga máxima etc. A razão peso por potência e torque tem significativa influência no desgaste físico e mental dos motoristas, além de interferir no conforto dos passageiros e da equipe de bordo e no fluxo do trânsito na via. É importante destacar que os parâmetros publicados na Tabela 11 são insuficientes para garantir o atendimento de um desempenho mínimo do ônibus urbano, pois as relações de redução do sistema de transmissão têm enorme influência sobre o desempenho. Logo, é importante especificar, na norma, parâmetros mínimos de desempenho, tais como aceleração mínima no plano por marcha, inclinação mínima para partida com PBT e capacidade de manter uma velocidade constante mínima em um aclive com determinada inclinação.

Tabela 11 – Relação de potência e torque por peso bruto total

| Classificação | kw/t mínimo | Nm/t mínimo |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| Microônibus | 11 | 45 |
| Miniônibus | 9 | 45 |
| Midiônibus | 9 | 45 |
| Básico | 9 | 45 |
| Padron | 9 | 50 |
| Articulado | 8 | 50 |
| Biarticulado | 7 | 42 |

Fonte: ABNT NBR 15570.

3.2.3 Crítica 3: Tópicos 11 – Sistema de Transmissão

É importantíssimo destacar que o desempenho do veículo, associado ao PBT e as especificações técnicas do sistema de propulsão (*power train*), tem enorme influência no conforto do condutor, da equipe de bordo e dos passageiros. No caso de sistemas de transmissão mecânica, as trocas de marcha representam enorme fonte de desgaste físico e mental para o condutor, além de poderem promover trancos durante as mudanças realizadas em acives, provocando desconforto aos passageiros.

A norma exige transmissão automática nos veículos articulados e biarticulados e recomenda que os outros tipos de veículo também façam uso da transmissão automática. Considerando que os itinerários dos micro-ônibus possuem um número extremamente maior de conversões e paradas devido a cruzamentos entre vias e pontos de embarque e desembarque, além de incluírem ruas com maior inclinação que exigem um maior número de trocas de marcha. Assim, fica evidenciada a necessidade da exigência de adoção de transmissão automática para todos os tipos de veículo, ação que reduziria significativamente o desgaste dos motoristas.

A Tabela 2 mostra um resumo do percentual de ônibus equipados com transmissão automática para diversos países, para o Brasil e para Belo Horizonte.

Tabela 12 – Percentual de ônibus equipados com transmissão automática

| País | Tipo de transmissão | | |
|----------|---------------------|--------|------------------|
| | Automática | Manual | Veículo elétrico |
| Brasil | 26% | 64% | 11% |
| Espanha | 73% | 0% | 27% |
| França | 68% | 0% | 32% |
| Polônia | | | |
| Portugal | 50% | 0% | 50% |

| | | | |
|----------------|-----|-----|-----|
| América do Sul | 50% | 50% | 0% |
| Itália | 79% | 0% | 21% |
| Alemanha | 17% | 72% | 11% |
| Europa | 23% | 0% | 77% |
| BH | 24% | 76% | |

3.2.4 Crítica 4: Tópicos 12.2 – Sistema Antiblocante de Freio

Está escrito no tópico 12.2: “Os veículos das classes Articulado e Biarticulado devem possuir no mínimo o sistema antiblocante de freio.”

A resolução CONTRAN nº 380, de 28 de abril de 2011, exige que todos os veículos das categorias M, N e O sejam equipados com sistema antitravamento das rodas (Anti-block system - ABS) a partir de 1º de janeiro de 2014.s

3.2.4.1 Sugestão de Alteração do Texto

12.2 “Conforme resolução do CONTRAN nº 380, de 28 de abril de 2011, todos os veículos empregados no transporte coletivo de passageiros devem ser equipados com sistema antitravamento de rodas (ABS).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise comparativa entre a NBR 15570 e outras normas nacionais e internacionais, foi possível identificar alguns pontos críticos na NBR 15570:

- ausência de limites máximos para as temperaturas de superfícies internas e externas dos veículos passíveis de serem tocadas pelos operadores e passageiros;
- erro no cálculo do IBGTU;
- metodologia para cálculo do limite máximo de exposição ao ruído ocupacional que não retrata as condições operacionais do ônibus urbano e considera o motor como única fonte de ruído. Trata-se de um erro grave, já que a operação no trânsito urbano está sujeita a outras fontes sonoras, como o ruído produzido pelos passageiros e pelos veículos no entorno do ônibus;
- inexistência de diferentes níveis máximos de ruído para diferentes condições de operação, visando ao conforto e à redução do desgaste do motorista e do cobrador;
- ausência de regulamentação para os níveis de exposição a vibração;
- ausência da obrigatoriedade de coluna de direção ajustável para os ônibus de menor porte, uma vez que são os veículos que exigem maior esforço do motorista devido aos trajetos sinuosos;
- ausência de requisitos para o dimensionamento do posto de comando, o que pode prejudicar e restringir os movimentos dos motoristas e gerar desgastes físico e emocional relacionados ao trabalho;
- ausência de parâmetros para disposição dos pedais e força demandada para seu acionamento, assim como ausência de regulamentação para o apoio do pé esquerdo, ambos importantes para o conforto durante a operação;
- normatização possivelmente insuficiente do ajuste dos assentos e encostos das poltronas dos operadores para garantir o respeito aos ângulos de conforto de 90%, das estaturas dos trabalhadores brasileiros;

- falta de uma regulamentação de segurança para proteção da exaustão do motor contra toque de passageiros, transeuntes e motorista durante a condição de operação do ônibus; e
- ausência de uma regulamentação para acesso do motorista ao seu assento. A não regulamentação de um corredor com largura mínima de acesso certamente acarreta severas dificuldades de acesso para motoristas com excesso de peso ou mobilidade mais reduzida devido a idade ou a outros fatores.

Conclui-se ser necessário fazer correções e alterações na ABNT NBR 15570 visando corrigir os erros/deficiências encontradas. É importante ressaltar a necessidade da normalização das especificações mínimas do veículo de forma a proporcionar melhores condições de trabalho, não se limitando a evitar que ocorram condições insalubres. Por fim, a NBR 15570 apresenta pouca regulamentação para as condições de trabalho dos cobradores, que representam boa parte dos trabalhadores do sistema de transporte por ônibus no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13970 – Segurança de máquinas - Temperatura de superfícies acessíveis - Dados ergonômicos para estabelecer os valores limites de temperatura de superfícies aquecidas.** Rio de Janeiro: ANBT, 1997. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=Q2hwSW10akxvK0dYR0pxL0hyaU0rS1p6ekE4WnhQVIJqOEdONFhaUXJQMD0=> Acesso em: 25 set.2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15570 – Transporte – Especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros.** Rio de Janeiro: ANBT, 2009. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/comissoes/direitosfundamentais/acessibilidade/nbr_15570-2009_transp_coletivo_urbano.pdf. Acesso em: 25 set.2021.

BRASIL. Ministério Do Trabalho, Norma Regulamentadora NR-15. <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15-atualizada-2022.pdf>

BRASIL. Ministério Do Trabalho, Norma Regulamentadora NR-17. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>. Acesso em: 20.mai.2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas às atividades e Operações Insalubres. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, jun. 1978.

ISO, I. O. F. S. **ISO 15008 – Road vehicles — Ergonomic aspects of transport information and control systems — Specifications and test procedures for in-vehicle visual presentation.** 2017. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/62784.html>. Acesso em: 20 maio 2021.

ISO, I. O. F. S. **ISO 16121-1 – Road vehicles – Ergonomic requirements for the driver’s workplace in line-service buses – Part 1: General description, basic requirements.** 2012. Geneva: ISO, 2011.

ISO, I. O. F. S. **ISO 16121-2 Road vehicles – Ergonomic requirements for the driver’s workplace in line-service buses. Part 2 – Visibility.** 2012. Geneva: ISO, 2011a.

ISO, I. O. F. S. **ISO 16121-2 Road vehicles – Ergonomic requirements for the driver’s workplace in line-service buses. Part 3 – Information devices and controls. 2012.** Geneva: ISO, 2011b.

ISO, I. O. F. S. **ISO 16121-2 Road vehicles – Ergonomic requirements for the driver’s workplace in line-service buses. Part 4 – Cabin Environment. 2012.** Geneva: ISO, 2011c.

ISO, I. O. F. S. **ISO 5349-1 – Mechanical Vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 1: General requirements.** 2001. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/32355.html>. Acesso em: 20 maio 2021.

ISO, I. O. F. S. **ISO 9612 – Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method.** Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9612:ed-2:v1:en> Acesso em: 20 maio 2021.

ISO, I. O. F. S. **ISO/DIS 5128 – Acoustics — Measurement of interior vehicle noise.** Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:77369:en>. Acesso em: 20 maio 2021.

ISO, I. O. F. S. **ISO 2631-1 - Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements.** 1997. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/7612.html>. Acesso em: 20 maio 2021.

NORMA DOC. **Site Oficial da Norma Doc.** Disponível em: <https://www.normadoc.com/english>. Acesso em: 03 maio 2021.