**NORMAS E RECOMENDAÇÕES PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL**

A avaliação ambiental nos ambientes de trabalho tem grande importância para prevenção de acidentes e doenças do trabalho e para garantir um ambiente que propicie bem-estar aos trabalhadores, garantindo assim a saúde e a produtividade. Para Dull e Weerdmeester[[1]](#footnote-1) (2001, p.74) “Fatores ambientais físicos e químicos como ruído, vibração, iluminação, variáveis climáticas e substâncias químicas são capazes de afetar a segurança, a saúde e o conforto das pessoas”.

## RUÍDO

No caso do ruído, níveis elevados podem provocar desde perturbação e queda da produtividade durante o exercício de uma atividade até perda progressiva da audição, dependendo da intensidade sonora e do tempo de exposição.

Segundo Dull e Weerdmeester (2001, p. 76), “níveis excessivos de ruído podem provocar perturbação, mesmo que o limite para provocar danos para a audição não tenha sido excedido”. A tabela abaixo mostra os níveis máximos de ruído que não provocam perturbação no exercício de diversos tipos de atividades, segundo os autores:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LOCAIS** | **NÍVEL PARA CONFORTO****dB(A)** | **LIMITE ACEITÁVEL****dB(A)** |
| Salas de reunião | 30 | 40 |
| Salas de gerência | 35 | 45 |
| Salas de projetos e administração | 45 | 65 |
| Salas de computadores | 45 | 65 |
| Salas de mecanografia | 50 | 60 |

Tabela 1 –Nível Máximo de Ruído para não provocar perturbação, durante vários tipos de atividades

Fonte: baseado em Dull e Weerdmeester, 2001, p. 76.

**NBR 10.152/2017:** No Brasil, a versão antiga da NBR 10152 estabelecia níveis de pressão sonora para conforto e limites aceitáveis, para diversos tipos de ambiente. A norma foi atualizada em 2017 e passou a estabelecer valores de referência de níveis de pressão sonora para estudos e projetos acústicos de ambientes internos a edificações, em função de sua finalidade de uso.

Na tabela abaixo, estão transcritos os valores de referência para **escritórios**:

|  |  |
| --- | --- |
| **Finalidade de uso** | **RLAeq (dB)**  |
| Centrais de telefonia (*call centers*) | 50 |
| Circulações | 50 |
| Escritórios privativos (gerência, diretoria etc.) | 40 |
| Escritórios coletivos (*open plan*) | 45 |
| Recepções | 45 |
| Salas de espera | 45 |
| Salas de reunião | 35 |
| Salas de videoconferência | 40 |

Tabela 2 – Valores de referência para ambientes internos de acordo com suas finalidades de uso.

Fonte: NBR 10152

**NR 15 DA PORTARIA 3214/78:** A NR 15 estabelece em seu Anexo 1 os limites de tolerância para ruído ambiental (para evitar lesões auditivas), de acordo com o tempo de exposição.

Esses limites são maiores que os propostos na Tabela 2 porque objetivam apenas a prevenção de perda auditiva e não levam em conta o tipo de atividade.

|  |  |
| --- | --- |
| **NÍVEL MÁXIMO DE RUÍDO** | **TEMPO DE EXPOSIÇÃO** |
| 85 | 8 hs |
| 86 | 7 hs |
| 87 | 6 hs |
| 88 | 5 hs |
| 89 | 4 hs e 30 minutos |
| 90 | 4 hs |
| 91 | 3hs e 30 minutos |
| 92 | 3 hs |
| 95 | 2 hs |
| 100 | 1 h |

Tabela 3 – Limites de Tolerância para ruído.

Fonte: adaptado de NR 15 da Portaria 3.214 MTE.

## ILUMINAÇÃO

**NBR ISO/CIE 8995-1/2013 - ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO:** Esta Norma especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho. Esta Norma não especifica como os sistemas ou técnicas de iluminação devem ser projetados.

A Seção 5 dá os valores de iluminância que devem ser mantidos na área da tarefa (no plano de referência). Pela Norma, a iluminação pode ser pode ser suprida por luz natural ou artificial. No caso da luz natural, é preciso evitar o contraste excessivo e o desconforto térmico da luz solar direta.

A Norma também estabelece os valores de iluminância para o entorno imediato, os quais se relacionam com o valor da iluminância na área da tarefa.

|  |  |
| --- | --- |
| **ILUMINÂNCIA DA TAREFA (lux)** | **ILUMINÂNCIA DO ENTORNO IMEDIATO (lux)** |
| ≥ 750 | 500 |
| 500 | 300 |
| 300 | 200 |
| ≤ 200 | Mesma iluminância da área da tarefa |

Tabela 4 –Iluminâncias do entorno imediato

Fonte: adaptado NBR 8995-1/2013

A Norma define os requisitos de iluminação recomendados para diversos tipos de ambientes e atividades.

Na Tabela 5 abaixo estão os valores recomendados de iluminância (em lux) para as tarefas desempenhadas nos ambientes de escritórios:

|  |  |
| --- | --- |
| **ATIVIDADES** **EM ESCRITÓRIOS** | **ILUMINÂNCIA RECOMENDADA** **(lux)** |
| Arquivamento, cópia, circulação, etc | 300 |
| Escrever, teclar, ler, processar dados | 500 |
| Desenho técnico | 750 |
| Estações de projeto assistidos por computador | 500 |
| Salas de reunião e conferência | 500 |
| Recepção | 300 |
| Arquivos | 200 |

Tabela 5 –Iluminâncias recomendadas por atividade no ambiente de escritório

Fonte: adaptado NBR 8995-1/2013

A Norma também trata do ofuscamento, definindo-o como a sensação visual causada por áreas brilhantes dentro do campo de visão e salienta a importância de sua prevenção para evitar acidentes, fadiga e erros. Pode ser evitado através da proteção contra visão direta das lâmpadas e por anteparos nas janelas.

**NBR 15215-1/2005 – ILUMINAÇÃO NATURAL / PARTE I:** Apresenta conceitos e definições para avaliação de iluminação natural. Destacam-se para este estudo os seguintes pontos da Norma:

**Contribuição de iluminação natural (CIN):** equivale ao fator de luz diurna aplicado para quaisquer condições de céu com distribuição de luminâncias conhecida.

**Fator de luz diurna (FLD):** razão entre a iluminação natural num determinado ponto num plano horizontal interno devido à luz recebida direta ou indiretamente da abóbada celeste com uma distribuição de luminâncias conhecida e a iluminação num ponto horizontal externo produzida pela abóbada celeste totalmente desobstruída, expressa como uma porcentagem. A luz solar direta é excluída de ambos os valores de iluminação.

FLD = $\frac{Ep}{\begin{array}{c}Ee\\\end{array}}$ **x 100**

**Sistema de iluminação natural**: componentes ou série de componentes agrupados em uma edificação para a admissão da luz natural.

**Elementos de controle**: beiral; cortina; elementos de passagem; elemento vazado; filtro solar; quebra-sol; peitoril; persiana; prateleira de luz; proteção solar por elemento opaco; separadores entre ambientes; telas; tampão; toldo veneziana.

**NBR 15215-4/2005 – ILUMINAÇÃO NATURAL / PARTE IV:** A NBR 15215 Parte 4 prescreve os métodos para medição das condições de iluminação natural nos ambientes internos. As medições de iluminância são feitas com luxímetro em vários pontos nos planos em que as tarefas são executadas. A partir desses valores, calcula-se a média. A iluminância externa pode ser medida simultaneamente com céu real. Para o cálculo do FLD aplica-se a fórmula abaixo:

FLD = $\frac{Ep}{\begin{array}{c}Ee\\\end{array}}$ **x 100**

**NR 17 DA PORTARIA 3214/78, ATUALIZADA:** É utilizada para fiscalização trabalhista e adota como referência uma norma que está em desuso (NBR 5413/1992).

17.5.3. Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.

17.5.3.1. A iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa.

17.5.3.2. A iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

17.5.3.3. Os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidos na NBR 5413, norma brasileira registrada no INMETRO.

17.5.3.4. A medição dos níveis de iluminamento previstos no subitem 17.5.3.3 deve ser feita no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual, utilizando-se de luxímetro com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e em função do ângulo de incidência.

17.5.3.5. Quando não puder ser definido o campo de trabalho previsto no subitem 17.5.3.4, este será um plano horizontal a 0,75m (setenta e cinco centímetros) do piso.

**NBR 15.575/2013 - NORMA DE DESEMPENHO:** Em seu item 11 (Desempenho Lumínico) estipula níveis requeridos de iluminância natural e artificial nas diferentes dependências dos edifícios habitacionais.

**NORMAS EM DESUSO:** NBR 5382/1977 e NBR 5413/1992

1. **CONFORTO TÉRMICO**

Conforto térmico é definido como “o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico” pela ASHRAE 55 (2004, p.2).

**NBR 16401/2008 - 2– INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO/ PARÂMETROS DE CONFORTO TÉRMICO**

Esta Parte da Norma estipula os parâmetros ambientais suscetíveis de produzir sensação de conforto térmico em 80% ou mais das pessoas ocupantes de recintos providos de ar-condicionado. Cita os seguintes parâmetros ambientais que afetam o conforto térmico: temperatura operativa; velocidade do ar e umidade relativa do ar.Assinala que as condições de conforto térmico dependem também de condições pessoais: tipo de roupa e nível de atividade física.

A Tabela 6 abaixo exibe os parâmetros de conforto (temperatura operativa, umidade do ar e velocidade média do ar) para o inverno e o verão:

|  |
| --- |
| VERÃO (roupa típica 0,5 clo) |
| TEMPERATURA OPERAT. | UMIDADE RELATIVA | VELOCIDADE MÉDIA AR |
| 22,5ºC a 25,5ºC | 60% | Convencional: 0,20m/sFluxo de deslocamento: 0,25m/s |
| 23ºC a 26ºC | 30% |
| INVERNO (roupa típica 0,9 clo) |
| TEMPERATURA OPERAT. | UMIDADE RELATIVA | VELOCIDADE MÉDIA AR |
| 21ºC a 23,5ºC | 60% | Convencional: 0,15m/sFluxo de deslocamento: 0,20m/s |
| 21,5ºC a 24ºC | 30% |

Tabela 6 –Parâmetros recomendados de conforto térmico para ambientes condicionados

Fonte: adaptado NBR 16401-2/ 2008

Pela Norma, a temperatura operativa é calculada pela equação abaixo:

to = C.tar + (1 - C).tr

to : temperatura operativa

tar: temperatura do ar

tr: temperatura radiante média

C: função da velocidade relativa do ar

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Velocidade do ar** | **< 0,2** | **0,2 a 0,6** |
| **C** | **0,5** | **0,6** |

Tabela 7 –Valores de C para diversas faixas de velocidade do ar

Fonte: adaptado NBR 16401-2/ 2008

**ÍNDICE DE FANGER - ISO 7730/ 2005 e ASHRAE 2004**

Trabalha com variáveis ambientais (velocidade do ar, temperatura média radiante, temperatura do ar, pressão parcial do vapor de água), nível de atividade física e vestuário.

Foram calculados os índices PMV (*Predicted Mean Vote*) e PPD (*Percentage of Dissatisfied*): através de análises estatísticas dos resultados obtidos por Fanger em estudos em câmaras climatizadas, onde as pessoas registravam seus votos. Foi usada uma escala de sete pontos para medir a sensação térmica entre o muito quente e o muito frio.



Tabela 8 –Relação entre PPD e PMV

Fonte: adaptado de Fanger (1970)

**MODELO ADAPTATIVO - ASHRAE 55/ 2004**

Por meio deste modelo, avalia-se a sensação térmica em ambientes reais. Michael Humphreys (1979) propôs o modelo adaptativo supondo que as pessoas se adaptam ao lugar onde estão quando podem realizar ajustes.

Por esta abordagem, a sensação de conforto térmico não se origina apenas na temperatura do ambiente interno, mas também do valor médio mensal de temperatura externa, pois o desconforto térmico surge da diferença entre os ambientes.

A ASHRAE 55/ 2004 (Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy) adotou este método como uma opção para avaliação de espaços naturalmente ventilados. Há uma relação entre os intervalos de conforto para as temperaturas operativas interiores e as temperaturas médias mensais exteriores.

Tabela 9 –Modelo adaptativo

Fonte: adaptado de ASHRAE 55/ 2004

A temperatura operativa está definida na norma ISSO 7726 anexo G e pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$ To=(Ts x hc+Tr x hr)/(hc+hr)$$

Ts = Temperatura de bulbo seco

Tr = Temperatura radiante média

hc = coeficiente de troca convectiva

hr = coeficiente de troca radiativa

O cálculo de hc e de hr está estabelecido na norma ISO 7730.

A temperatura operativa também pode ser medida por um sensor de elipsoidal com uma precisão confiável.

1. DULL, D.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomics for Beginners.** London: Taylor and Francis, 2001. [↑](#footnote-ref-1)