

Estudo de Caso: Sobre as Condições de Ruído, Temperatura e Iluminância na Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marco Antonio Ferreira Finocchio (UTFPR-CP) mafinocchio@utfpr.edu.br

Jeferson Gonçalves Ferreira (UTFPR-CP) jefersongf_07@hotmail.com

Carlos Alberto Paschoalino (UTFPR-CP) paschoalino@utfpr.edu.br

Resumo:

Este artigo tem como objetivo analisar os níveis de ruído, iluminância e temperatura em alguns ambientes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procópio. Para isso, foram observadas as orientações das normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego: NR 15 e NR 17, e as normas técnicas da ABNT: NBR 10152 e NBR ISO/CIE 8995-1. Os ambientes analisados foram a biblioteca, laboratório de materiais e sala dos professores no bloco da eletrotécnica. Para todos os ambientes, foi realizado um conjunto de medidas no período da manhã e à tarde. Em relação ao conforto acústico, os resultados obtidos foram todos favoráveis quando comparados às normas pertinentes. Quanto à relação da iluminância, os resultados foram favoráveis em alguns casos e desfavoráveis em outros, sendo recomendadas as devidas adequações. Para a exposição ao calor, os resultados obtidos foram todos favoráveis quando comparados às normas pertinentes.

Palavras chave: Agentes Físicos, Iluminância, Temperatura.

Case Study: On Noise, Temperature and Illumination Conditions in Federal Technological University of Paraná

Abstract:

This article aims to analyze the levels of noise, illumination and temperature in some environments of the Federal Technological University of Paraná, Cornélio Procópio campus. For this, the guidelines of the regulatory norms of the Ministry of Labor and Employment were observed: NR 15 and NR 17, and the technical standards of ABNT: NBR 10152 and NBR ISO / CIE 8995-1. The environments analyzed were the library, materials laboratory and teachers' room in the electrotechnical block. For all environments, a set of measurements was performed in the morning and afternoon. Regarding acoustic comfort, the results obtained were all favorable when compared to the relevant standards. As to the relation of the illuminance, the results were favorable in some cases and unfavorable in others, and the appropriate adjustments are recommended. For the exposure to heat, the results obtained were all favorable when compared to the relevant standards.

Key-words: Physical Agents; Noise; Illumination; Temperature.

1. Introdução

Os agentes ambientais (risco) são elementos ou substâncias presentes em diversos ambientes, que acima dos limites de tolerância podem ocasionar danos à saúde das pessoas. Existem

cinco grupos de riscos ambientais, a saber: riscos de acidentes, riscos físicos, riscos químicos, riscos biológicos e riscos ergonômicos.

Neste artigo abordaram-se apenas os riscos físicos, que são formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, infrassom e ultrassom.

Neste artigo foram avaliados apenas riscos físicos como ruído, temperatura e iluminância.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Iluminação

A iluminação apropriada no local de trabalho é necessária, uma vez que vários apontam para a existência de uma relação entre a qualidade da iluminação e a produtividade, a motivação, o conforto, o desempenho e o bem-estar dos trabalhadores. No local de trabalho, as vantagens da promoção da saúde e bem-estar dos trabalhadores conduzem a menos erros e acidentes e mais segurança e maior assiduidade por parte dos trabalhadores (BOMMEL, 2006).

Por outro lado, condições insuficientes de iluminação podem causar dor de cabeça, fadiga e irritabilidade, além de aumentar a probabilidade de ocorrência de erros e acidentes. Selecionar o tipo de iluminação adequada consiste então em encontrar o equilíbrio entre o ambiente luminoso, o desempenho e o conforto dos trabalhadores (PAIS, 2011).

Usualmente os trabalhadores mais satisfeitos com o ambiente de trabalho são os que produzem melhores resultados. Dessa forma a satisfação dos trabalhadores é um fator importante no sucesso de uma organização e pode ser usada como indicador de desempenho.

A iluminação dos ambientes deve atender a padrões de Iluminância, que no Brasil é determinado pela NBR 8995-1 de 03/2013 - Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1 desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), substituindo e cancelando a ABNT NBR 5413 (Iluminância de interiores).

Segundo a NBR 8995-1, uma boa iluminação para ambientes de trabalho é muito mais do que apenas fornecer uma boa visualização da tarefa. É essencial para que as tarefas sejam realizadas facilmente e com conforto. Desta maneira a iluminação deve satisfazer os aspectos quantitativos e qualitativos exigidos pelo ambiente. Geralmente a iluminação visa assegurar:

- conforto visual, dando aos trabalhadores uma sensação de bem-estar;
- Desempenho visual, ficando os trabalhadores capacitados a realizar suas tarefas visuais, rápida e precisamente, mesmo sob circunstâncias difíceis e durante longos períodos;
- Segurança visual, ao olhar ao redor e detectar perigos.

Para a satisfação destes critérios é preciso dar atenção a parâmetros como a distribuição da luminância, iluminância, ofuscamento, direcionalidade da luz, aspectos da cor da luz e superfícies, cintilação, luz natural, manutenção, entre outros.

A boa qualidade da iluminação auxilia o desempenho visual das tarefas, ajuda na comunicação interpessoal e melhora o sentido de bem-estar, ao passo que uma iluminação sem qualidade pode gerar desconforto, ser caótica e prejudicar o desempenho visual (IESNA, 2011).

2.2 Ruído

O ruído é um dos principais agentes físicos presentes nos ambientes de trabalho, e a exposição acima dos limites de tolerância é um dos mais importantes problemas de saúde ocupacional existentes atualmente, em que pese a notória subnotificação dos casos de doenças ocupacionais. Os efeitos do ruído no nosso organismo dependem do tempo de exposição, da intensidade sonora e da susceptibilidade individual (OLIVEIRA, ARENAS, 2012).

A NR-15, quando trata de atividades ou operações insalubres, considera que limite de tolerância é a concentração ou intensidade – no caso do ruído, máxima ou mínima –, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral (BRASIL, 2013). O quadro 1 do anexo I da NR15 apresenta a máxima exposição diária permissível para níveis de ruído entre 85 dB e 115 dB.

2.3 Conforto Térmico

O conforto térmico pode ser visto e analisado do ponto de vista pessoal e ambiental. No primeiro caso, a análise é feita sob a ótica do indivíduo, inserido num ambiente qualquer, verificando-se se ele está confortável com relação à sua sensação térmica. Com relação ao ambiente, os estudos de conforto indicam o estado térmico necessário, com relação às suas variáveis físicas, para que um maior número de pessoas possa estar confortável com relação ao calor gerado pelo recinto (LAMBERTS, 2017).

O conforto térmico pode ser considerado como uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico (FANGER, 1970). Este conforto térmico é obtido através de trocas térmicas que dependem de vários fatores, ambientais ou humanos, governados por processos físicos, como convecção, radiação e, eventualmente, condução. O conforto térmico procura diagnosticar e analisar as condições do ambiente, de modo que se possam obter as condições térmicas adequadas à ocupação humana e às atividades desempenhadas. A importância do estudo do conforto térmico está baseada em três aspectos: a satisfação do homem ou seu bem estar; o desempenho humano; a conservação da energia (LAMBERTS, 2017).

Como o conforto térmico envolve variáveis físicas ou ambientais e também variáveis subjetivas ou pessoais, não é possível que um grupo de pessoas sujeitas ao mesmo ambiente, ao mesmo tempo, esteja totalmente satisfeito com as condições térmicas do mesmo, devido às características individuais de cada um (FANGER, 1970).

Para obter os parâmetros para se determinar o que são boas condições externas de conforto térmico precisa-se primeiro entender o que é o calor.

No anexo III da NR-15 é descrito o procedimento para se calcular os limites de tolerância para exposição ao calor em duas situações diferentes. A primeira, em regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho, e a segunda, em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local.

3. Metodologia

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo de caso no qual foram tomados como parâmetros de estudo e avaliação os agentes físicos ruído, iluminação e exposição ao calor. O local escolhido para estudo foi um dos blocos no campus Cornélio Procópio, da UTFPR.

Como locais da investigação foram a biblioteca do campus e o bloco de eletrotécnica, que reúne diversos ambientes comuns na instituição, como laboratórios e sala dos professores.

As medições foram realizadas no dia 16, 17, 18 e 19 de outubro de 2017, com uma seção de medidas no período da manhã e à tarde para todos os ambientes listados acima.

Os equipamentos utilizados foram: Termômetro Globo – TGD 200 – INSTRUTHERM, Decibelímetro – THDL 400 – INSTRUTHERM e Luxímetro – LD 200 – INSTRUTHERM.

3.1 Ambientes Avaliados

A seguir são apresentados os *layouts* de cada ambiente avaliado. Para se ter uma ideia da distribuição interna dos ambientes em estudo e do local onde foi colocado o equipamento para realizar as medidas, o qual está marcado em vermelho no *layout*.

- Sala de aula teórica e laboratório I104

Ambiente utilizado por alunos e professores para o desenvolvimento de aulas teóricas e práticas. Nas disciplinas de Materiais e Equipamentos Elétricos, Engenharia e Iluminação e algumas disciplinas da Pós Graduação.

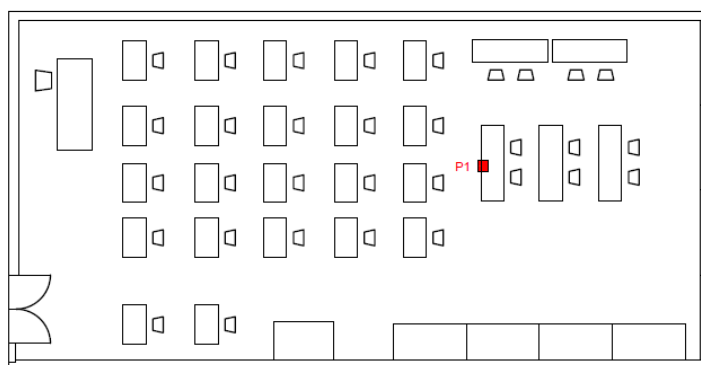


Figura 1- Layout do laboratório I-104

- Sala dos professores

Ambiente para preparação de aulas, correções de avaliações e atendimento aos alunos.

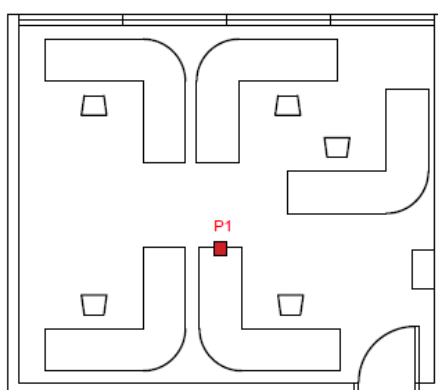


Figura 2 - Layout da sala dos professores

- Biblioteca

Ambiente utilizado predominantemente por aluno para realizar seus estudos e pesquisas.



Figura 3 - Layout da biblioteca

4. Resultados e discussões

4.1 Sala de Aula Teórica e laboratório – I 104

- Pressão Sonora

A Figura 4 apresenta os níveis de pressão sonora encontradas nas 8 medições realizadas no ambiente, tornando possível observar que os maiores valores foram 46,2 dB(A) no período da manhã e 46,5 dB(A) no período da tarde.

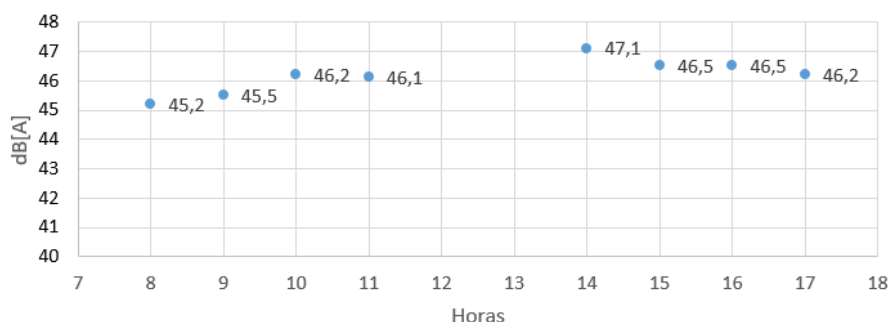


Figura 4 - Níveis de Pressão Sonora - Laboratório I 104

Os valores estão abaixo do limite de tolerância estabelecido pela NR-15 (a qual considera o limite de 85 dB(A) para 8 horas diárias de exposição). Além disso, estão de acordo com as condições de conforto acústico estabelecido pela NBR 10152 (para o ambiente em estudo, a norma estabelece os valores de 40 a 50 dB(A) como faixa de conforto acústico).

- Iluminância

A Tabela 1 apresenta os níveis de iluminância encontrados nas 8 medições realizadas no ambiente, e com isso foi possível constatar que tanto para o período da manhã como para o período da tarde não estão de acordo com o mínimo exigido pela NBR ISO/CIE 8995-1 para este tipo de ambiente que é de 500 lux. Para corrigir este problema a solução foi aumentar o número e/ou a potência das luminárias.

Valores de iluminância obtidos experimentalmente (lux)							
Manha				Tarde			
8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
269	281	285	288	251	255	258	256

Tabela 1 - Níveis de Iluminância - Laboratório I 104

- Exposição ao calor

Em relação à exposição ao calor foram inicialmente definidos os parâmetros necessários para determinar o limite de tolerância do IBUTG, conforme o Anexo III da NR-15. Em seguida foi calculado o valor do IBUTG e o valor da temperatura efetiva. Os constam da Tabela 3.

Parâmetros do Anexo III da NR-15								
Ambiente de Trabalho:	Interno sem carga solar							
Equação de IBUTG:	$IBUTG = 0,7 t_{bn} + 0,3 t_g$							
Regime de Trabalho:	Contínuo							
Tipo de Atividade:	Leve							
Limite de Tolerância:	Até 30,0							
Valores obtidos experimentalmente	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
Temperatura de globo:	21,8	22,3	22,9	24,1	26,1	25,7	25,2	25,1
Temperatura do bulbo seco:	21,4	22,2	22,9	24,3	24,9	23,2	23,9	23,7
Temperatura de bulbo úmido:	16,8	17,8	19,7	19,9	19,1	18,8	18,7	18,5
Valores calculados	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
IBUTG:	18,3	19,2	20,7	21,2	21,2	20,9	20,7	20,5
Temperatura efetiva:	16,8	17,8	19,7	19,9	19,1	18,8	18,7	18,5

Tabela 2 - Níveis de Exposição ao Calor - Laboratório I 104

Os valores encontrados para o IBUTG estiveram de acordo com o que exige o Anexo III da NR-15. Os valores encontrados para a temperatura efetiva estiveram de acordo com o que é recomendado no item 17.5.2 da NR-17 (índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C).

4.2 Sala dos Professores

- Pressão Sonora

A Figura 5 exibe os níveis de pressão sonora encontradas nas 8 medições realizadas no ambiente, e foi possível observar e que os maiores valores medidos foram 49,1 dB(A) no período da manhã e 48,9 dB(A) no período da tarde.

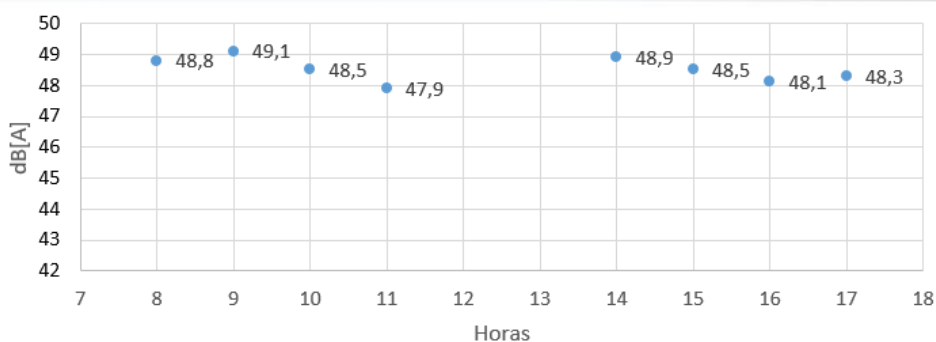


Figura 5 - Níveis de Pressão Sonora - Sala dos Professores

Isto prova que os níveis de ruído estão abaixo do limite de tolerância prescritos na NR-15. Além disso, estão de acordo com as condições de conforto acústico dados pela NBR 10152.

- Iluminância

A Tabela 3 apresenta os níveis de iluminância encontrados nas 8 medições realizadas no ambiente. Constatando que tanto para no período da manhã como da tarde ambos atendem o mínimo exigido pela NBR ISO/CIE 8995-1 para este tipo de ambiente que é de 500 lux.

Valores de iluminância obtidos experimentalmente (lux)							
Manha				Tarde			
8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
501	503	505	509	515	516	521	519

Tabela 3 - Níveis de Iluminância - Sala dos Professores

- Exposição ao calor

Quanto à exposição ao calor foram definidos os parâmetros necessários para determinar o limite de tolerância do IBUTG, conforme o Anexo III da NR-15. Em seguida foi calculado o valor do IBUTG e o valor da temperatura efetiva. Os resultados constam da Tabela 4.

Parâmetros do Anexo III da NR-15								
Ambiente de Trabalho:				Interno sem carga solar				
Equação de IBUTG:				IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg				
Regime de Trabalho:				Contínuo				
Tipo de Atividade:				Leve				
Limite de Tolerância:				Até 30,0				
Valores obtidos experimentalmente	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
Temperatura de globo:	21,9	22,4	23,1	24,1	28,9	29,1	29,5	29,1
Temperatura do bulbo seco:	21,6	22,1	23,0	24,5	28,2	28,7	25,8	28,5
Temperatura de bulbo úmido:	17,1	17,9	18,5	19,9	21,9	22,2	22,3	22,1
Valores calculados	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
IBUTG:	18,5	19,3	19,9	21,2	24	24,3	24,5	24,2
Temperatura efetiva:	17,1	17,9	18,5	19,9	21,9	22,2	22,3	22,1

Tabela 4 - Níveis de Exposição ao Calor - Sala dos Professores

Os valores encontrados para o IBUTG estiveram de acordo com o que exige o Anexo III da NR-15. Os valores encontrados para a temperatura efetiva estiveram de acordo com o que é recomendado no item 17.5.2 da NR-17 (índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C).

4.3 Biblioteca – Ponto 1

- Pressão Sonora

A Figura 3 exibe os níveis de pressão sonora encontradas nas 8 medições realizadas no ambiente, tornando possível observar que os maiores valores foram 43,5 dB(A) no período da manhã e 43,9 dB(A) no período da tarde.

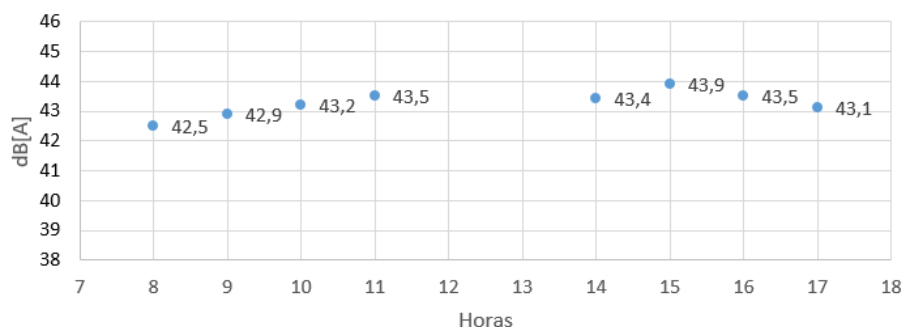


Figura 3 - Níveis de Pressão Sonora – Biblioteca Ponto 1

Os valores estão abaixo do limite de tolerância estabelecido pela NR-15. Além disso estão de acordo com as condições de conforto acústico estabelecido pela NBR 10152.

- Iluminância

A Tabela 5 apresenta os níveis de iluminância encontrados nas 8 medições realizadas no ambiente. Constatando que tanto para no período da manhã como da tarde ambos atendem o mínimo exigido pela NBR ISO/CIE 8995-1 para este tipo de ambiente que é de 500 lux.

Valores de iluminância obtidos experimentalmente (lux)							
Manha				Tarde			
8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
601	612	615	625	720	725	722	726

Tabela 5- Níveis de Iluminância – Biblioteca Ponto 1

- Exposição ao calor

Quanto à exposição ao calor foram definidos os parâmetros necessários para determinar o limite de tolerância do IBUTG, conforme o Anexo III da NR-15. Depois se calculou o valor do IBUTG e a temperatura efetiva. Os resultados constam da Tabela 6 abaixo.

Parâmetros do Anexo III da NR-15								
Ambiente de Trabalho:				Interno sem carga solar				
Equação de IBUTG:				IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg				
Regime de Trabalho:				Contínuo				
Tipo de Atividade:				Leve				
Limite de Tolerância:				Até 30,0				
Valores obtidos experimentalmente	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
Temperatura de globo:	20,8	21,3	21,8	22,3	26,1	26,5	26,3	26,5
Temperatura do bulbo seco:	20,4	21,2	21,7	22,1	25,5	25,8	25,9	26,2
Temperatura de bulbo úmido:	15,1	16,9	17,2	18,7	20,5	20,9	20,9	20,5

Valores calculados	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
IBUTG:	16,8	18,2	18,6	19,8	22,2	22,6	22,6	22,3
Temperatura efetiva:	15,1	16,9	17,2	18,7	20,5	20,9	20,9	20,5

Tabela 6 - Níveis de Exposição ao Calor – Biblioteca Ponto 1

Os valores encontrados para o IBUTG estiveram de acordo com o que exige o Anexo III da NR-15. Os valores encontrados para a temperatura estão de acordo com o que é recomendado no item 17.5.2 da NR-17.

4.4 Biblioteca – Ponto 2

- Pressão Sonora

A Figura 4 aponta os níveis de pressão sonora das 8 medições realizadas no ambiente. Observou-se que os maiores valores foram 42,8 dB(A) no período da manhã e 42,6 dB(A) a tarde. Estes valores estão abaixo do limite de tolerância estabelecido pela NR-15. Além disso, estão de acordo com as condições de conforto acústico estabelecido pela NBR 10152.

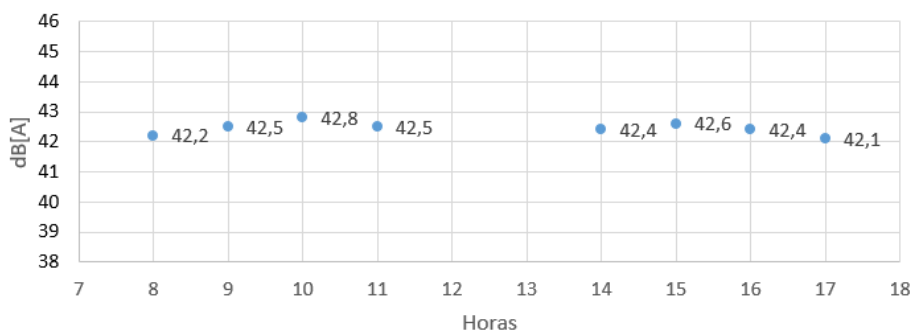


Figura 4 - Níveis de Pressão Sonora – Biblioteca Ponto 2

- Iluminância

A Tabela 7 apresenta os níveis de iluminância encontrados nas 8 medições realizadas no ambiente. Constatando que tanto para no período da manhã como da tarde ambos atendem o mínimo exigido pela NBR ISO/CIE 8995-1 para este tipo de ambiente que é de 500 lux.

Valores de iluminância obtidos experimentalmente (lux)							
Manha				Tarde			
8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
610	618	619	622	630	635	633	641

Tabela 7- Níveis de Iluminância – Biblioteca Ponto 2

- Exposição ao calor

Em relação à exposição ao calor foram definidos os parâmetros necessários para determinar o limite de tolerância do IBUTG, conforme o Anexo III da NR-15. Em seguida foi calculado o valor do IBUTG e o valor da temperatura efetiva. Os resultados estão na Tabela 8.

Parâmetros do Anexo III da NR-15	
Ambiente de Trabalho:	Interno sem carga solar
Equação de IBUTG:	$IBUTG = 0,7 t_{bn} + 0,3 t_g$
Regime de Trabalho:	Continuo

Tipo de Atividade:

Leve

Limite de Tolerância:

Até 30,0

Valores obtidos experimentalmente	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
Temperatura de globo:	21,2	21,9	22,2	22,8	26,5	26,9	26,7	26,9
Temperatura do bulbo seco:	20,6	21,5	21,9	22,3	25,8	26,3	26,2	26,3
Temperatura de bulbo úmido:	15,4	17,2	17,4	18,9	20,7	21,2	21,4	21,5
Valores calculados	Período da manhã				Período da tarde			
	8h	9h	10h	11h	14h	15h	16h	17h
IBUTG:	17,1	18,2	18,8	20,1	22,4	22,9	22,9	23,1
Temperatura efetiva:	15,4	17,2	17,4	18,9	20,7	21,2	21,4	21,5

Tabela 8 - Níveis de Exposição ao Calor – Biblioteca Ponto 2

Os valores encontrados para o IBUTG estão de acordo o Anexo III da NR-15. Os valores encontrados para a temperatura efetiva também estão de acordo com a 17.5.2 da NR-17.

5 Considerações Finais

Quanto ao parâmetro de pressão sonora não foi localizado nenhum problema nos ambientes analisados, visto que todos os níveis de ruído ficaram abaixo dos valores exigidos pelas normas NR-15 e NBR 10152 como condição de conforto acústico.

Em relação ao parâmetro de iluminância, o valor encontrado no laboratório I104 não satisfaz o valor exigido pela NBR ISO/CIE 8995-1. E para os demais ambientes e pontos de medições os valores foram suficientes para satisfazer a NBR ISO/CIE 8995-1.

No que se refere ao parâmetro exposição ao calor os valores encontrados para o IBUTG, em todos os ambientes analisados, estiveram de acordo com o exigido no Anexo III da NR-15. E para a temperatura efetiva calculada todos os ambientes ficaram abaixo do valor recomendado pela NR17 item 17.5.2 para as condições de conforto no ambiente de trabalho.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/CIE 8995-1 - *Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior*. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. *Segurança e Medicina do Trabalho: NR -1 a 36, CLT arts. 154 a 201, Lei nº. 6.514 de 22-12-1977, Portaria nº. 3.214 de 8-6-1978, Legislação Complementar, índices Remissivos. Manuais de Legislação Atlas. 72ª Ed. 2013. 1000 f. Editora Atlas. São Paulo, 2013.*

BOMMEL, W.J.M. *Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work. Applied Ergonomics*, Volume 37, Issue 4, Pages: 461-466, July 2006.

FANGER, P. O. *Thermal Comfort*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

IESNA - Illuminating Engineering Society Of North America *Rp-5-13, Recommended Practice for Daylighting Buildings*. 1 ed. Nova Iorque, NY: Illuminating Engineering Society, 2013a.v. único, 75p.

LAMBERTS, R. *Conforto Térmico e Stress Térmico. Publicação eletrônica do Laboratório de Eficiência Energética de Edificações*. – LabEEE/UFSC. Florianópolis, 2017.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

OLIVEIRA C. R. D.; ARENAS G.W.N. *Occupational Exposure to Noise Pollution in Anesthesiology*. Rev Bras Anesthesiol. 2012;62:257-6.

PAIS, A. *Condições de Iluminação em ambiente de escritório: influência no conforto visual*. Dissertação de mestrado em Ergonomia na Segurança no Trabalho, Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2011.