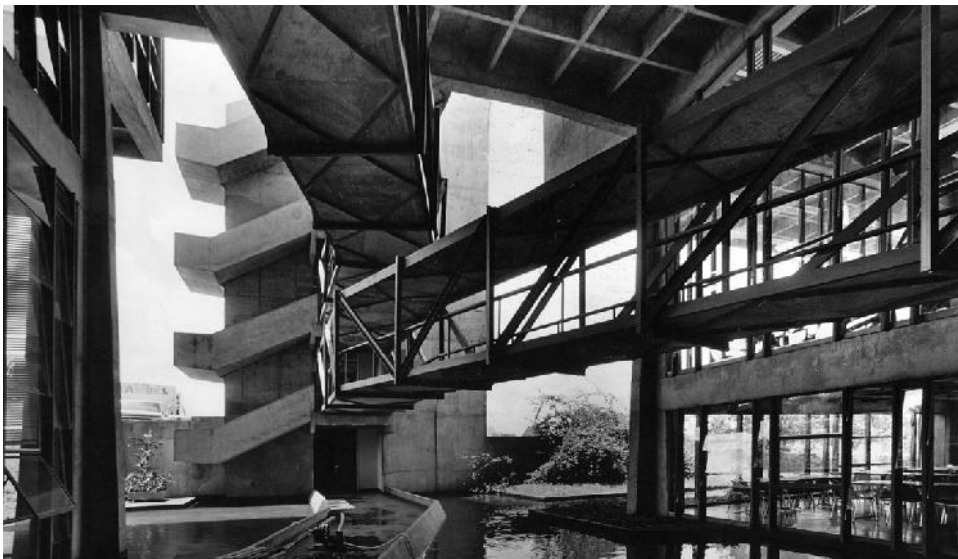


UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DESEMPENHO ACÚSTICO,
LUMÍNICO E TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE PORTE MONUMENTAL:
um estudo de caso da Biblioteca Central e do
Restaurante Universitário da Universidade de Brasília**



ANA LUIZA ALVES DE OLIVEIRA

Brasília
2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DESEMPENHO ACÚSTICO,
LUMÍNICO E TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE PORTE MONUMENTAL:
um estudo de caso da Biblioteca Central e do
Restaurante Universitário da Universidade de Brasília**

ANA LUIZA ALVES DE OLIVEIRA

Orientador: Márcio Augusto Roma Buzar

Coorientador: João da Costa Pantoja

**Brasília
Dezembro de 2016**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DESEMPENHO ACÚSTICO,
LUMÍNICO E TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE PORTE MONUMENTAL:
um estudo de caso da Biblioteca Central e do
Restaurante Universitário da Universidade de Brasília**

Eng.^a Ana Luiza Alves de Oliveira

Dissertação de mestrado submetido ao departamento de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, como requisito necessário para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Márcio Augusto Roma Buzar

Coorientador: João da Costa Pantoja

**Brasília
Dezembro de 2016**

TERMO DE APROVAÇÃO

ANA LUIZA ALVES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DESEMPENHO ACÚSTICO,
LUMÍNICO E TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE PORTE MONUMENTAL:
um estudo de caso da Biblioteca Central e do
Restaurante Universitário da Universidade de Brasília**

Dissertação de mestrado submetido ao departamento de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, como requisito necessário para a obtenção do grau de Mestre.

Data da defesa: sexta-feira, 16 de dezembro de 2016.

Orientador:

Prof. Dr. Marcio Augusto Roma Buzar
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. José Galbinski
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UniCEUB

Prof. Dr. Evangelos Dimitrios Christakou
Faculdade de Tecnologia – Engenharia Civil, UnB

Aos meus pais, Rosânia e Edilson, pelo carinho,
amor e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Chegar ao fim dessa jornada não foi fácil. Muitas madrugadas e estudos depois, eis que concluo mais uma etapa da minha trajetória profissional. Tal fato só foi possível graças ao apoio e incentivo de todas as partes. A todos vocês, um muito obrigada!

À Deus, o maior de todos os engenheiros.

Ao João Pantoja e ao Marcio Buzar, meus professores, orientadores e, acredito eu, amigos. Obrigada pelas conversas, paciência, broncas e apoio. Obrigada por não desistirem de mim quando eu mesma havia desistido.

Ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, que representado pelos funcionários e docentes me acolheu e ajudou em tudo possível.

Agradeço em especial ao Diego, por toda a gentileza e por estar sempre disposto a ajudar. Quando entrei no curso era um colega de trabalho, hoje saio do curso com um amigo. Conte sempre comigo.

Ao Dr. Arquiteto José Galbinski, por disponibilizar seu tempo para me conceder informações valiosas ao meu trabalho.

Ao professor Caio Frederico, por ceder o aparelho para a medição lumínica e o seu conhecimento.

À Clarice Cavalcante, por disponibilizar os aparelhos para a medição acústica, o seu tempo e por compartilhar seu conhecimento.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal, pelo apoio financeiro durante o curso.

Aos amigos, por escutarem meus desabafos e angústias e comemorar vitórias e conquistas ao longo desses dois anos.

E, por fim, sou imensamente grata à minha família, principalmente pais e irmão, por todo incentivo e fé que depositam em mim. Tudo que sou devo a vocês.

À todos que de alguma forma contribuíram com essa minha jornada, um muito obrigada!

RESUMO

O conforto ambiental é composto pelo conforto visual, acústico, lumínico e térmico. Estudos revelam que para que ocorra uma boa qualidade e produtividade no trabalho, o conforto ambiental é essencial. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo verificar as condições de conforto acústico, lumínico e térmico em edificações de porte monumental de arquitetura modernista, analisando se elas atendem aos requisitos mínimos exigidos pela norma de desempenho e de outras normas pertinentes e se as premissas de projeto foram cumpridas. Como estudo de caso, avaliou-se o restaurante universitário e a biblioteca central da Universidade de Brasília. Para isso, foi feita uma entrevista com o projetista dessas construções, o Dr. Arquiteto José Galbinski, na qual foram identificadas as premissas de projeto. Através da aplicação de questionários as percepções dos usuários das edificações foram detectadas. E, por fim, medições *in loco* avaliando o nível de isolamento sonoro de impacto, o nível de pressão sonora e de iluminância artificial foram realizadas. Com o estudo, concluiu-se que, na biblioteca central, quanto ao isolamento sonoro de impacto, seu desempenho foi superior ao exigido pela ABNT NBR 15.575 e que as premissas de projeto no que tange ao conforto acústico foram atendidas. Já no RU essas premissas não foram alcançadas, uma vez que o nível de ruído medido no local era maior que o recomendado pelas normas brasileiras e os seus usuários consideraram o local barulhento. Quando ao conforto lumínico, tanto na biblioteca central quanto no restaurante universitário o nível de luminosidade artificial foi superior ao mínimo exigido pela norma de desempenho, porém inferior ao recomendado pela ISO 8995. No que concerne ao conforto térmico, as duas edificações foram consideradas quentes pelos usuários e as premissas de projeto do arquiteto foram aprovadas com ressalvas.

Palavras-chave: Conforto ambiental; conforto acústico; conforto lumínico; conforto térmico; norma de desempenho; ISO 8995.

ABSTRACT

The environmental comfort is consisted of visual, acoustic, lighting and thermal comfort. Studies show that for good quality and productivity at work, the environmental comfort is essential. Therefore, the objective of this study is to verify the conditions of acoustic, luminous and thermal comfort in monumental buildings of modernist architecture, analyzing whether they achieved the minimum requirements demanded by the ABNT BR 15.575 and other pertinent codes, and if the project assumptions were reached. As case study, the university restaurant and the central library of the University of Brasília were evaluated. For this, an interview was made with the designer of these constructions, Dr. architect José Galbinski, in which the project premises were identified. Through the application of questionnaires, the perceptions of the users of the buildings were detected. And, finally, on-site measurements were performed. With the study, it was concluded that in the central library, regarding impact sound insulation, its performance was superior to that required by ABNT NBR 15.575 and that the design premises in relation to acoustic comfort were achieved. In the university restaurant, these premises were not reached, since the noise level measured in the place was higher than the one recommended by the Brazilian norms and its users considered the place noisy. About lighting comfort, both, the central library and the university restaurant, the level of luminosity was higher than the minimum required by the standard of performance, but lower than the one recommended by ISO 8995.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Obra “A Boba” de Anita Malfatti.....	26
Figura 2 – Fachada principal do Grupo Escolar Dom Pedro II em Belo Horizonte	26
Figura 3 – Fachadas da “Casa Modernista”	27
Figura 4 – Ministério da Educação e Saúde: marco na arquitetura modernista brasileira	29
Figura 5 – Museu de Arte de São Paulo.....	29
Figura 6 - Congresso Nacional e Catedral Metropolitana de Brasília.	30
Figura 7 - Instituto Central de Ciências da UnB.....	31
Figura 8 - Resumo esquemático da estruturação da NBR 15575	33
Figura 9 – Frequências sonoras ouvidos pelo homem e alguns animais	39
Figura 10 – Forma de transmissão do ruído.....	41
Figura 11 - Transmissão de calor por condução	54
Figura 12 – Transmissão de calor por convecção	56
Figura 13 - Comportamentos da radiação	57
Figura 14 - Troca de calor por radiação entre duas superfícies	57
Figura 35 - Equipamento tapping machine para medição de isolamento de ruído de impacto.....	63
Figura 36 - Corte da Biblioteca Central enumerando as lajes	63
Figura 37 – Localização do equipamento tapping machine no pavimento superior da biblioteca central.....	64
Figura 38 – Equipamento Bruel Kjaer 2250 utilizado na medição	64
Figura 39 – Localização do equipamento Bruel Kjaer 2250 na laje 1	65
Figura 40 - Mostra em corte o posicionamento dos equipamentos para medir o $L'nTw$	65
Figura 41 - Luxímetro portátil THAL-300	66
Figura 42 - Medição <i>in loco</i> para iluminação artificial	67
Figura 43 - Equipamento Bruel Kjaer 2250 utilizado na medição	68
Figura 44 - Medição <i>in loco</i> para iluminação artificial no RU.....	68
Figura 15 - Localização da Biblioteca Central da Universidade de Brasília.....	70
Figura 16 - Fachada da Biblioteca Central da Universidade de Brasília.....	71

Figura 17 - Croqui da disposição dos pilares e prateleiras.....	72
Figura 18 - Croqui da disposição dos pilares e prateleiras.....	72
Figura 19 - Planta baixa da modulação de pilares e prateleiras.....	73
Figura 20 - Croqui com a disposição desejada e indesejada das vigas	74
Figura 21 - Corte transversal do projeto da Biblioteca Central da UnB.....	74
Figura 22 - Pirâmides truncadas no forro da biblioteca	75
Figura 23 - Planta baixa da disposição dos brises das fachadas.....	76
Figura 24 - Croqui mostrando influência das prateleiras na aeração do ambiente.....	77
Figura 25 - Apresentação das lajes elevadas.....	77
Figura 26 - Esquema ilustrativo da ventilação da BC-UnB.....	78
Figura 27 - Croqui com esquema de ventilação das barracas árabes.....	79
Figura 28 - Restaurante Universitário da UnB na década de 70	80
Figura 29 - Localização do Restaurante Universitário da Universidade de Brasília	80
Figura 30 - Visão tridimensional do Restaurante Universitário do RJ, mostrando sua entrada por uma pequena porta de um lado e saída pelo outro.....	81
Figura 31 - Planta baixa representando a circulação linear do RU do RJ	82
Figura 32 - Esquema da distribuição dos seis salões do RU.....	83
Figura 33 - Fachada externa do Restaurante Universitário	83
Figura 34 – Planta baixa dos refeitórios inferiores do RU da UnB.....	84
Figura 45 - Pontos de medição do desempenho lumínico artificial - térreo	109
Figura 46 - Pontos de medição do desempenho lumínico artificial – pavimento superior	110
Figura 47 - Localização dos pontos de medição refeitórios 1 e 2 (Pontos 1 a 8).....	112
Figura 48 - Localização dos pontos de medição refeitórios 3 e 4 (Pontos 9 a 15).....	117
Figura 49 - Localização dos pontos de medição refeitórios 4 e 5 (Pontos 16 a 21).....	122
Figura 50 - Localização pontos medição lumínica artificial –refeitórios inferiores.....	127
Figura 51 - Localização pontos medição lumínica artificial – refeitórios intermediários	128
Figura 52 - Localização pontos medição lumínica artificial – refeitórios superiores.....	129

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Requisitos dos usuários da Norma de Desempenho	34
Quadro 2 – nível de ruído recomendado para ambiente	46
Quadro 3 - Valores máximos de pressão sonora contínuo equivalente medidos em dormitórios.....	47
Quadro 4 - Valores máximos do nível de pressão sonora máximo medido em dormitórios	47
Quadro 5 – Critério e nível de pressão sonora de impacto ponderado, L'nTw.....	48
Quadro 6 - Exemplos de iluminância.....	49
Quadro 7 – Iluminância referência para um ambiente.....	50
Quadro 8 – Níveis de iluminação natural.....	51
Quadro 9 - Níveis de iluminação geral para iluminação artificial	51
Quadro 10 - Existem sons que influenciam na sua concentração?	86
Quadro 11 - Em caso afirmativo na questão anterior, essa influência é:.....	87
Quadro 12 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:	88
Quadro 13 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:	89
Quadro 14 - Como você avalia o nível de iluminação no ambiente?.....	90
Quadro 15 - Você considera esse ambiente:.....	91
Quadro 16 - Você precisa forçar os olhos para realizar as atividades?.....	92
Quadro 17 - Ao ler você percebe reflexos no papel?	93
Quadro 18 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:	94
Quadro 19 - Você gostaria que o ambiente estivesse:	95
Quadro 20 - Você observa sol direto dentro do ambiente?	96
Quadro 21 - Resultado percepção térmica referente à pergunta 4.....	96
Quadro 22 - Existem sons que influenciam na altura da conversa?.....	97
Quadro 23 - Em caso afirmativo da questão anterior, esta influência é:	98
Quadro 24 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:	99
Quadro 25 - Você ouve e compreende bem a voz de com quem está conversando?	100
Quadro 26 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:	101

Quadro 27 - Como você avalia o nível de iluminação do ambiente?	101
Quadro 28 - Você considera esse ambiente:.....	102
Quadro 29 - Você precisa forçar os olhos para enxergar bem e realizar as atividades?	103
Quadro 30 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:	104
Quadro 31 - Você gostaria que o ambiente estivesse:	105
Quadro 32 - Você observa sol direto dentro ambiente?	106
Quadro 33 - a) Você percebe a entrada de vento? b) Em caso afirmativo, esse vento gera desconforto?	107
Quadro 34 - Nível de isolamento sonoro de impacto ($L'nTw$) da BCE – UnB nas principais frequências	108
Quadro 35 - Medições iluminação artificial BCE	110
Quadro 36 – Níveis de pressão sonoras encontrados no RU	126
Quadro 37 - Medições iluminação artificial BCE – refeitórios inferiores	127
Quadro 38 - Medições iluminação artificial BCE – refeitórios intermediários	128
Quadro 39 - Medições iluminação artificial BCE – refeitórios superiores	129
Quadro 40 – Nível de iluminância dos refeitórios do RU	130
Quadro 41 - Nível de iluminância das rampas do RU.....	131
Quadro 42 – Nível de iluminância das salas de estar do RU	132
Quadro 43 - Nível de iluminância das salas de estar do RU	133

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curvas de Ponderação	43
Gráfico 2 - Em caso afirmativo na questão anterior, essa influência é:	87
Gráfico 3 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:.....	88
Gráfico 4 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:.....	89
Gráfico 5 - Como você avalia o nível de iluminação no ambiente?	90
Gráfico 6 - Você considera esse ambiente:	91
Gráfico 7 - Você precisa forçar os olhos para realizar as atividades?	92
Gráfico 8 - Ao ler você percebe reflexos no papel?.....	93
Gráfico 9 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:.....	94
Gráfico 10 - Percepção térmica segundo a vontade do usuário	95
Gráfico 11 - Você observa sol direto dentro do ambiente?.....	96
Gráfico 12 - Existem sons que influenciam na altura da conversa?	98
Gráfico 13 - Em caso afirmativo da questão anterior, esta influência é:.....	98
Gráfico 14 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:.....	99
Gráfico 15 - Resultado percepção acústica referente à pergunta 4.....	100
Gráfico 16 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:.....	101
Gráfico 17 - Como você avalia o nível de iluminação do ambiente?	102
Gráfico 18 - Você considera esse ambiente:	103
Gráfico 19 - Você precisa forçar os olhos para enxergar bem e realizar as atividades?	104
Gráfico 20 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:.....	105
Gráfico 21 - Você gostaria que o ambiente estivesse:	106
Gráfico 22 - Você observa sol direto dentro ambiente?.....	107
Gráfico 23 – Nível de isolamento sonoro de impacto (L'nTw) da BCE - UnB.....	108
Gráfico 24 - Nível de iluminância BCE	111
Gráfico 25 - Medição LAeq sala de estar inferior.....	113
Gráfico 26 - Medição Laeq rampa de acesso aos refeitórios 1 e 2.....	113
Gráfico 27 - Medição Laeq entrada refeitório 1	114

Gráfico 28 - Medição Laeq fundo refeitório 1.....	114
Gráfico 29 - Medição Laeq centro refeitório 1.....	115
Gráfico 30 - Medição Laeq entrada refeitório 2	115
Gráfico 31 - Medição Laeq fundo refeitório 2.....	116
Gráfico 32 - Medição Laeq centro refeitório 2.....	116
Gráfico 33 - Medição Laeq rampa de acesso aos refeitórios 3 e 4.....	118
Gráfico 34 - Medição Laeq entrada refeitório 3	118
Gráfico 35 - Medição Laeq no ponto 14	119
Gráfico 36 - Medição Laeq centro refeitório 3.....	119
Gráfico 37 - Medição Laeq entrada refeitório 4	120
Gráfico 38 - Medição Laeq fundo refeitório 4.....	120
Gráfico 39 - Medição Laeq centro refeitório 4.....	121
Gráfico 40 - Medição Laeq rampa de acesso aos refeitórios 5 e 6.....	123
Gráfico 41 - Medição Laeq entrada refeitório 5	123
Gráfico 42 - Medição Laeq fundo refeitório 5.....	124
Gráfico 43 - Medição centro refeitório 5	124
Gráfico 44 - Medição Laeq entrada refeitório 6	125
Gráfico 45 - Medição Laeq fundo refeitório 6.....	125
Gráfico 46 - Nível de iluminância dos refeitórios do RU	130
Gráfico 47 - Iluminância das rampas do RU	132

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica
APO	Avaliação pós-ocupação
BCE	Biblioteca Central
Dr.	Doutor
Ea	Radiação absorvida
Ei	Radiação incidente
Em	Iluminância mantida
Ep	Radiação refletida
Et	Radiação transmitida
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
hc	Coefficiente de convecção
I	Intermediário
ICC	Instituto Central de Ciências
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IRC	Índice de Reprodução de Cor
ISO	Organização Internacional de Normalizaçã
Laeq	Nível de pressão sonora equivalente
Lp	Nível de pressão acústica
M	Mínimo
MASP	Museu de Arte de São Paulo
MEC	Ministério da Educação
MEC	Ministério da Educação
MES	Ministério da Educação e Saúde
NBR	Norma Brasileira
Prof.	Professor
RU	Restaurante Universitário
S	Superior
Tar	temperatura no ar
Te	Temperatura externa
Ti	Temperatura interna
TO	Tocantins
Tsi	temperatura no sólido
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do S
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

LISTA DE SÍMBOLOS

dB	Decibels
Hz	Hertz
J	Jaules
K	Kelvin
k	condutibilidade térmica
m	metro
ms	milisegundos
q	intensidade de fluxo de
s	segundos
W	Watts
°C	graus celsius

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
1.1 Apresentação do Tema	20
1.2 Justificativa do Tema.....	21
1.3 Objetivos do Trabalho	22
1.3.1 Objetivo Geral.....	23
1.3.2 Objetivos Específicos	23
1.4 Hipótese	23
1.5 Estrutura do Trabalho.....	24
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 Arquitetura Modernista	25
2.2 Referências Normativas	31
2.2.1 NBR 15.575 – Norma de Desempenho	32
2.2.2 NBR ISO/CIE 8995.....	35
2.2.3 NBR 10.151 e NBR 10.152	36
2.3 Conforto Ambiental.....	36
2.4 Conforto Acústico	37
2.4.1 Som e Ruído.....	38
2.4.2 Caracterização do Som	38
2.4.3 Projeto Acustico.....	40
2.4.4 Transmissão de ruído.....	41
2.4.5 Definições.....	42
2.4.6 Normatização	44
2.5 Conforto Lumínico	48
2.5.1 Normatização	50
2.6 Conforto Térmico.....	51
2.6.1 Mecanismos de Trocas Térmicas.....	53
2.7 Conforto Visual.....	58
2.8 Dissertações Sobre Desempenho.....	59
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	61
3.1 Entrevista com o Projetista.....	61
3.2 Aplicação de Questionários.....	61
3.3 Medições <i>in loco</i>	62
3.3.1 Biblioteca Central	62
3.3.2 Restaurante Universitário	67
4. ESTUDO DE CASO: Obtenção das Premissas de Projeto.....	69
4.1 Sobre o projetista: arquiteto José Galbinski	69
4.2 Sobre a Biblioteca Central.....	69
4.2.1 Parâmetros do Projeto Arquitetônico.....	71

4.2.1	Conforto Acústico	74
4.2.2	Conforto Lumínico	75
4.2.3	Conforto Térmico	76
4.3	Restaurante Universitário	79
4.3.1	Parâmetros do Projeto Arquitetônico	81
4.3.1	Conforto Acústico	84
4.3.2	Conforto Lumínico	84
4.3.3	Conforto Térmico	85
5.	AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS	86
5.1	Biblioteca Central	86
5.1.2	Conforto Lumínico	89
5.1.3	Conforto Térmico	93
5.1.1	Restaurante Universitário	97
5.1.2	Conforto Acústico	97
6.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	108
6.1	Biblioteca Central	108
6.1.1	Conforto Acústico	108
6.1.2	Conforto Lumínico	109
6.2	Restaurante Universitário	111
6.2.1	Conforto Acústico	111
6.2.2	Conforto Lumínico	127
7.	CONCLUSÕES	134
7.1	Biblioteca Central	134
7.1.1	Conforto Acústico	134
7.1.2	Conforto Lumínico	134
7.1.3	Conforto Térmico	135
7.2	Restaurante Universitário	135
7.2.1	Conforto Acústico	135
7.2.2	Conforto Lumínico	136
7.2.3	Conforto Térmico	136
7.3	Sugestão para Trabalhos Futuros	137
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema

A arquitetura sempre foi desenvolvida para satisfazer às necessidades da sociedade. Nos primórdios, sua função era de ser um abrigo seguro para proteger os seres-humanos das intempéries climáticas. Com o passar do tempo, mais exigências foram sendo feitas e a arquitetura deixou de ter a função de ser apenas um abrigo e, atualmente, melhores condições de habitabilidade também são essenciais. Sendo assim, o conforto ambiental é indispensável ao projetar e construir uma edificação.

Segundo Kowaltowski (2011), o conforto ambiental é compreendido como uma relação de interação entre o espaço físico e os seus ocupantes. Já a ASHRAE (1992) o define como a condição mental que expressa satisfação com o ambiente que envolve a pessoa. Pode-se dizer que o conforto ambiental é composto por quatro vertentes: o conforto visual, conforto térmico, conforto lumínico e conforto acústico. Esse é um tema que já foi bastante explorado por diversos pesquisadores, porém, com o advento da NBR 15575 – Norma de Desempenho, lançada em 2013, mais atenção vem sendo dada ao tema e, por mais que o assunto já tenha sido bastante pesquisado, permanece bastante atual.

Ao aceitar o desafio de projetar uma casa, edificação ou monumento, o arquiteto está sempre visando a satisfação do dono e dos usuários desse empreendimento. Para isso, ele busca que o ambiente seja bonito esteticamente, tenha uma boa disposição de espaço e apresente conforto ambiental. Conforme Kowaltowski e Labaki (1993) “o projeto arquitetônico, ainda em sua fase de concepção define o desempenho de um edifício em termos de conforto de seus usuários”.

Segundo os mesmos autores, os elementos que, ainda no anteprojeto, são manejados pelo projetista são: o volume, a forma, a distribuição dos espaços, parâmetros de dimensionamento e a localização das aberturas. Estes elementos, combinados com o entorno natural, determinam em grande parte o desempenho térmico das edificações. Já o refinamento de detalhes, a escolha dos materiais e a inclusão de equipamentos específicos são usados para garantir um bom nível de conforto lumínico, acústico e térmico.

É de conhecimento geral que um bom conforto ambiental é essencial para ocorra boa qualidade e produtividade no trabalho. O ambiente universitário também é considerado um ambiente de trabalho no qual professores, alunos e servidores precisam de um ambiente agradável para que ocorra um desempenho social e acadêmico satisfatórios, além de garantir a saúde de seus usuários.

A Norma de Desempenho estabelece exigências de conforto e segurança em imóveis residenciais. Pela primeira vez uma norma brasileira associa a qualidade dos produtos usados ao resultado que eles conferem com regras claras de como fazer essa avaliação. É mais um mecanismo de defesa que o consumidor tem para que receba um empreendimento de qualidade. Contudo, ainda não há no Brasil nenhuma norma que indique os requisitos de desempenho que edificações de porte monumental e que são usadas por centenas (ou milhares) de pessoas diariamente devem apresentar e esse é um material que deve ser incluso nas próximas revisões da norma atual ou, caso seja pertinente, uma nova norma deve ser criada para tal tipo de edificação.

1.2 Justificativa do Tema

A avaliação do desempenho ambiental em obras de porte monumental é um tema que deve estar em constante estudo, uma vez que nesses locais, em geral, há um grande número de pessoas que transitam por eles diariamente, seja como usuário, seja como trabalhador. Essas são edificações que são construídas para serem utilizadas por longos períodos de tempo, como por séculos e até mesmo por milênios. Com o passar do tempo as premissas de projeto referentes a esse tema pensadas pelo arquiteto projetista podem ficar defasadas pois o clima e as características do local estão em constante mudança e devido às alterações que ocorrem à medida em que as normas são atualizadas.

Sendo assim, há a necessidade de estudar o conforto ambiental de tempos em tempos dessas edificações para verificar se é necessário reformas ou atualizações dos projetos originais, afim de garantir o bem-estar do usuário. No que diz respeito ao ambiente universitário, essa necessidade é ainda mais evidente, uma vez que os alunos, professores e servidores precisam de um ambiente confortável para que os alunos aprendam melhor, e para que os professores e servidores trabalhem com maior eficiência.

A NBR 15575 – Norma de Desempenho é válida desde 2013 e estabelece os requisitos mínimos de desempenho que uma edificação deve ter. Após anos de estudo e alterações, pela primeira vez, uma norma brasileira relaciona a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados com os resultados que eles oferecem. Ela estabelece como essa avaliação deve ser feita e os requisitos mínimos a serem atingidos.

Entretanto essa norma é válida apenas para edifícios residenciais. As edificações comerciais não são abrangidas por essa norma, contudo, como a maioria desses empreendimentos possuem uma estrutura similar às residenciais, acredita-se que não será difícil adaptar a Norma 15575 para prédios comerciais.

Já as obras de porte monumentais possuem uma arquitetura e características bastante diferentes das residenciais. Não há no Brasil nenhuma norma que defina os requisitos mínimos de desempenho que esse tipo de edificação deve apresentar. Além disso, a qualidade ambiental é indispensável nos locais de ambiente educacional e quem é responsável por dar ao local essa qualidade necessária é a arquitetura.

Sendo assim, o presente trabalho estuda as condições de conforto acústico, lumínico e térmico de obras de porte monumental e, concomitantemente, pretende dar o primeiro passo para determinar esses requisitos mínimos para obras monumentais e avaliar se a Norma de Desempenho pode ser aproveitada para esse tipo de construção no que se refere aos quesitos acústicos, lumínicos e térmicos, além de relatar se as condições de conforto ambiental da Biblioteca Central e do Restaurante Universitário da UnB estão de acordo com o exigido pela NBR 15575, fazendo um paralelo com outras normas convenientes.

Dessa maneira, esse estudo possibilita às futuras construções valiosas informações que podem contribuir para que adequadas condições de conforto acústico, lumínico e térmico sejam incorporadas aos projetos de conforto ambiental.

1.3 Objetivos do Trabalho

Neste tópico serão apresentados os objetivos do presente trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

Verificação das condições de conforto acústico, lumínico e térmico em edificações de porte monumental de arquitetura modernista (restaurante universitário e da biblioteca central da UnB), analisando se elas atendem aos requisitos mínimos exigidos pela NBR 15575 e por outras normas pertinentes e às premissas de projeto feitas pelo projetista.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos da pesquisa, buscou-se:

- Avaliação dos desempenhos acústico, lumínico e térmico do restaurante universitário e da biblioteca central da UnB através das respostas perceptivas dos usuários e das medições *in loco*.
- Comparação dos resultados obtidos nas medições técnicas com os dados referenciados na NBR 15575 – Norma de Desempenho - e com outras normas técnicas específicas como a ISO 8995, ABNT NBR 10.151 e NBR 10.152.
- Confrontamento das respostas perceptivas dos usuários com os resultados das medições *in loco* e com as premissas de projeto do arquiteto projetista.
- Contribuição inicial com a NBR 15575 – Norma de Desempenho – de modo que possam ser sugeridos se parâmetros de avaliação em edificações de porte monumental e de arquitetura modernista nos quesitos térmico, acústico e lumínico.

1.4 Hipótese

Indica-se que as premissas de projeto sejam satisfatórias e que seja possível a obtenção de um nível de conforto acústico, lumínico e térmico compatíveis com os exigidos pela norma atual de desempenho. Há também o prognóstico que os requisitos mínimos exigidos pela NBR 15.575 são conciliáveis com outras normas em vigor atualmente (ISO 8995 e ABNT 10.152) e que esses parâmetros para edificações residenciais podem ser usados para a avaliação de edificações monumentais (arquitetura modernista).

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho encontra-se estruturado em oito capítulos, sendo esse o primeiro deles e contempla a introdução, os objetivos do trabalho, justificativa da pesquisa e a hipótese. O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica referente aos temas pertinentes, como conforto ambiental e Norma de Desempenho e outras referências normativas utilizadas no trabalho.

O terceiro mostra, de maneira concisa, o procedimento metodológico aplicado. O quarto capítulo apresenta informações e curiosidades sobre as premissas de projeto da BCE e do RU, informações obtidas através de uma entrevista realizada com o arquiteto-autor, além de fazer um breve resumo sobre sua vida profissional.

O quinto capítulo mostra os resultados dos questionários aplicados conforme foi descrito no capítulo três, já realizando uma análise dos dados obtidos. O sexto capítulo mostra o procedimento em que as medições *in loco* foram realizadas, enquanto o sétimo apresenta seus resultados e análises. Por fim, o capítulo oito mostra as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Arquitetura Modernista

O movimento modernista começou a surgir na Europa já no fim do século XIX, mas foi durante o século XX que ele viveu seu ápice. Conforme diz Sandoval (2014), em virtude da crescente industrialização que ocorria devido à revolução industrial tanto no Brasil quanto na Europa, e também em razão do incremento no comércio com grandes centros manufatureiros do exterior, durante o início do século XX a sociedade brasileira começou a vivenciar um impulso na urbanização.

Dessa maneira, algumas cidades se tornaram polos de ideias e informações. Ainda segundo o mesmo autor, diversas formas de arte como a literatura, artes plásticas e o cinema buscavam uma ruptura não com o velho, o antigo e o tradicional como ocorria na Europa, mas sim uma ruptura com a colonização, com as velhas “escolas” e modos de fazer que não satisfaziam mais a sociedade, pelo menos não a sua elite intelectual.

Foi em 1917, em São Paulo, que ocorreu o marco inicial do Movimento Modernista Brasileiro, com a exposição de pinturas de Anita Malfatti. Suas obras eram inovadoras e, por isso mesmo, causaram bastante polêmica. Suas obras retratavam principalmente os personagens marginalizados dos centros urbanos, o que causou grande desaprovação das classes sociais mais conservadoras por não apresentar aquela pintura que remetia à perfeição como eles estavam acostumados. A Figura 1 mostra uma de suas obras.

Em fevereiro de 1922 ocorreu a Semana de Arte Moderna no Teatro Municipal de São Paulo consolidando o movimento modernista. Nela, os artistas brasileiros de diversas áreas buscavam ideias inovadoras de modo que perfeição estética tão apreciada no século XIX era considerada ultrapassada.

Os artistas almejavam sua liberdade própria de expressão. Por não seguirem o padrão já estabelecido anteriormente, houve bastante incompreensão e insatisfação do público em geral.

Figura 1 – Obra “A Boba” de Anita Malfatti



Fonte: Universia Brasil¹

A Arquitetura, como expressão de arte que é, também foi fortemente influenciada por esse movimento. No início do século XX o movimento neocolonial brasileiro era o grande destaque da arquitetura. O culto à tradição e a busca pela perfeição estética estavam fortemente presentes nesse movimento. Segundo Carvalho (2002), o Grupo Escolar Dom Pedro II (Figura 2), originalmente Grupo Henrique Diniz, inaugurado em setembro de 1926 em Belo Horizonte, é um grande exemplo da expressão do que era a arquitetura neocolonial, representando solidez, nobreza e dignidade, atributos procurados pela elite da época.

Figura 2 – Fachada principal do Grupo Escolar Dom Pedro II em Belo Horizonte



Fonte: Carvalho (2002)

Acompanhando a nova tendência cultural, outros fatores foram também determinantes para o surgimento da Arquitetura Modernista, tais como a disputa territorial durante as Grandes Guerras e os consequentes movimentos migratórios, os

¹ Disponível em < <http://noticias.universia.com.br/tempo-livre /noticia/ 2012/10/11/974151 /conheca-boba-anita-malfatti.html>>

avanços das tecnologias construtivas e o advento de novos materiais. Essa nova maneira de pensar a arquitetura rompeu com sua condição histórica e propôs racionalizar soluções dentro de uma visão objetiva.

Sendo assim, a arquitetura modernista se caracterizou pelas suas formas simplificadas, geométricas e desprovidas de adornos. Prezava-se pelo material em sua essência e, por isso, optou-se usualmente pelo concreto, especialmente por este apresentar amplas possibilidades plásticas e oferecer grande potencial construtivo.

No Brasil as primeiras obras de arquitetura modernistas surgiram apenas quando o movimento de industrialização iniciou. Apesar de os brasileiros terem propagado esse estilo, a influência de arquitetos estrangeiros que apoiavam esse movimento revolucionário foi essencial. A “Casa Modernista” (Figura 3), considerada a primeira residência com arquitetura modernista no Brasil, foi projetada em 1927 e construída em 1928 tem autoria do arquiteto russo Gregori Warchavchik² (1896–1972).

Figura 3 – Fachadas da “Casa Modernista”



Fonte: Página do museu da cidade do governo de São Paulo³

A “Casa Modernista” foi construída para abrigar o próprio arquiteto, que havia se casado com a filha de um grande empresário da elite paulistana. Sua obra gerou diversas discussões entre a sociedade em geral, acarretando até na publicação de artigos em jornais e revistas com opiniões contras e favoráveis. Sua obra era tão impactante que, para conseguir a aprovação da prefeitura de SP para construí-la, o arquiteto apresentou

² Arquiteto nascido em 1896 em Odessa, Ucrânia. Em 1923 chegou ao Brasil e lecionou na Escola Nacional de Belas Artes. Faleceu em São Paulo em 1972.

³ Disponível em < <http://www.museudacidade.sp.gov.br/modernista-imagens.php>>

no projeto uma fachada elaborada e ornamentada e, ao concluir a obra, alegou falta de recursos.

Segundo Kiefer (1998), em 1930, a convite do governo, Lucio Costa⁴ assumiu a direção da Escola Nacional de Belas Artes (ENBA) para que implantasse o ensino de arquitetura moderna no país. A revolução no ensino que Lucio Costa causou gerou uma reação tão forte que o seu mandato não durou muito mais de um ano. Contudo, a semente modernista já estava implantada nos jovens estudantes da época.

Entretanto, apesar da falta de aceitação da elite, o governo brasileiro, que na época vivia o período do Estado Novo comandado por Getúlio Vargas, continuou disposto a investir na arquitetura modernista. Para a construção da nova sede do Ministério da Educação e Saúde (MES), que antes funcionava junto com os outros ministérios, o ministro Gustavo Capanema recusou o projeto vencedor de um concurso pois a proposta ganhadora era a neocolonial com decoração marajoara, porém ele ansiava por um prédio inovador e moderno.

Em seguida, ele novamente convidou Lucio Costa para projetá-lo com o auxílio de uma equipe que contava com a participação de Oscar Niemeyer. Em 1936 Le Corbusier⁵ foi chamado para auxiliar como consultor no projeto dessa edificação e, dessa maneira, uma equipe vanguardista da arquitetura modernista brasileira foi formada.

Então, em 1937, o edifício do Ministério da Educação e Saúde (Figura 4) atual Palácio Capanema começou a ser construído e em 1945 foi inaugurado. Atualmente essa obra é considerada um marco da maioria da arquitetura modernista brasileira. Ainda segundo Kiefer (1998), depois do sucesso do MES (Ministério da Educação e Saúde) a arquitetura modernista se tornou o estilo oficial das obras públicas, já que o governo brasileiro visava a modernização do país.

⁴ Arquiteto, Urbanista e Professor filho de brasileiros e nascido em 1902 na França. Estudou em Newcastle (Inglaterra) e em Montreux (Suíça). Em 1917 voltou para o Brasil e foi um dos grandes responsáveis pela construção de Brasília. Faleceu em 1998.

⁵ Charles Edouard Jeanneret-Gris, arquiteto, urbanista e pintor de origem suíça e naturalizado francês. É considerado a figura mais importante da arquitetura moderna. Nasceu em 1887 e faleceu em 1965.

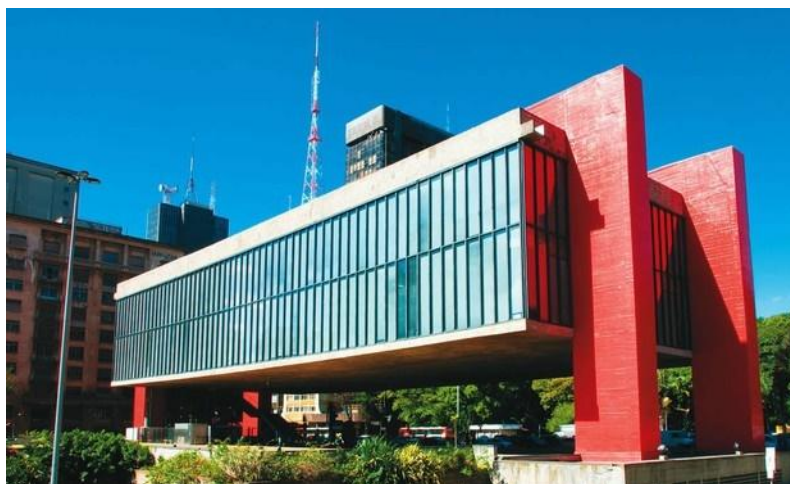
Figura 4 – Ministério da Educação e Saúde: marco na arquitetura modernista brasileira



Fonte: Kiefer (1998)

Outro marco na história da arquitetura modernista brasileira foi a construção da nova sede do Museu de Arte de São Paulo, mais conhecido como MASP (Figura 5), inaugurado em 1968. Projetado pela arquiteta Lina Bo Bardi e idealizado por Assis Chateaubriand, dono dos Diários Associados - principal grupo de comunicação do Brasil entre os anos 40 e 60 - ele aproveitou a crise pós-guerra que ocorria na Europa para comprar diversas obras de arte raras por preços baixos. O MASP é um grande retângulo de 30 m x 70 m, contém dois pisos e é suspenso a 8 m do chão, no qual cada andar possui 2.100 m².

Figura 5 – Museu de Arte de São Paulo



Fonte: Guia da semana⁶

⁶ Disponível em < <http://www.guiadasemana.com.br/sao-paulo/turismo/museus/museu-de-arte-de-sao-paulo-masp>>

Conforme já explicado no presente trabalho, entre as décadas de 30 e 40 do século passado a Arquitetura Modernista brasileira criou forças. Porém, o seu ápice veio com a construção de Brasília durante a década de 50 e 60. Nascida das mãos do arquiteto Oscar Niemeyer e do traçado urbanístico do engenheiro Lúcio Costa, a cidade é a representação da Arquitetura Modernista, não só no Brasil, mas também mundialmente. A Figura 6 apresenta dois exemplos famosos dessa arquitetura: o Congresso Nacional e a Catedral Metropolitana de Brasília.

Figura 6 - Congresso Nacional e Catedral Metropolitana de Brasília.



Fonte: Turismo Cultura Mix⁷

Fazendo justiça à sua importância, a nova capital foi decretada Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) em 1987, o que foi um fato admirável, uma vez que apenas cidades seculares haviam sido tombadas anteriormente. Souza (2009) ressalta essa singularidade quando afirma que “[...] os monumentos de Brasília significam inovação e arrojo para a engenharia e para a arquitetura brasileira”. Sendo assim, Brasília torna-se um local no qual diversos estudos podem ser feitos devido a sua peculiaridade arquitetônica.

Outro grande exemplo brasiliense da arquitetura modernista é o Instituto Central de Ciências (Figura 7) da Universidade de Brasília (UnB). Essa edificação construída com peças pré-fabricadas mostra claramente como era valorizado a forma simplificada e geométrica sem adornos, e o material em sua essência, justificando a forte presença do concreto aparente em toda a universidade.

⁷ Disponível em < <http://turismo.culturamix.com/atracoes-turisticas/monumentos-em-brasilia>>.

Figura 7 - Instituto Central de Ciências da UnB



Fonte: arquigrafia⁸ modificado pelo autor

Duas outras obras modernistas presentes na Universidade de Brasília são o restaurante universitário e a biblioteca central, ambas projetadas pelo arquiteto José Galbinski. O campus da UnB é um rico acervo da história da arquitetura brasileira e deve ser explorado ao máximo pelos pesquisadores e estudiosos. Sendo assim, essas duas últimas edificações citadas serão os objetos de estudo do presente trabalho e, nos próximos capítulos, maiores informações sobre eles e sobre o arquiteto projetista serão fornecidos.

2.2 Referências Normativas

Para o desenvolvimento do presente trabalho algumas normas, nacionais e internacionais, foram utilizadas. Foram elas:

- ABNT NBR 15.575: Norma de Desempenho;
- ABNT NBR ISO/CIE 8995: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1;
- ABNT NBR 10.151: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade;
- ABNT NBR 10.152: Níveis de ruído para conforto acústico.

Mais sobre essas normas serão expostas neste capítulo.

⁸ Disponível em < <http://www.arquigrafia.org.br/photos/3283> >

2.2.1 NBR 15.575 – Norma de Desempenho

Os primeiros estudos sobre a Norma de Desempenho começaram em 2000, através de um convênio entre a Caixa Econômica Federal, a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), sempre objetivando transformar esses estudos em norma técnica. Desde então várias discussões foram feitas com a participação de diversos setores da construção civil brasileira.

Em 2008 a primeira versão dessa norma foi emitida com previsão para entrar em vigor em 2010. A aplicação dessa primeira versão era restrita a edifícios residenciais de até cinco pavimentos. Porém, as empresas requisitaram que novas discussões fossem feitas e mais tempo para se adaptarem às novas exigências, uma vez que não estavam preparadas para tais imposições.

De acordo com CBIC (2013), quase 5.000 sugestões de modificações foram recebidas pelo grupo revisor da ABNT e foram realizadas 16 audiências públicas para debate-las. Então, após a análise dessas sugestões e das modificações cabíveis, no dia 19 de julho de 2013 a nova revisão entrou em vigor, sendo agora aplicada a todas as edificações residenciais independentemente da quantidade de andares.

Essa norma representa uma nova maneira de enxergar os requisitos mínimos de qualidade para edifícios residenciais e casas. É a primeira vez que uma norma brasileira associa a qualidade dos materiais e dos serviços aos seus resultados, com regras claras de como fazer essa avaliação. A NBR 15575 divide a responsabilidade entre fabricantes, projetistas, construtoras e usuários e garante que o consumidor tenha respaldo jurídico para obter um produto de qualidade. Chegar a essa Norma de Desempenho publicada em 2013 foi um processo longo que envolveu vários debates e discussões entre fabricante, agentes financiadores, universidades, institutos de pesquisa, fabricantes, consultores, empresas, sindicatos, peritos e governo. Contudo esse debate não está finalizado e, com certeza, novas revisões dessa norma estão por vir, uma vez que elas devem ser sempre atualizadas.

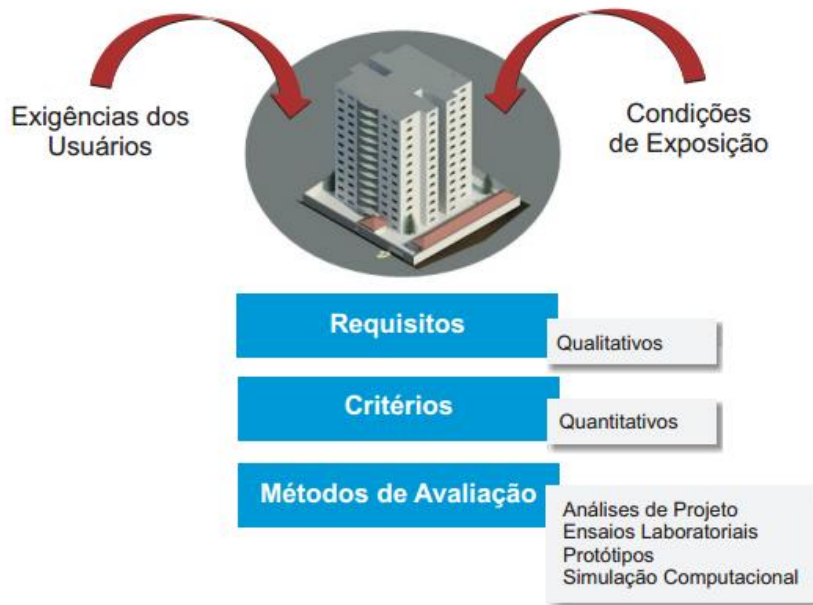
A Norma de Desempenho é estruturada em seis partes:

- I. ABNT NBR 15575-1 – Parte 1: Requisitos Gerais;
- II. ABNT NBR 15575-2 – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;

- III. ABNT NBR 15575-3 – Parte 3: Requisitos para os sistemas de piso;
- IV. ABNT NBR 15575-4 – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;
- V. ABNT NBR 15575-5 – Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura;
- VI. ABNT NBR 15575-6 – Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

De acordo com a própria Norma de Desempenho o seu foco está no comportamento dos elementos e sistemas construtivos durante o seu uso, e não na prescrição de como os sistemas são construídos. Ela foi elaborada levando em consideração as condições de implantação e as exigências dos usuários. Isso foi feito definindo os requisitos mínimos da edificação, que são as características qualitativas desejadas e estabelecendo critérios de avaliação, que são grandezas quantitativas. A Figura 8 mostra esquematicamente a estrutura dessa norma.

Figura 8 - Resumo esquemático da estruturação da NBR 15575



Fonte: AsBEA (2015)

Desse modo atualmente não basta que a edificação apenas fique de pé e que não apresente defeitos por cinco anos, cultura antes praticada no Brasil. Agora é necessário que haja também uma vida útil satisfatória no que diz respeito à segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Cada um desses três tópicos contém requisitos dos

usuários expressos em cada uma das partes da norma. O Quadro 1 mostra esses requisitos dos usuários.

Quadro 1 – Requisitos dos usuários da Norma de Desempenho

REQUISITOS DOS USUÁRIOS	
Segurança	Segurança estrutural Segurança contra incêndio Segurança no uso e na operação
Habitabilidade	Estanqueidade Desempenho térmico Desempenho acústico Desempenho lumínico Saúde, higiene e qualidade do ar Funcionalidade e acessibilidade Conforto tátil e antropodinâmico
Sustentabilidade	Durabilidade Manutenibilidade Impacto ambiental

A Norma de Desempenho traz conceitos importantes que devem estar claros para os projetistas. Dentre eles, encontra-se o conceito de vida útil apresentado a seguir.

Vida útil (VU): período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção. (ABNT NBR 15575-1, 2013, p. 10).

Outro conceito extremamente importante é o de vida útil de projeto (VUP).

Vida útil de projeto (VUP): período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção. ABNT NBR 15575-1, 2013, p. 10).

Levando em consideração os conceitos apresentados, pode-se dizer que a tendência é que a prática de projetar já levando em consideração o desempenho da edificação para que ela dure o mínimo exigido aumente de agora em diante. Além disso,

espera-se que fazer manutenção predial passe a ser um hábito no dia-dia do brasileiro, uma vez que essa prática não está intrínseca à cultura do nosso país.

Dessa forma, conclui-se que a Norma de Desempenho tem potencial para melhorar não apenas as edificações habitacionais, mas também toda a prática da construção civil brasileira. Sendo assim, a tendência é que outros tipos de edificações, como por exemplo as comerciais, também sofram esses benefícios. Por ter uma distribuição arquitetônica, de modo geral, similar à residencial, acredita-se que boa parte da NBR 15.575 (ABNT, 2013) será aproveitada para avaliar os requisitos mínimos de desempenho desses prédios.

E as obras de porte monumental, como bibliotecas, estádios e universidades? Ainda não há no Brasil uma norma técnica específica para avaliar esse tipo de edificação, o que se faz extremamente necessário, uma vez que elas são de uso público e são usadas por milhares de pessoas anualmente. Portanto, ainda há um longo caminho a percorrer na determinação do desempenho de materiais e sistemas construtivos.

2.2.2 NBR ISO/CIE 8995

A norma ISO/CIE 8995 – Iluminação em ambientes de trabalho – Parte 1: interior (ABNT, 2013) determina as condições de iluminância que um determinado ambiente de trabalho deve apresentar para que seus funcionários apresentem um desempenho de conforto visual satisfatório, não prejudicando sua saúde durante suas atividades. A presente norma apresenta a iluminância mantida (l_m), definida como “valor abaixo do qual a iluminância média da superfície especificada não poderá que seja reduzido”, é apresentado em lux e deve ser seguida pelos arquitetos ainda na fase de projeto.

Nesta norma, além da iluminância, foi levada em consideração também o limite referente ao desconforto por ofuscamento e o índice de reprodução de cor (IRC) mínimo da fonte para especificar os vários locais de trabalho e tipos de tarefa. O IRC vai da escala de 0 a 100 e é usada para medir o grau de fidelidade de cor que a iluminação reproduz no objeto.

Essa norma foi usada como referência para medir o grau de iluminância tanto da Biblioteca Central quanto do Restaurante Universitário da UnB. Maiores informações serão fornecidas no item 2.5.1.

2.2.3 NBR 10.151 e NBR 10.152

A NBR 10.151 (2000) - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento, determina as exigências mínimas para a avaliação do grau de aceitação do nível de ruído em determinados locais, além de especificar o método a ser utilizado para determinar esse grau de ruído.

Já a NBR 10.152 (1987) – Níveis de ruído para o conforto acústico, apresenta os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico para diversos tipos de ambientes. Mais sobre essas normas serão expostas no item 2.4.6.

2.3 Conforto Ambiental

Segundo Rheingantz (2001), o homem é o único mamífero que não possui um ambiente específico para sua espécie. Desde os primórdios o ser humano intervém conscientemente no ambiente que vive, medindo, controlando e usando o espaço em busca de um habitat mais confortável e seguro obedecendo a três exigências básicas: disponibilidade de alimentos, busca por segurança diante de um possível ataque de um agressor ou da natureza e exigências físicas e químicas que possibilitam, através da adaptação ao ambiente, sua sobrevivência.

Ainda segundo o mesmo autor, o conforto ambiental foi determinado como disciplina apenas durante a Segunda Guerra Mundial, porém os seus princípios surgiram ainda na pré-história quando o homem descobriu que, durante o frio, era vantajoso se abrigar em cavernas com a abertura voltada na direção dos raios solares.

Com o desenvolvimento tecnológico que ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, o homem passou querer dominar o ambiente e a controlá-lo construindo ambientes climatizados artificialmente. Com o surgimento dos movimentos alternativos na década de 60, os choques do petróleo nas décadas de 70 e 80 e o aumento da preocupação com a poluição, foi constatado que esse modelo adotado era frágil e prejudicial. É nesse contexto histórico que o conforto ambiental ressurgiu com um novo conceito como um campo de estudo promissor, buscando vincular arquitetura e clima, motivado pela necessidade de evitar desperdício e de preservar o meio ambiente.

Apesar de já existirem vários estudos comprovando a importância de um bom conforto ambiental, durante o projeto e execução de um empreendimento frequentemente essas questões ficam em segundo plano, sendo que em muitos casos apenas após a entrega do edifício esses tópicos passam a receber alguma atenção e, geralmente, é o próprio usuário que o faz. De acordo com Kowaltowski e Labaki (1993), ainda na fase de concepção, é o projeto arquitetônico que define o conforto ambiental dos usuários de um edifício. Ele deve ser realizado com afinco de modo que o mínimo de intervenções mecânicas seja necessário, beneficiando a saúde dos usuários e também o meio ambiente.

Apesar de o ato de estar confortável ser uma questão de percepção individual, cujo o que é satisfatório para um pode não ser para outro, há um meio termo comum que agrada a maioria. É de conhecimento geral que um ambiente confortável é positivo para a vida de seus usuários, seja nos momentos de descanso e lazer, seja nos momentos de trabalho. Um local agradável aumenta produtividade nos ambientes de trabalho e relaxa nos momentos de lazer.

De maneira simplificada, pode-se dizer que o conforto ambiental é constituído pelo: conforto visual, conforto térmico, conforto acústico e conforto lumínico. Esses três últimos receberão atenção neste trabalho, de modo que mais sobre o assunto será descrito a seguir.

2.4 Conforto Acústico

A palavra acústica vem do grego *akoustikos* e significa a ciência do som. Estudar e entender os fenômenos do som é essencial para que arquitetura promova um bom conforto acústico nas edificações. Pensar no bem-estar sonoro somente após a finalização da construção é mais dispendioso e trabalhoso e, em alguns casos, pode ser até impossível fazê-lo. Sendo assim, é essencial que os arquitetos pensem nesse item ainda fase de projeto.

O desconforto acústico em uma edificação residencial é prejudicial aos seus usuários, podendo trazer consequências na vida social e efeitos emocionais, uma vez que eles podem ficar o tempo inteiro preocupados em não fazer barulho para não incomodar o vizinho, além de ser extremamente desconfortável escutar conversas e intimidades dos outros moradores. Os países que possuem clima frio são privilegiados

com um conforto acústico melhor em suas construções, uma vez que uma boa vedação térmica é necessária e, como consequência, um melhor isolamento sonoro também ocorre. Além disso, o clima quente e úmido do Brasil muitas vezes exige que as janelas fiquem abertas, impedindo um bom isolamento.

Com o advento da Norma Desempenho em 2013, que estabelece parâmetros de desempenho no quesito acústico, esse comportamento das construtoras de menosprezar o conforto acústico tende a mudar. Assim, a necessidade de haver um bom isolamento acústico entre unidades residenciais individuais e entre áreas comuns tornou-se uma obrigação.

Por se tratar de uma percepção humana, o conforto acústico pode ser encarado como um conceito subjetivo, pois o que é satisfatório para um não necessariamente é para os outros. Porém, cada vez mais essa subjetividade tem sido trazida para parâmetros de caráter objetivo e mensurável, assim como é feito pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) e pela NBR 15.152 (ABNT, 1987). Sendo assim, nesse capítulo, maiores informações sobre o conforto acústico serão fornecidas.

2.4.1 Som e Ruído

No que diz respeito ao conforto acústico, vale destacar a diferença entre som e ruído. De acordo com Greven (2006), “som é a sensação auditiva ocasionada pela vibração de partículas de ar transmitida ao aparelho auditivo humano. É uma transmissão aérea”. A música, por exemplo, é uma sequência de sons agradáveis.

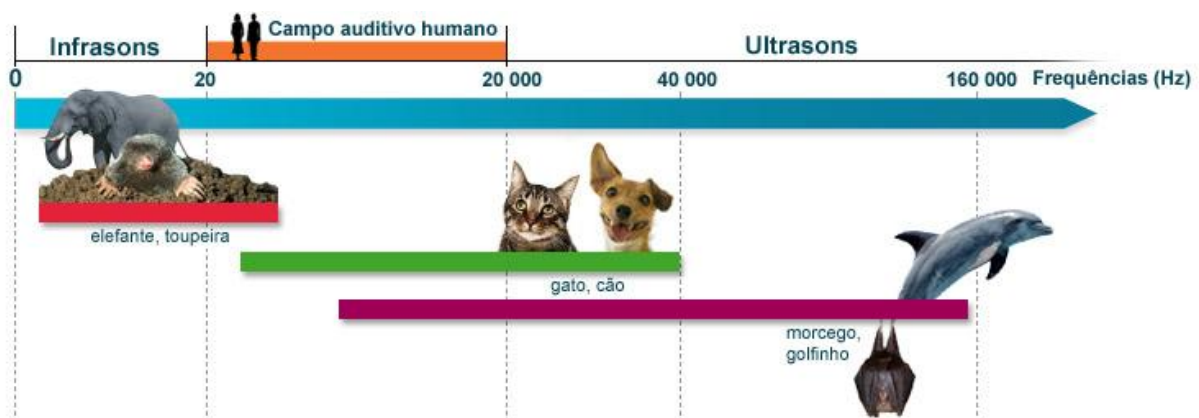
Já o ruído, segundo Fregonesi e Lopes (2006), “é um tipo de energia proveniente de processos ou atividades e que se propaga no ambiente em forma de ondas, desde o ponto produtor até o receptor a uma determinada velocidade, diminuindo sua intensidade com a distância e o meio físico”. O ruído, quando ocorre de maneira intensa e ininterrupta causa tensão, reduz a resistência física do homem e inibe a concentração mental.

2.4.2 Caracterização do Som

As propriedades que caracterizam um som são o seu nível, frequência, sendo ainda diferenciado pelo timbre (GREVEN, FAGUNDES e EINSFELDT, 2006). A seguir, mais sobre essas características serão detalhadas.

- **Nível do som:** também conhecido como nível sonoro, é através de equipamentos medidores específicos que é obtido e determina a intensidade sonora real comparando-a a um nível de referência. As normas brasileiras e internacionais o definem como nível de pressão acústica (L_p) e é expresso em dB (decibel).
- **Frequência do som:** característica do som que exprime o número de vibrações por segundo. É a frequência que permite diferenciar um som grave de um som agudo, sendo que este apresenta maior frequência que aquele. É expresso em Hz (Hertz) e determina o tom do som percebido. O ouvido humano é capaz de compreender frequências entre 20 Hz e 20.000 Hz, enquanto cães e gatos são capazes de ouvir frequências de até 40.000 Hz e morcegos e golfinhos escutam até próximo dos 160.000 Hz. As frequências abaixo dos 20 Hz são chamadas de infrassons e acima dos 20.000 Hz de ultrassons. A Figura 9 mostra ilustra esses fatos.

Figura 9 – Frequências sonoras ouvidos pelo homem e alguns animais



Fonte: Cochlea⁹

- **Timbre:** é a característica que permite diferenciar sons de diferentes fontes, mesmo que eles possuam a mesma frequência e o mesmo nível. Isso ocorre pois cada fonte apresenta ondas sonoras de formatos diferentes. É por isso que um violino e um piano que emitam sons de mesmo nível e frequência apresentam sons diferentes.

⁹ Disponível em < <http://www.cochlea.org/po/som/frequencias-sonoras-ouvido-pelo-homem-e-alguns-animais>>

2.4.3 Projeto Acustico

Segundo Ritter (2014), um bom projeto acústico deve prever isolamento e absorção acústica. O isolamento diz respeito ao uso de materiais que devem formar uma barreira, impedindo a onda sonora ou ruído passe de um ambiente para outro. Já a absorção acústica é referente ao uso de peças que minimizam a reflexão das ondas sonoras num mesmo ambiente, diminuindo ou até mesmo anulando a sua reverberação. Esses fatores buscam diminuir os níveis de pressão sonora e melhorar o grau de compreensibilidade, que pode ser definida como a porcentagem de sons que um ouvinte consegue entender no ambiente.

Para a elaboração de um projeto acústico, primeiramente é necessário determinar qual a finalidade do recinto a ser avaliado. De acordo com a sua utilização, o ambiente requer níveis de pressão sonora e de reverberação diferentes. Nem sempre o desejável é a ausência de sons, já que níveis de pressão sonora muito baixos em alguns casos podem deixar o ambiente monótono e cansativo, induzindo à inatividade e a sonolência (SILVA, 2002).

De acordo com Ritter (2014), ao buscar um bom desempenho acústico, é necessário compreender como ocorre a propagação do som em ambientes fechados. Ao emitir um som, três eventos podem ocorrer: ele pode ser refletido, absorvido ou transmitido de modo que esses eventos dependem da forma, do material e da dimensão dessa superfície onde incide. Quando a distribuição da onda sonora ocorre em todo o ambiente com energia igual e em todas as direções, diz-se que a sala tem uma boa difusão. Sendo assim, as superfícies das paredes, tetos, pisos e móveis são os encarregados pela maneira que o som se difunde.

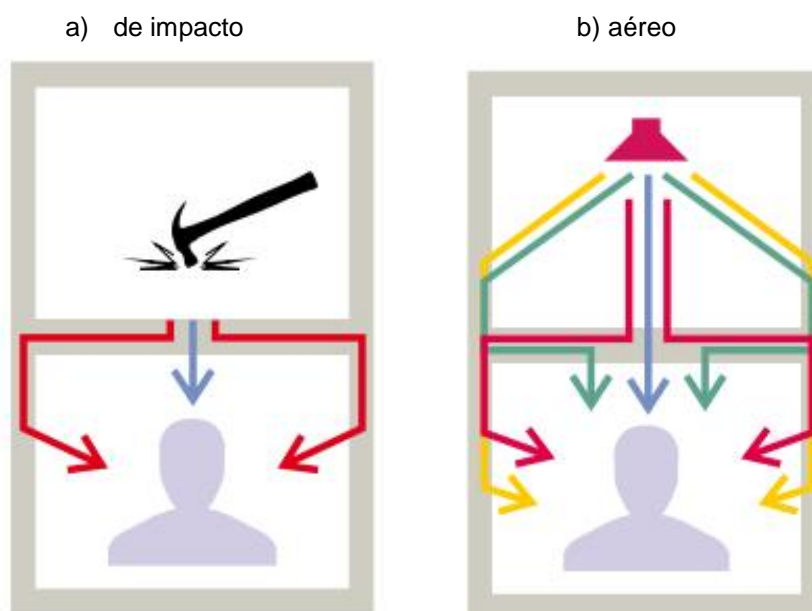
A reverberação do som ocorre quando há permanência do som no ambiente em decorrência de sucessivas reflexões, que podem ocorrer uma ou mais vezes no ambiente. Já o tempo de reverberação é o tempo decorrido para que um som deixe de ser percebido depois que a emissão da fonte for cessada. Essa é uma das principais características para o desempenho acústico de uma sala. Tecnicamente, o tempo de reverberação é o período que o som leva para sofrer uma queda de 60 dB depois da fonte cessada.

Outro elemento importante no conforto acústico é o coeficiente de absorção acústica, que, de acordo com Ritter (2014), “representa a porcentagem de som que é absorvido, ou ainda que deixa de ser refletido, em relação ao som incidente”. Esse valor, que varia de 0 a 1, pode ser obtido através de tabelas para os mais diversos materiais. Os materiais menos absorventes e mais refletores, como pedras, azulejos e resinas, apresentam valores próximos a 0. Já os materiais mais absorventes e menos refletores, como lã de vidro, possuem valores próximos a 1.

2.4.4 Transmissão de ruído

Dois tipos de ruído podem ser transmitidos entre duas unidades habitacionais: o de impacto e o aéreo. O ruído aéreo é todo aquele que se propaga pelo ar e sua velocidade é de aproximadamente 340 m/s. As músicas dos bares, barulho do trânsito e conversas dos vizinhos são exemplos de ruídos aéreos. Já o ruído de impacto se propaga pela estrutura da edificação e alcança a velocidade de 4.000 a 6.000 m/s. São exemplos desse tipo de ruído os passos dos vizinhos, máquinas de elevadores e centrais de ar condicionado.

Figura 10 – Forma de transmissão do ruído



Fonte: Pierrard e Akkerman (2013)

De modo geral, segundo Pierrard e Akkerman (2013), a transmissão do ruído de impacto entre duas unidades habitacionais sobrepostas ocorre através do próprio

sistema de piso, que é uma via de transmissão direta, e através dos elementos laterais ou paredes, que são quatro vias de transmissão indiretas. Já a transmissão do ruído aéreo ocorre também através de uma via de transmissão direta, que é o próprio piso, porém são agora doze vias de transmissão indireta, que são os elementos laterais ou paredes. A Figura 10 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** representa essas vias.

2.4.5 Definições

A seguir algumas definições de importantes para este trabalho relacionadas ao conforto acústico serão apresentadas.

- **dB:** unidade de medida relativa utilizada na acústica.
- **L:** nível de pressão sonora,

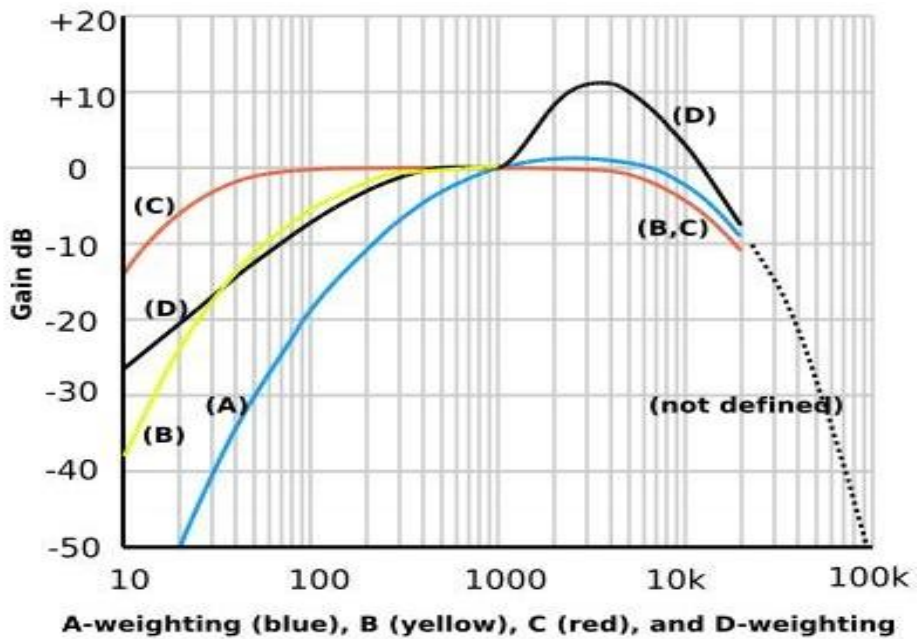
O ouvido humano não responde igualmente a todas as frequências, ainda que elas estejam no mesmo nível de pressão sonora, sendo que a sua audibilidade depende da frequência do som. O ouvido responde melhor ao ruído de alta frequência (agudo) que ao ruído de baixa frequência (grave). Esse fato foi testado e provado experimentalmente e existem vários estudos sobre o assunto.

Contudo, um aparelho que mede a intensidade sonora não tem essa limitação. Posto isso, para que o aparelho leia os sons de modo similar ao ouvido humano, é necessária uma adaptação da leitura do equipamento eletrônico. Essa adaptação é feita com o auxílio de curvas de compensação traçadas experimentalmente.

Essas curvas são chamadas de curvas de ponderação e foram designadas pelas letras A, B, C e D, que estão representadas no Gráfico 1 (CABRAL, 2012). Segundo especialistas, a curva A é a mais utilizada por ser a que mais se aproxima do ouvido humano. Já a curva de ponderação C é uma ponderação padrão das frequências audíveis.

- **LA:** nível de pressão sonora na ponderação A,

Gráfico 1 – Curvas de Ponderação



Fonte: Chr Acustica¹⁰

- **LAeq**: nível de pressão sonora equivalente. É o nível que, na hipótese de poder ser mantido constante durante o período de medição, acumularia a mesma quantidade de energia acústica que os diversos níveis variáveis acumulam no mesmo período em dB(A). (ABNT Projeto 02:135.01-004). Ainda segundo esse projeto, para determinar o L_A é necessário um medidor de nível sonoro que possua essa função. Caso o medidor não o meça, ele deve ser calculado pela seguinte fórmula:

$$L_A = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad (i)$$

Na qual:

L_i é o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida (fast) a cada 10 segundos, durante pelo menos cinco minutos;

n é o número total de leituras.

- **Lra**: nível de ruído do ambiente. É o nível de pressão sonora equivalente, em dB(A), no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado por fonte sonora interferente.

¹⁰ Disponível em <http://chracustica.zip.net/arch2008-09-07_2008-09-13.html>

A maioria dos medidores de nível de som tem duas ponderações de tempo convencionais: rápida (fast) e lenta (slow). Enquanto a ponderação rápida é com tempo constante de 125 ms, a lenta é com ponderação constante de 1 s. Isso ocorre pois, nos tempos em que as medições eram feitas de modo analógico, essas ponderações de tempo eram feitas para que o operador pudesse seguir as rápidas flutuações do medidor visualmente (GRACEY & ASSOCIATES, 2016). Em posse dessas informações, é possível fazer as definições a seguir.

- **LAF:** nível sonoro apurado na ponderação A, medido com ponderação rápida.
- **LAFmax:** máximo nível sonoro apurado na ponderação A, medido com ponderação rápida.
- **LAFmin:** mínimo nível sonoro apurado na ponderação A, medido com ponderação rápida.
- **LAS:** nível sonoro apurado na ponderação A, medido com ponderação lenta.
- **LASmax:** nível sonoro apurado na ponderação A, medido com ponderação lenta.
- **LASmin:** nível sonoro apurado na ponderação A, medido com ponderação lenta.
- **L'nTw:** nível de pressão sonora de impacto ponderado. É um número único que caracteriza o isolamento de som de impacto de pisos.

2.4.6 Normatização

2.4.6.1 NBR 10.151

A NBR 10.151 (2000) – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento – possui o objetivo de “fixar as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações” (ABNT NBR 10.151, 2000).

Essa norma determina o método a ser utilizado para a medição de ruídos e as correções necessárias que devem ser feitas sobre os níveis de ruído medidos, além de advertir que, sob situações em que haja ruídos provenientes de fenômenos naturais como, por exemplo, trovões e chuva, as medições não devem ser efetuadas. Os equipamentos utilizados devem estar calibrados e o tempo de medição fica a critério do especialista que está operando o equipamento, podendo envolver uma única amostra, ou várias.

Quando as medições forem realizadas no exterior de edificações, o efeito do vento sobre o microfone deve ser prevenido através do uso de um protetor conforme instruções do fabricante. As medições devem ser realizadas a 1,20 m do piso e no mínimo 2 m do limite da propriedade e de qualquer outra superfície refletora como muros, paredes etc.

No caso de medições no interior de edificações, as medições devem ser efetuadas a 1 m de distância de qualquer superfície como paredes, teto, pisos e móveis. Ela ainda afirma que os níveis de pressão sonora devem ser o resultado da média aritmética dos valores auferidos em, no mínimo, três posições distintas, afastadas entre si pelo menos 0,5 m e que as medições devem ser efetuadas nas condições de utilização normal do ambiente.

2.4.6.2 NBR 10.152

A NBR 10.152 (1987) – Níveis de ruído para conforto acústico – objetiva “fixar os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos” (ABNT NBR 10.152, 1987). Essa norma apresenta os valores de pressão sonora recomendados para cada ambiente em dB, mostrados no Quadro 2.

Para o presente trabalho, os locais de estudos são os restaurantes e bibliotecas. Na presente norma, nos restaurantes está previsto que o nível de ruído do ambiente apropriado esteja ente 40 e 50 dB. O Projeto 02:135.01-004 (ABNT, 1999) prevê que, para restaurante populares, o nível de ruído esteja entre 50 e 60 dB. Já para as bibliotecas o nível de ruído previsto tanto no projeto quando na norma deve estar entre 35 e 45 dB.

Quadro 2 – nível de ruído recomendado para ambiente

LOCAIS	L_T (dB)
Hospitais	
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50
Serviços	45 - 55
Escolas	
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50
Circulação	45 - 55
Hotéis	
Apartamentos	35 - 45
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55
Residências	
Dormitórios	35 - 45
Salas de estar	40 - 50
Auditórios	
Salas de concertos, Teatros	30 - 40
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45
Restaurantes	
Restaurantes	40 - 50
Escritórios	
Salas de reunião	30 - 40
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45
Salas de computadores	45 - 65
Salas de mecanografia	50 - 60
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	
Igrejas e Templos	40 - 50
Locais para esporte	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60
Notas: a) O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade b) Níveis superiores aos estabelecidos nesta Tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde.	

Fonte: ABNT NBR 10.152 (1987)

2.4.6.3 NBR 15.575

A NBR 15.575 estipula critérios para que os ruídos de impacto aplicado sobre lajes sejam atenuados e para que ocorra um bom isolamento ao som aéreo do piso, da

fachada e da cobertura. Leva em consideração ainda a necessidade de um bom isolamento acústico de paredes entre unidades autônomas e de paredes divisórias entre áreas comuns da edificação e áreas privativas. Nessa edição da norma não foram determinados requisitos para o isolamento acústico entre cômodos de uma mesma unidade habitacional.

A presente norma não trata sobre máximos níveis de ruídos admitidos, assunto já tratado na ABNT NBR 10.151 e ABNT NBR 10.152. Contudo, ela trata sobre o nível de pressão sonora contínuo equivalente ($L_{Aeq,n}$) e o nível de pressão sonora máximo ($L_{Amax,n}$) admitidos nos dormitórios das unidades habitacionais, com portas e janelas fechadas, para quando os equipamentos prediais estiverem em funcionamento. Os níveis de desempenho superior (S), intermediário (I) e mínimo (M) são apresentados nos quadros a seguir.

Quadro 3 - Valores máximos de pressão sonora contínuo equivalente medidos em dormitórios

$L_{Aeq,n}$ (dB)	Nível de Desempenho
≤ 30	S
≤ 34	I
≤ 37	M

Fonte: ABNT NBR 15.575-1

Quadro 4 - Valores máximos do nível de pressão sonora máximo medido em dormitórios

$L_{Amax,n}$ (dB)	Nível de Desempenho
≤ 36	S
≤ 39	I
≤ 42	M

Fonte: ABNT NBR 15.575-1

No que diz respeito ao ruído de impacto, a parte 3 da Norma de Desempenho – requisitos para os sistemas de piso - apresenta os requisitos e critérios para essa avaliação. O Quadro 5 mostra o requisito mínimo para o ruído de impacto ($L'nTw$).

Quadro 5 – Critério e nível de pressão sonora de impacto ponderado, L'nTw

Elemento	L'nTw (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	66 a 80	M
	56 a 65	I
	≤ 55	S
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	51 a 55	M
	46 a 50	I
	≤ 45	S

Fonte: ABNT NBR 15.575 – 3

2.5 Conforto Lumínico

Os fatores que estão diretamente ligados ao conforto lumínico são a radiação solar, a umidade e a nebulosidade do tempo que influenciam diretamente nas radiações luminosas. Segundo Bonates, Pereira e Silva (2016), outro fator que influencia no conforto lumínico são as variáveis humanas ligadas à iluminação. O olho, que é o órgão receptor da visão, apresenta as seguintes características denominadas de: acomodação, adaptação, campo de visão, acuidade, persistência visual e visão de cores. Levando em consideração esses fatores, a arquitetura possui a obrigação de usar suas variáveis para contribuir com a iluminação do espaço, lembrando, por exemplo, dos materiais de revestimento, das cores utilizadas, da disposição da forma arquitetônica, do tipo de fechamento utilizado, entre outros.

Segundo Coberlla e Yannas (2003), alcança-se o conforto lumínico quando o nível de iluminação para executar a tarefa é adequado, quando o contraste é controlado, ou seja, não é necessário forçar a vista, e quando não há ofuscamento devido à iluminação excessiva nem reflexos que geram distúrbios visuais. Em resumo, um ambiente adequado luminosamente é o que satisfaz as necessidades de informações visuais dos seus usuários.

A luz altera a percepção do espaço, pois ela influencia, por exemplo, se o espaço parece mais quente ou mais frio e pode alterar como nos sentimos naquele local, se somos acolhidos e integrados ou restritos e fechados. Segundo Barbosa (2010), a ausência de sombras e uma luz muito difusa, típicas de um céu encoberto, deixam os

objetos com aparência plana. Já um ambiente bem iluminado com fortes sombras, típico de um dia ensolarado, acentua o relevo e a plasticidade dos objetos.

De acordo com Lima (2010), o olho humano se adapta a situações extremas de luz numa proporção de 100.000 para 1, ou seja, desde a luz forte do sol até uma noite iluminada apenas pela lua. O nível de iluminância é dado em lux de acordo com o Sistema Internacional de Unidades e corresponde a incidência perpendicular de 1 lúmen em uma superfície de 1 m². O Quadro 6 apresenta diferentes exemplos de nível de iluminância de fontes diferentes.

Quadro 6 - Exemplos de iluminância

Descrição	Nível de iluminância (lux)
Céu descoberto (verão)	100.000
Céu encoberto (verão e inverno)	20.000
Plano de trabalho em recinto bem iluminado	1.000
Iluminação Pública - Vias	20 a 40
Noite de lua cheia	0.25

Fonte: Ritter (2014).

Sendo assim, quatro fatores são determinantes para que o usuário consiga realizar suas tarefas visuais com o menor esforço possível da visão: a iluminância, a uniformidade da iluminação, a ausência de ofuscamento e a modelagem dos objetos.

Segundo Ritter (2014), a iluminância é o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma determinada distância da fonte por unidade de área. Ou seja, é a quantidade de luz que há em um ambiente. A uniformidade de iluminação é a distribuição espacial da luz no ambiente. O apropriado é que não ocorra diferenças bruscas na iluminação em diferentes partes do cômodo.

Já a ausência de ofuscamento, que ocorre quando a sensação produzida pela luminância do ambiente é maior que a luminância ao qual os olhos estão adaptados, causa desconfortos e pode até mesmo prejudicar os olhos. Por fim, a modelagem é a tridimensionalidade percebida pelo usuário ao trabalhar luz e sombra, que é determinante para definir a forma e a posição dos objetos.

2.5.1 Normatização

2.5.1.1 NBR/ISO CIE 8995

A norma ISO/CIE 8995 – Iluminação nos locais de trabalho – Parte 1: interior - é uma norma internacional que especifica os requisitos mínimos de iluminação para locais de trabalho e as condições necessárias para que os trabalhadores desempenhem suas atividades de modo eficiente, com conforto visual e segurança. A parte 1 fala sobre a iluminação em ambientes de trabalho fechado.

Nessa norma há uma tabela que apresenta o nível de iluminância referência para vários locais de trabalho, desde fábricas a padarias. O Quadro 7 mostra a iluminância referência para restaurantes e bibliotecas, sendo que \bar{E}_{m} é a iluminância mantida, ou seja, mostra em lux a iluminância mantida na superfície de referência para um ambiente, tarefa ou atividade estabelecido na coluna de dependência.

Quadro 7 – Iluminância referência para um ambiente

Dependência	\bar{E}_{m} (lux)
Restaurantes e hotéis	
Recepção / caixa / portaria	300
Cozinha	500
Restaurante, sala de jantar, sala de eventos	200
Restaurante self-service	200
Bufê	300
Salas de conferência	500
Corredores	100
Bibliotecas	
Estantes	200
Área de leitura	500
Bibliotecárias	500

Fonte: ISO 8995 (ABNT, 2013)

2.5.1.2 NBR 15.575

Em relação a iluminação, a NBR 15.575 estabelece níveis de iluminamento mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) requerido nas habitações para iluminação natural e artificial. Esses valores estão apresentados no Quadro 8 e Quadro 9.

Quadro 8 – Níveis de iluminação natural

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux)		
	M	I	S
Sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço	≥ 60	≥ 90	≥ 120
Banheiro, Corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), escadaria de uso comum (prédio), garagens / estacionamentos	Não requerido	≥ 30	≥ 45
Garagens / estacionamentos descobertos	≥ 20	≥ 30	≥ 40
NOTA 1: Para os edifícios de multipiso, são permitidos, para dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua, níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados nesta Tabela (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).			
NOTA 2: Os critérios desta tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.			
NOTA 3: Deve-se verificar e atender às condições mínimas requeridas pela legislação local.			

Fonte: ABNT NBE 15575-1

Quadro 9 - Níveis de iluminação geral para iluminação artificial

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux)		
	M	I	S
Sala de estar, dormitório, banheiro, área de serviço, garagens / estacionamentos internos e cobertos	≥ 100	≥ 150	≥ 200
Copa / cozinha	≥ 200	≥ 300	≥ 400
Corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), escadaria de uso comum (prédio)	≥ 100	≥ 150	≥ 200
Garagens / estacionamentos descobertos	≥ 20	≥ 30	≥ 40

Fonte: ABNT NBT 15575-1

2.6 Conforto Térmico

Segundo Lamberts (2014), o conforto térmico é uma percepção humana e, portanto, é uma medida subjetiva que depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Enquanto os fatores físicos definem as trocas de calor com o meio, os fatores fisiológicos são os responsáveis pelas mudanças nas respostas fisiológicas do organismo, resultantes da exposição contínua a uma certa condição térmica. Já os

fatores psicológicos estão relacionados a percepção e resposta a estímulos sensoriais do indivíduo, o que é consequência de experiências passadas do indivíduo.

O ser humano é um animal homeotérmico, ou seja, sua temperatura interna tende a permanecer constante independentemente das condições climáticas. Essa temperatura deve ser da ordem de 37°C, sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para sobrevivência. O metabolismo, processo realizado pelo corpo humano para produção de energia a partir de elementos combustíveis orgânicos, gera calor interno.

Apenas cerca de 20% dessa energia gerada é transformada em trabalho. Sendo assim, a máquina do ser humano possui um rendimento muito baixo pois por volta de 80% da energia se transforma em calor que acaba sendo dissipado para que a temperatura interna do organismo permaneça em equilíbrio. Conforme diz Frota e Schiffer (2001) a pele é o principal órgão termorregulador do corpo humano, uma vez que é através dela que ocorrem as trocas de calor. O fluxo sanguíneo é o responsável por regular a temperatura da pele: quanto mais intenso é o fluxo maior a temperatura.

Para Lamberts (2014), o conforto térmico é de extrema importância e está respaldada a três fatores:

- **Satisfação do usuário:** ele deve se sentir confortável termicamente;
- **Performance do usuário:** estudos mostram com clareza que o desconforto causado pelo frio ou pelo calor reduz a produtividade humana. Seja no trabalho ou nos estudos, o rendimento do indivíduo é maior quando está confortável termicamente;
- **Conservação de energia:** devido à grande industrialização, processo começado na Segunda Guerra Mundial, é muito comum as pessoas passarem boa parte de suas vidas em locais condicionados artificialmente. Ao melhor conhecer parâmetros relativos ao conforto térmico dos usuários da edificação, desperdícios com calefação e refrigeração são evitados.

Levando em consideração o já exposto, pode-se dizer que o ser humano está confortável termicamente quando o balanço de todas as trocas de calor ao qual o corpo

está exposto for zero e a temperatura da pele estiver dentro dos limites padrão (ASHRAE, 1992).

O conforto térmico é essencial para que o usuário possa desenvolver plenamente suas atividades. Ambientes desfavoráveis com, por exemplo, falta ou excesso de ventilação e umidade ou temperaturas muito baixas ou elevadas prejudicam as pessoas e as afetam psicologicamente, levando a um estado de desinteresse em que nenhuma atividade é concluída com êxito.

Os seguintes fatores são os responsáveis por influenciar no conforto ambiental de um local: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade relativa e velocidade do ar, além das variáveis pessoais que são atividade física e vestimenta (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997). De acordo com estudos feitos por Szokolay (1980), o principal fator para a determinação do conforto térmico é a temperatura. Ele afirma ainda que há outros fatores que não podem ser quantificados e que intervêm nas percepções térmicas dos indivíduos como a idade, o sexo, a forma do corpo e as condições de saúde.

2.6.1 Mecanismos de Trocas Térmicas

Para compreender como ocorrem o comportamento térmico nas edificações é necessário compreender, mesmo que superficialmente, como ocorre o fenômeno de trocas térmicas. Segundo Frota e Schiffer (2001), para que a troca térmica aconteça uma das duas condições a seguir deve suceder:

- Existência de corpos que estejam a temperaturas diferentes: o corpo mais quente perde calor para o mais frio. Esse calor envolvido é chamado de calor sensível.
- Mudança do estado de agregação: no âmbito do conforto termo-higrométrico a água é o elemento que permite trocas térmicas sem mudança de temperatura. Esse fenômeno só ocorre quando a água passa do líquido para o vapor e do vapor para o líquido. Esse calor envolvido é chamado de calor latente.

De acordo com González (1997) há trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente externo. Essas trocas podem ocorrer por quatro processos diferentes: a

radiação, a condução, a convecção (trocas secas) ou a evaporação (troca úmida). Mais sobre esses processos serão explanados a seguir.

2.6.1.1 Trocas Térmicas Secas

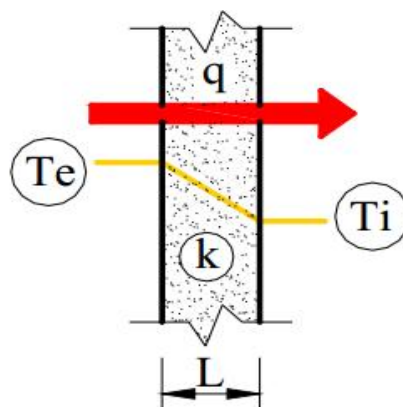
As trocas de calor consideradas secas são as que envolvem variação de temperatura e o calor sensível. Conforme já foi dito anteriormente, os seguintes processos são considerados trocas térmicas secas: condução, convecção e radiação. Mais sobre esses procedimentos serão descritos a seguir.

- **Transmissão de calor por condução**

De acordo com Rodrigues (2016), a condução térmica ocorre quando a transmissão de calor ocorre molécula a molécula, sendo assim, é obrigatório a presença de um meio material, seja ele sólido ou fluido, para que essa transferência aconteça. Ela ocorre sempre do ponto com maior potencial energético (maior temperatura) para o ponto de menor potencial energético (menor temperatura). A Figura 11 mostra esquematicamente como funciona esse tipo de transmissão de calor. Nela, está representada também as variáveis das quais esse processo depende, que são:

- T_e : Temperatura externa - maior temperatura ($^{\circ}\text{K}$);
- T_i : Temperatura interna - menor temperatura ($^{\circ}\text{K}$);
- q : intensidade de fluxo de calor (W/m^2);
- k : condutibilidade térmica do material ($\text{W}/\text{m K}$).

Figura 11 - Transmissão de calor por condução



Fonte: Rodrigues (2016)

A condutividade térmica é alta nos metais (de 20 a 70 $\text{W}/\text{m K}$) pois os elétrons desses materiais têm mais facilidade em circular. Os materiais que não são metálicos

não permitem tanta mobilidade aos elétrons, sendo possível apenas a vibração molecular, fazendo com que sua condutividade térmica seja baixa (0,5 a 30 W/m K).

Já os materiais que são isolantes térmicos, como por exemplo o isopor, possuem uma condutividade térmica ainda menor (0,04 W/m K) devido à grande quantidade de ar incorporado à estrutura (FROTA e SCHIFFER, 2001).

- **Transmissão de calor por convecção**

A transmissão térmica por convecção ocorre quando há troca de calor entre um corpo sólido e um fluido em movimento quando os dois encontram-se em temperaturas diferentes (RODRIGUES, 2016). Essa transferência pode ocorrer devido ao movimento molecular aleatório ou devido ao movimento global do fluido.

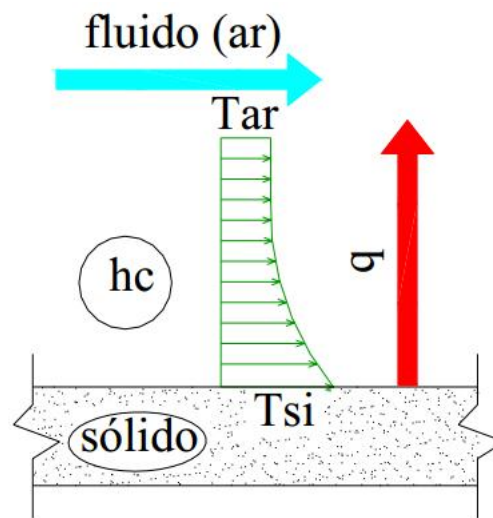
A convecção pode ser natural ou forçada. Ela é classificada como natural quando a transmissão de calor ocorre devido ao fato do fluido estar em uma temperatura maior ou menor que o sólido. Em consequência dessa diferença de temperatura, o calor é transmitido e causa uma variação na densidade nas camadas do fluidas situadas vizinhas à superfície do sólido. São exemplos de convecção natural o movimento do ar no deserto num dia calmo, a troca de calor nos radiadores de vapor, nas paredes de um edifício e no corpo humano estacionário numa atmosfera calma (OLIVEIRA et al, 2006).

A convecção é forçada quando o movimento é provocado por algum fator externo como, por exemplo, uma bomba no caso de um líquido ou um ventilador no caso de um fluido gasoso. O resfriamento de um radiador de automóvel pelo ar soprado por um ventilador é um exemplo de convecção forçada. A Figura 12 apresenta esquematicamente como ocorre esse processo.

Na Figura, há siglas que significam:

- T_{si} : Temperatura no sólido - maior temperatura ($^{\circ}K$);
- T_{ar} : Temperatura no ar - menor temperatura ($^{\circ}K$);
- q : intensidade de fluxo de calor (W/m^2);
- h_c : coeficiente de convecção.

Figura 12 – Transmissão de calor por convecção



Fonte: Rodrigues (2016)

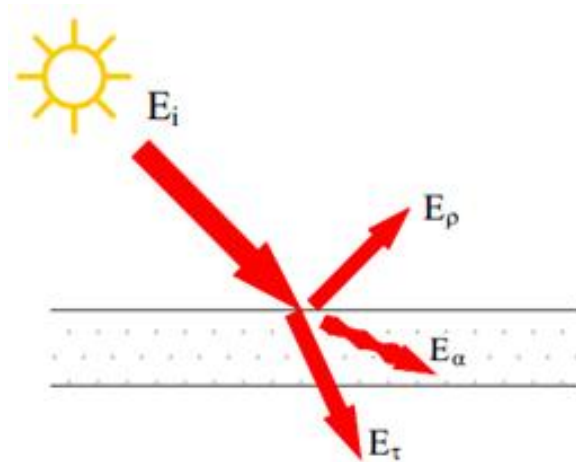
Conforme Rodrigues (2016), o coeficiente de convecção depende de diversos fatores como: natureza e velocidade do fluido, geometria e rugosidade da superfície sólida, direção do deslocamento do fluido, entre outros. Ele afirma ainda que, no caso específico de uma construção, de modo geral pode-se considerar que em paredes verticais a causa dessa transmissão é a ativação da velocidade. Portanto, mesmo que a origem dessa velocidade do ar seja por causas naturais ela será sempre considerada forçada.

• Transmissão de calor por radiação

Segundo Frota e Schiffer (2001), a radiação é um fenômeno no qual o mecanismo de troca de calor ocorre entre dois corpos que guardam uma certa distância entre si através da sua capacidade de emitir e de absorver energia térmica. Todo corpo que está acima da temperatura chamada zero absoluto (0 K ou $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) possui movimento molecular e emite radiação eletromagnética.

Essa troca de calor ocorre devido à natureza eletromagnética da energia que, ao ser absorvida, provoca efeitos térmicos. Por ser eletromagnético a sua propagação ocorre mesmo que não haja um meio para isso, acontecendo mesmo no vácuo. A radiação incidente (E_i) em um objeto pode ser refletida (E_p), transmitida (E_t) ou absorvida (E_a), como mostra a Figura 13.

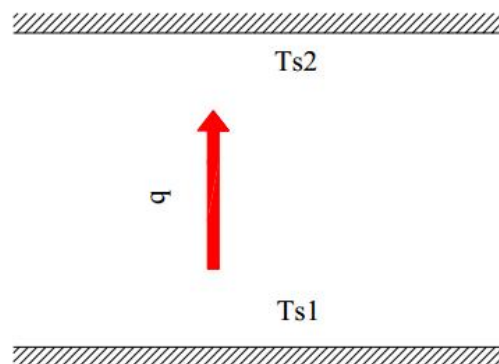
Figura 13 - Comportamentos da radiação



Fonte: Rodrigues (2016)

A Figura 14 mostra esquematicamente como ocorre o processo de radiação entre duas superfícies que estão a uma certa distância entre si.

Figura 14 - Troca de calor por radiação entre duas superfícies



Fonte: Rodrigues (2016)

Um bom exemplo de troca de calor por radiação é o fato da Terra ser aquecida pelo Sol, mesmo estando a milhões de quilômetros dele.

2.6.1.2 Troca Térmica Úmida

Quando a troca térmica ocorre da mudança do estado do líquido para o vapor ou do vapor para o líquido, elas são denominadas trocas úmidas. Os mecanismos pelos quais isso acontece são a evaporação e a condensação. Segundo Rodrigues (2016)

essa quantidade de energia absorvida ou liberada por unidade de massa nessa mudança de fase se chama calor latente.

De acordo com Frota e Schiffer (2001), a evaporação é a “troca térmica úmida proveniente da mudança do estado líquido para o gasoso”. Para que esse processo ocorra é necessário um certo gasto de energia. No caso da água, cerca de 700 J são necessários.

Já a condensação sucede quando a troca úmida se dá do estado gasoso para o líquido. Quando o grau higrométrico do ambiente se eleva a 100%, a temperatura que ela se encontra é chamada de ponto de orvalho. A partir desse momento o excesso de vapor d'água no ar se condensa e passa para o estado líquido. Ao contrário da evaporação, a condensação dissipa cerca de 700 J.

2.7 Conforto Visual

Conforme já foi dito, o conforto ambiental é composto basicamente do conformo térmico, lumínico, acústico e visual. De acordo com Frosting *et al* (1980), “a percepção visual é a faculdade de reconhecer e discriminar os estímulos visuais e de interpretá-los, associando-os às experiências anteriores”. A interação do usuário com o ambiente ocorre desde a infância, quando é ensinado a utilizar o espaço através de uma ética ambiental de uso.

Diversos são os fatores que influenciam nesse conforto e que devem ser levados em consideração ainda na fase de projeto para que o ambiente fique bonito esteticamente. De acordo com Alves (2011) alguns desses fatores são: cores, iluminação, texturas, aberturas para visualização do exterior e entrada de luz, materiais naturais, como a pedra e a madeira, que ajudam a criar um ambiente mais relaxante, entre outros.

Não é à toa que nos últimos anos os hospitais têm sofrido transformações físicas para ter maior conforto visual, de modo que os pacientes possam ser melhor atendidos, oferecendo-os maior qualidade de vida e perspectiva da recuperação. Isso só prova a sua importância não apenas estética, mas também social. Possuir harmonia visual e equilíbrio cromático, além de uma boa disposição dos elementos que compõem o local são determinantes para alcançar esse conforto.

O conforto visual não será contemplado no presente estudo. Contudo, apesar de não existir normas que o meçam, sua importância deve ser sempre levada em consideração pelos profissionais da área.

2.8 Dissertações Sobre Desempenho

Com relação ao conforto ambiental, outros pesquisadores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB já realizaram estudos referentes a esse tema, uma vez que esse assunto deve estar em constante estudo. Dias (2009) estudou as condições de conforto térmico e acústico de salas de aula em uma escola de tempo integral de Palmas (TO). Para cumprir seu objetivo, a autora utilizou um aparelho medidor de temperatura e umidade para levantar as temperaturas na sala de aula. Já para aferir o conforto acústico, foi usado um decibelímetro que media o nível de ruído em dB. Além disso, ela utilizou um questionário para saber as percepções dos usuários. Sendo assim, ela pode concluir que o estabelecimento de parâmetros de conforto térmico e acústico são fundamentais para Escolas de Tempo Integral.

Já Correia (2010) estudou o conforto ambiental e suas relações subjetivas, fazendo uma análise ambiental integrada na habitação de interesse social. A autora buscou elementos para a discussão sobre a qualidade ambiental em moradias de interesse social através da comparação entre resposta de casas construídas a partir de três processos construtivos diferentes: autoconstrução, mutirão e conjunto habitacional de caráter governamental. Utilizando trena eletrônica, GPS, termômetro de globo, termohigrômetro e termômetro infravermelho, ela levantou a localização e a altitude das moradias estudadas. Alguns softwares específicos a auxiliaram na análise de predições e sensações térmicas. Com o auxílio de questionários, foi obtido também a percepção dos usuários. Enfim ela pode concluir que as casas de mutirão apresentaram melhor desempenho ambiental que as de autoconstrução e que de modo geral os moradores estavam satisfeitos com suas moradias.

Picanço (2009), em sua dissertação utilizou a avaliação pós-ocupação (APO), que é a avaliação do ambiente construído através da consideração da opinião dos usuários. A APO pressupõe que o espaço construído interfere no comportamento humano. Sendo assim, por meio de análise dos projetos arquitetônicos, de registros

fotográficos, de entrevistas com pessoas-chave e da aplicação de questionários foi concluído que 90% das edificações estudadas do centro histórico de Tocantins foram preservadas com o Programa Monumenta (programa de preservação do patrimônio histórico urbano brasileiro).

Dessa maneira, fica evidente que a percepção dos usuários é essencial quando o assunto é conforto ambiental. Contudo, medições mais objetivas não devem ser deixadas de lado e o cruzamento dessas duas metodologias pode contribuir demasiadamente com os pesquisadores desse tema.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Visando cumprir os objetivos já descritos, o procedimento metodológico deste trabalho será composto de três itens: entrevista com o projetista, aplicação do questionário e medições in loco.

3.1 Entrevista com o Projetista

De acordo com o dicionário Michaelis, uma entrevista é uma “reunião entre duas ou mais pessoas, em local determinado, com objetivo de esclarecer assuntos pendentes, expor ideias ou obter opiniões dos presentes”. Sendo assim, objetivando colher o máximo de informações e detalhes possíveis sobre o projeto e construção da Biblioteca Central e do Restaurante Universitário da Universidade de Brasília, entrevistas com o arquiteto projetista dessas edificações, O Prof. Dr. José Galbinski, foram realizadas durante o mês de maio de 2016.

Através dessas entrevistas, as premissas de projeto arquitetônicas, acústicas, lumínicas e térmicas foram obtidas. O que o arquiteto pensou, programou e executou, ainda no final da década de 60 e início da década de 70, foi adquirido e exposto neste trabalho. No capítulo quatro do presente trabalho, em que maiores informações sobre os casos em estudo (RU e BCE) são apresentadas, as informações adquiridas nessa entrevista serão apresentadas acompanhadas também de desenhos e croquis feitos pelo próprio arquiteto na ocasião.

3.2 Aplicação de Questionários

Através da aplicação de questionários aos usuários das edificações em estudo informações sobre como eles se sentem em relação à percepção do conforto ambiental serão obtidas, assim como foi feito por Ritter (2014) e por Correia (2010). Como a sensação de conforto é subjetiva e muda de indivíduo para indivíduo, esse foi o melhor método encontrado para captar essa percepção. A opinião dos usuários das edificações é essencial para descobrir os níveis de conforto de um cômodo.

Foram aplicados 50 questionários no total em cada uma das edificações, sendo que no RU eles serão aplicados no horário de pico do almoço (entre 12:00h e 12:40h) e no horário de pico no jantar (entre 18:20h e 19:00h). Já na BCE, metade dos questionários serão aplicados no horário de pico do período vespertino (entre as 15:00h e 16:00h) e metade no noturno (entre as 19:00h e 20:00h).

Então através do uso dos dados obtidos e de gráficos feitos, maiores informações foram obtidas. Os questionários aplicados encontram-se no Apêndice A do trabalho e foram inspirados no questionário aplicado por Viviane Mulech Ritter em sua dissertação de mestrado “Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno: O Caso do Câmpus Pelotas Visconde da Graça”, publicado pela Universidade de Pelotas em 2014.

3.3 Medições in loco

Outro ponto importante do procedimento metodológico para cumprir os objetivos do trabalho foram as medições e ensaios realizados *in loco*. A seguir serão expostos os ensaios realizados em cada uma das edificações estudadas.

3.3.1 Biblioteca Central

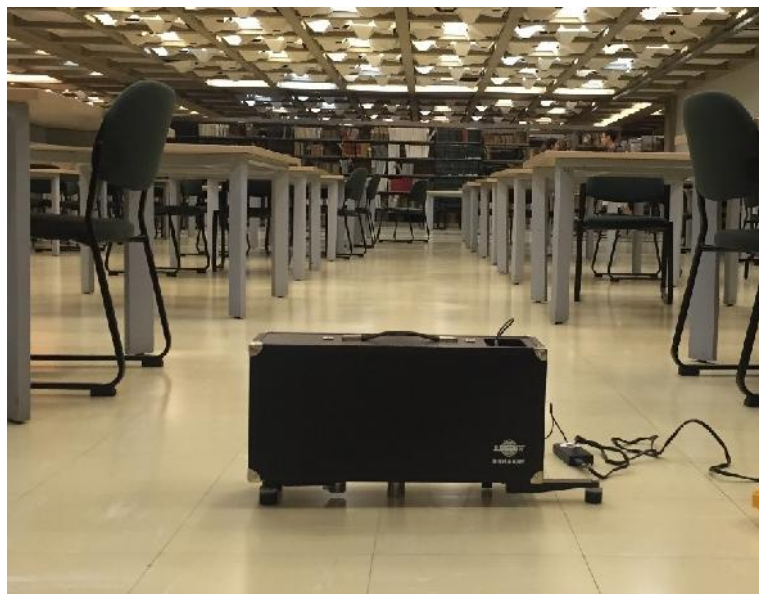
As medições realizadas referentes ao conforto acústico e lumínico são os descritos a seguir. No presente trabalho optou-se por não fazer medições relacionadas ao conforto térmico.

3.3.1.1 Conforto Acústico

Na Biblioteca Central da UnB foram realizados testes de acústica no dia 18/06/2016 entre as 18:30h e 20:30h. O ensaio foi realizado após o seu horário de funcionamento devido a necessidade de o local estar totalmente vazio para não haver incomodo aos seus usuários e para melhores resultados dos testes.

Para realizar o ensaio que verifica o nível de isolamento sonoro de impacto (L'nTw), o equipamento tapping machine da Bruel Kjaer (Figura 15), responsável por realizar o ruído de impacto, possui vários martelos que vão batucando no chão num determinado ritmo conforme está determinado pela ISO 140-7, Norma internacional que a NBR 15.575-3 fala para ser seguida.

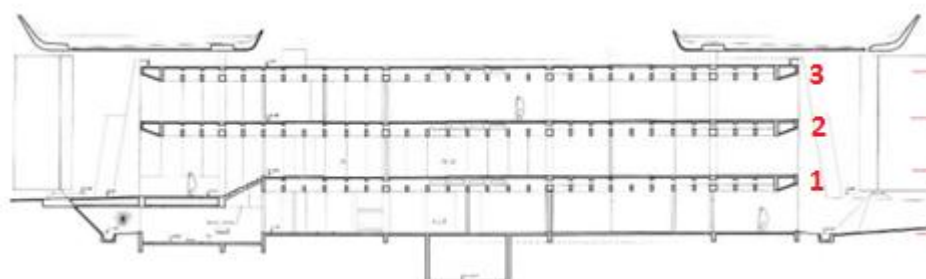
Figura 15 - Equipamento tapping machine para medição de isolamento de ruído de impacto



Fonte: autora

A tapping machine foi localizada na laje do pavimento superior, representada pela laje 2 na Figura 16.

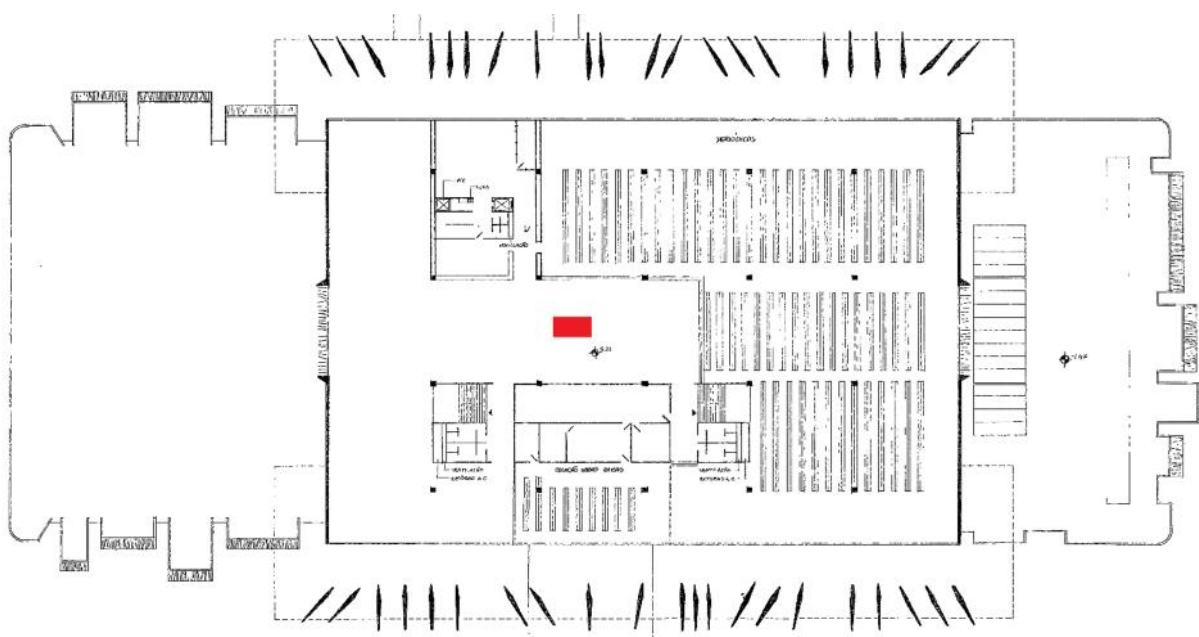
Figura 16 - Corte da Biblioteca Central enumerando as lajes



Fonte: arquivo pessoal do Prof. Galbinski, modificado pela autora

Sua localização na BCE está demonstrada na planta baixa do pavimento superior da BCE (Figura 17) por um retângulo vermelho.

Figura 17 – Localização do equipamento tapping machine no pavimento superior da biblioteca central



Legenda:

 : Localização do equipamento tapping machine

Fonte: arquivo pessoal do Prof. Galbinski, modificado pela autora

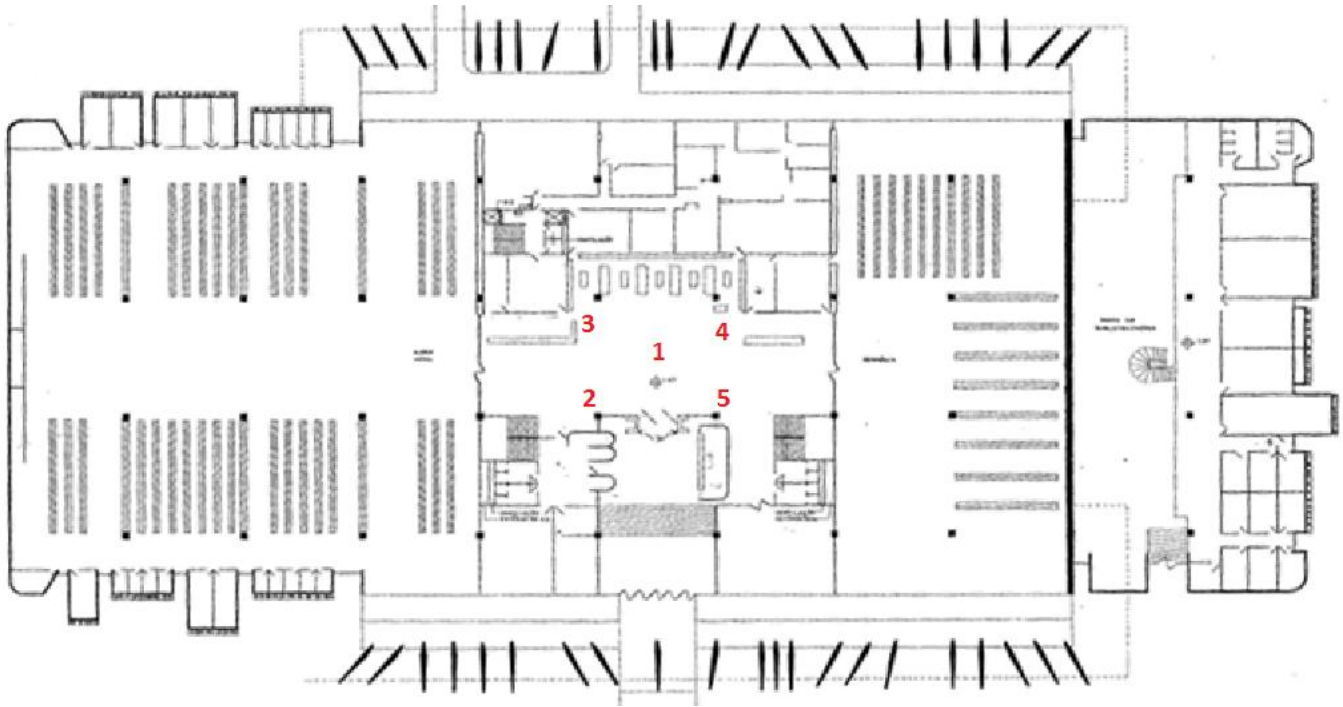
Já o equipamento Bruel Kjaer 2250 (Figura 18), responsável por captar os ruídos e medi-los, foi localizado em cinco pontos diferentes do pavimento térreo, representado pela laje 1 da Figura 16. Esses pontos medidos estão representados pelos números de 1 a 5. Sendo assim, a laje da biblioteca central que foi efetivamente estudada em relação ao nível de isolamento ao ruído de impacto (L'_{ntw}) foi a laje 2.

Figura 18 – Equipamento Bruel Kjaer 2250 utilizado na medição



Fonte: autora

Figura 19 – Localização do equipamento Bruel Kjaer 2250 na laje 1



Fonte: arquivo pessoal do Prof. Galbinski, modificado pela autora

A Figura 20 mostra em corte como é feita essa medição e o posicionamento dos equipamentos.

Figura 20 - Mostra em corte o posicionamento dos equipamentos para medir o $L'nTw$



Fonte: Akkerman (2016)

Vale ressaltar que na biblioteca optou-se por fazer apenas o teste de ao nível de isolamento ao ruído de impacto pois, por ser um ambiente silencioso, as medições de ruído aéreo teriam resultados ínfimos.

3.3.1.2 Conforto Lumínico

Afim de verificar o conforto lumínico da Biblioteca Central, foi realizado o teste no dia 24/11/2016 entre as 19:30h e 20:30h. Com o auxílio do luxímetro portátil THAL-300 devidamente calibrado (Figura 21), as medições foram feitas nas seguintes condições, conforme está previsto no Anexo B da ABNT NBR 15575-1:

- No período noturno (sem a presença de luz natural);
- No centro dos ambientes;
- Com a iluminação artificial totalmente ativada;
- Sem a presença de obstruções opacas;
- No plano horizontal a 0,80 m acima do nível do piso.

Figura 21 - Luxímetro portátil THAL-300



Fonte: Brasil Hobby¹¹

Optou-se por testar apenas a iluminação artificial do local pois, de acordo com a premissa de conforto lumínico do arquiteto, a BCE foi planejada para que o mínimo de luz natural entrasse e que a luz artificial prevalecesse. A Figura 22 mostra como foi operada essa medição, que foi realizada em quatro diferentes pontos da biblioteca. No

¹¹ Disponível em < <http://www.brasilhobby.com.br/descricao.asp?CodProd=I03964> >

dia BCE não estava em funcionamento, o que permitiu resultados mais fidedignos já que não haviam barreiras à leitura do equipamento.

Figura 22 - Medição *in loco* para iluminação artificial



Fonte: autora

3.3.2 Restaurante Universitário

No RU também foram feitas medições para conhecer mais fatores sobre os confortos acústicos e lumínicos. Mais detalhes serão expostos a seguir. Neste trabalho optou-se por não realizar medições *in loco* referentes ao conforto térmico.

3.3.2.1 Conforto Acústico

No restaurante universitário da UnB, foi realizada a avaliação que mede o nível de pressão sonora equivalente do local quando ele está em uso. O ensaio foi realizado no dia 16/06/2016 entre 12:00h e 12:40h, horário de pico do RU. Utilizando como equipamento o medidor sonoro Bruel Kjaer 2250 (Figura 23) foi medido o nível do som em 21 pontos diferentes de todo o RU. Para esse ensaio, foi seguida as recomendações da ABNT NBT 10.151.

Figura 23 - Equipamento Bruel Kjaer 2250 utilizado na medição



Fonte: autora

3.3.2.2 Conforto Lumínico

Para verificar o nível de iluminação artificial do Restaurante Universitário, no dia 25/11/2016 entre as 19:30h e 20:30h, o mesmo luxímetro portátil calibrado THAL-300 (Figura 21) foi utilizado, seguindo as mesmas recomendações já descritas no item 6.1.2, sempre seguindo as recomendações do Anexo B da ABNT NBR 15.575-1. As medições foram realizadas em 12 pontos diferentes, no período noturno para que a luz natural não interferisse no resultado, no centro dos ambientes, com a todas a luzes acesas e sem a presença de obstruções opacas. A Figura 24 mostra como foi esse procedimento.

Figura 24 - Medição in loco para iluminação artificial no RU



Fonte: autora

4. ESTUDO DE CASO: Obtenção das Premissas de Projeto

As edificações escolhidas para apurar avaliar os níveis de desempenho lumínicos, térmicos e acústicos foram duas obras projetadas pelo Prof. Dr. José Galbinski: a biblioteca central e o restaurante universitário da Universidade de Brasília (UnB).

4.1 Sobre o projetista: arquiteto José Galbinski

Nascido em Porto Alegre (RS), graduou-se em arquitetura e urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 1957. Em 1968, mudou-se para Brasília devido a um convite feito pela UnB para reabrir a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), que havia sido fechada devido à impasses da ditadura, exercendo o cargo de secretário-executivo. Esse convite foi feito pois ele era um arquiteto que se destacava em sua profissão, e também por já ter experiência em concreto aparente ainda quando morava em Porto Alegre. Cerca de dois meses após sua mudança, foi nomeado chefe da equipe para fazer o projeto arquitetônico da Biblioteca Central da UnB.

Em 1974 mudou-se para Boston (EUA), onde iniciou seus estudos a nível de pós-graduação no MIT - Massachusetts Institute of Technology. No mesmo ano foi para Ithaca, localizada em Nova York, onde por 4 anos estudou na Cornell University obtendo em 1978 o título de Ph.D., tornando-se assim, o primeiro arquiteto Doutor acadêmico em arquitetura do Brasil.

Com seu estudo e experiência, em 1993 escreveu o livro *Planejamento Físico de Bibliotecas Universitárias*. Após lecionar por 25 anos na UnB, ele é, atualmente, diretor do curso de Arquitetura e Urbanismo do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília.

4.2 Sobre a Biblioteca Central

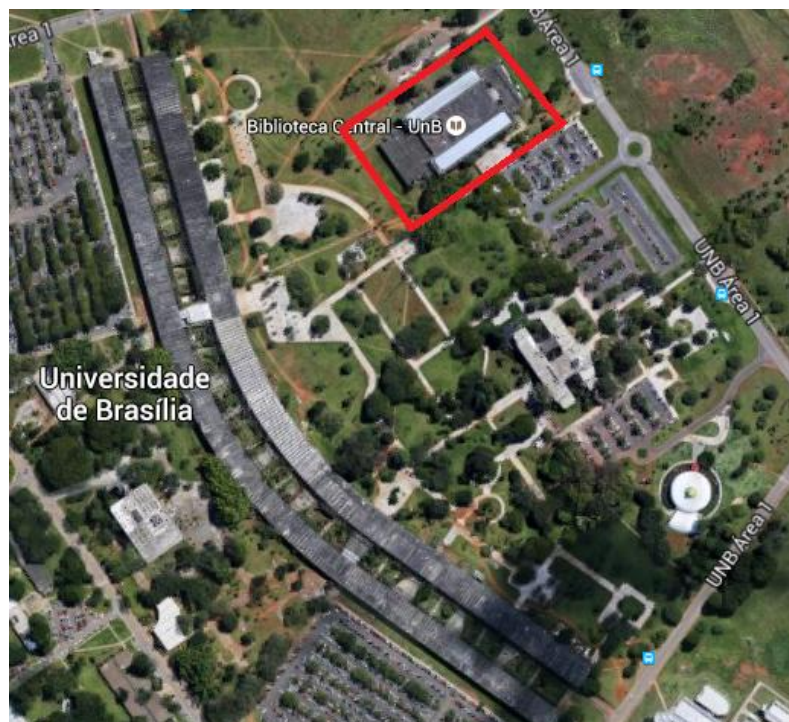
A primeira biblioteca da UnB foi aberta em 1962 e funcionava no edifício do MEC (Ministério da Educação) na esplanada dos ministérios. Após a inauguração do campus, a sua segunda localização foi no SG-12 da UnB até que, em 1973, houve a sua mudança para seu prédio definitivo (SANTOS, 2013).

Entregue em 1969, o esboço do projeto da Biblioteca Central da Universidade de Brasília (BCE-UnB) foi feito por Galbinski em um final de semana, momento em que

o arquiteto tinha menos interrupções e interferências externas, podendo se concentrar melhor. Ocupando uma área total de 16.000 m² e projetada para 750 mil volumes, era da vontade do projetista que essa edificação possuísse porte monumental. Vale ressaltar que, por monumental, ele não desejava que a edificação fosse grande, mas sim que fosse marcante e possuísse presença, de modo que fosse um prédio simbólico que representasse a cultura da universidade.

Ela está localizada na Praça Maior, local em que, de acordo com Santos (2013), foi planejado construir a Biblioteca e a Reitoria, que se encontram no local atualmente, além dos edifícios do Museu, da Aula Magna e do Centro de Vivência, que não foram construídos. A Figura 25 apresenta a localização da edificação.

Figura 25 - Localização da Biblioteca Central da Universidade de Brasília.



Fonte: Google Maps editado pela autora (2016)

Esta foi a primeira edificação a ser projetada para ser uma biblioteca, e também foi a primeira Biblioteca Central do Brasil, ou seja, a primeira a concentrar o conteúdo de todos os departamentos da Universidade, opondo-se ao sistema de bibliotecas diversas que era utilizado até então (GALBINSKI, 1993).

Figura 26 - Fachada da Biblioteca Central da Universidade de Brasília



Fonte: Santos (2013)

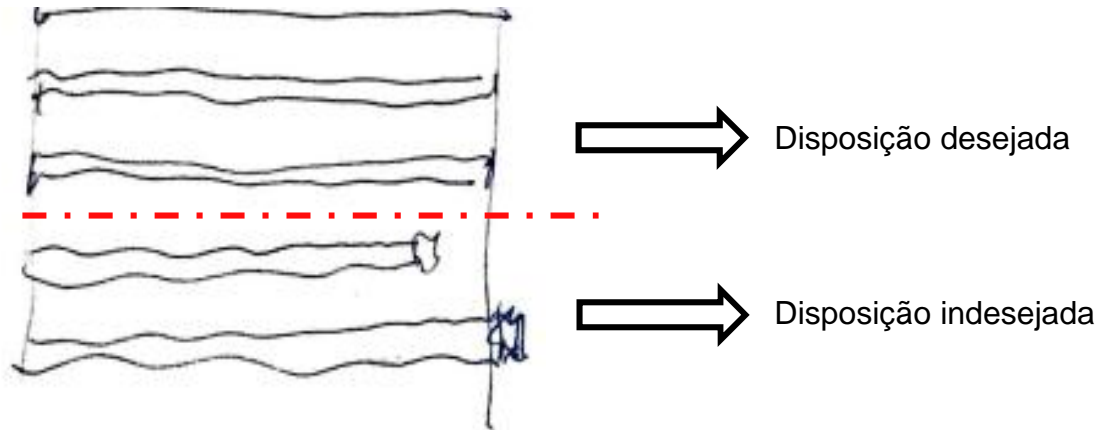
4.2.1 Parâmetros do Projeto Arquitetônico

Em entrevista com o arquiteto realizada em maio de 2016, informações das concepções de projetos puderam ser adquiridas. Conforme foi dito por ele, a principal premissa de projeto era que as estantes de livro eram o componente básico de uma biblioteca, principalmente na época da sua construção quando os computadores não eram utilizados.

Tendo isso em mente, já no estudo preliminar o projetista determinou que as circulações entre prateleiras fossem limpas e isenta de pilares, e que a sucessão de prateleiras seguisse um padrão, não sendo caótico. A Figura 27 mostra um desenho feito pelo próprio entrevistado a maneira como ele desejava que a disposição dos pilares fosse. A parte superior à linha tracejada vermelha mostra a disposição desejada das prateleiras, de forma regular e harmônica. Já a parte inferior revela o modo indesejado, ou seja, irregular e sem padrão.

Isso foi possível projetar porque, na década de 60, as prateleiras de bibliotecas possuíam uma medida padrão determinada por norma internacional, ou seja, as prateleiras usadas no Brasil possuíam o mesmo tamanho das prateleiras dos outros países. Sendo assim, Galbinski determinou que os pilares deveriam ser quadrados, de modo que permitisse mobilidade na disposição das estantes, e com 51 cm cada face, medida padrão das prateleiras.

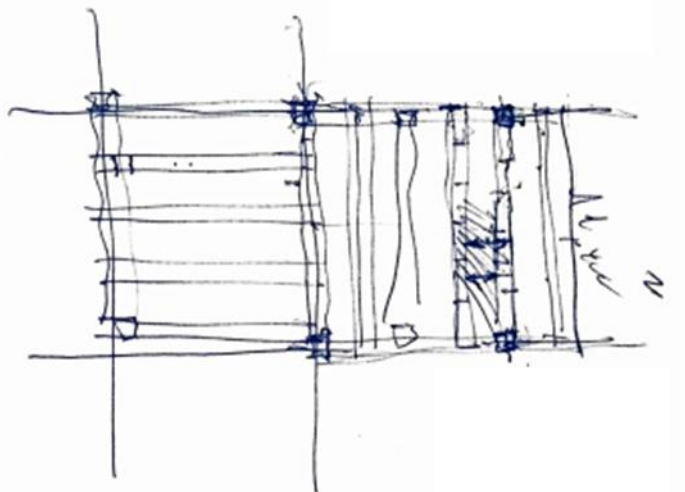
Figura 27 - Croqui da disposição dos pilares e prateleiras.



Fonte: autora

Ainda visando não enrijecer a distribuição das estantes, o arquiteto determinou que a modulação intercolúnio também fosse quadrada, permitindo que elas fossem dispostas em dois sentidos (leste-oeste ou norte-sul). A Figura 28 exhibe o croqui feito pelo projetista mostrando sua linha de raciocínio.

Figura 28 - Croqui da disposição dos pilares e prateleiras.



Fonte: autora

Realizando contas simples, através do mínimo múltiplo comum, e baseando na medida do pilar que era de 51 cm, Galbinski chegou às seguintes dimensões que satisfaziam a disposição das estantes seja qual fosse o sentido delas:

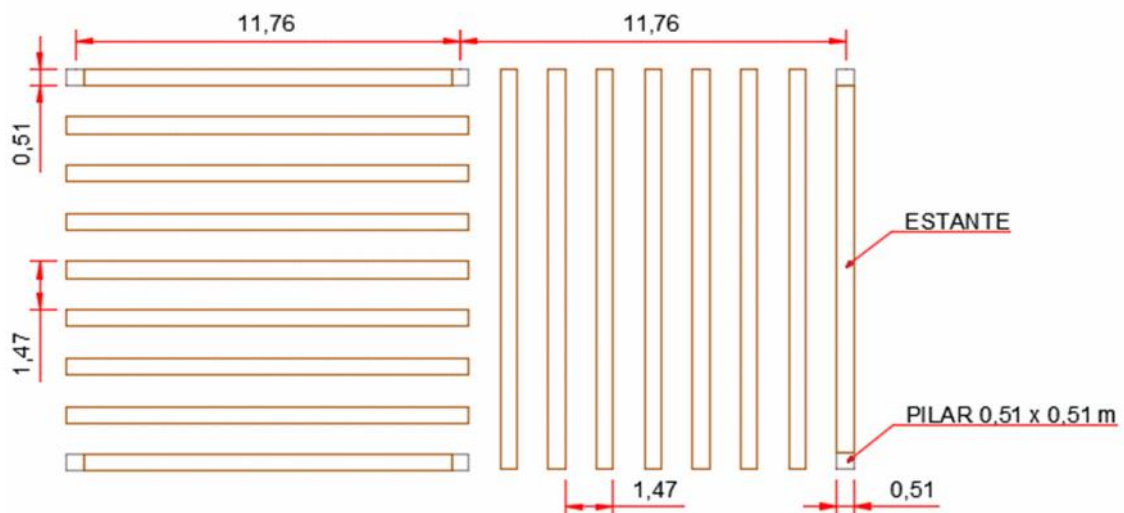
- Medida da prateleira + corredor: 1,47 m;
- Distância entre pilares de eixo a eixo: 11,76 m;

- Altura do pé direito: 2,94 m, o dobro da distância prateleira + corredor.

Essas foram as dimensões pensadas por Galbinski de modo que tudo ficasse harmonioso. Ao calculista, ficou a função de determinar a quantidade de aço a ser utilizada, uma vez que toda a fôrma da estrutura foi decidida pelo arquiteto. Por ser uma biblioteca, o peso da estrutura é muito grande e ela deveria ser calculada com extremo cuidado.

A Figura 29 mostra melhor como era a vontade do arquiteto para a disposição das estantes e pilares, de modo que as estantes pudessem ser locadas tanto na direção norte-sul, quanto na leste-oeste, conforme já foi dito.

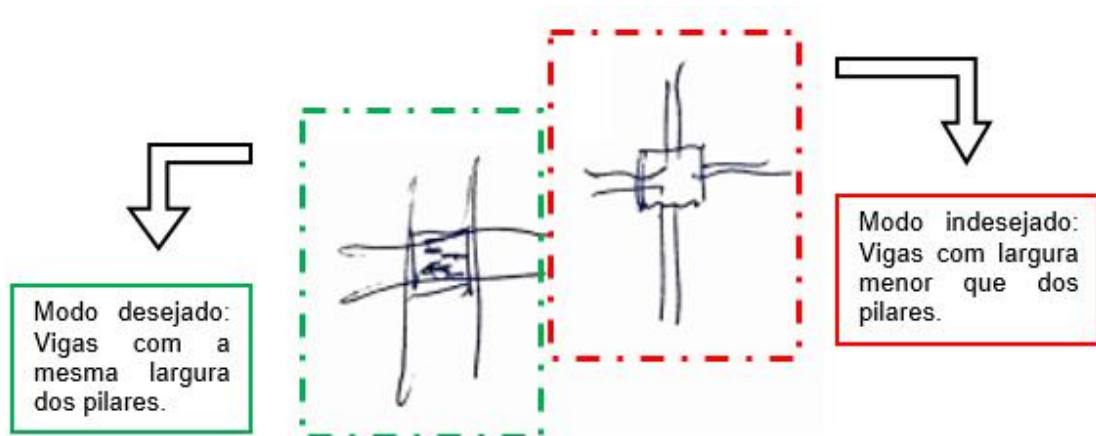
Figura 29 - Planta baixa da modulação de pilares e prateleiras



Fonte: autora

Ainda pensando na harmonia do ambiente, Galbinski decidiu que as vigas deveriam ter, no mínimo, os mesmos 51 cm dos pilares para que não ficasse desproporcional. A Figura 30 exibe o croqui em planta baixa desenhado pelo arquiteto que mostra como vigas menores que os pilares não ficaria harmonioso.

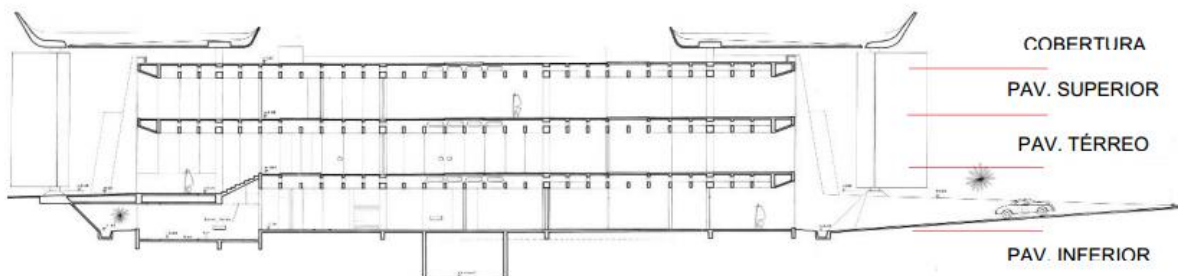
Figura 30 - Croqui com a disposição desejada e indesejada das vigas



Fonte: autora

De acordo com Santos (2013), esse prédio foi implantado em cotas mais baixas do terreno para dar um ar de monumento e para ficar em harmonia com os outros edifícios da Praça Maior, ao contrário do ICC, que se adapta às curvas naturais do terreno. Assim, a Biblioteca Central ficou com três pavimentos: o superior, o térreo elevado, e o inferior, no qual metade dele fica enterrado, como mostra a Figura 31.

Figura 31 - Corte transversal do projeto da Biblioteca Central da UnB.



Fonte: Santos (2013)

4.2.1 Conforto Acústico

Em uma biblioteca, o conforto acústico é fundamental, uma vez que seus usuários estão lá para estudar, o que requer concentração e silêncio. Sendo assim, pensando na melhor maneira de evitar a propagação de barulho, o arquiteto planejou colocar uma série de pirâmides truncadas feitas com um material isolante acústico no forro da biblioteca, de modo que reverberação de som fosse eliminada ou, no mínimo, diminuída. A Figura 32 mostra esse forro.

Figura 32 - Pirâmides truncadas no forro da biblioteca



Fonte: autora

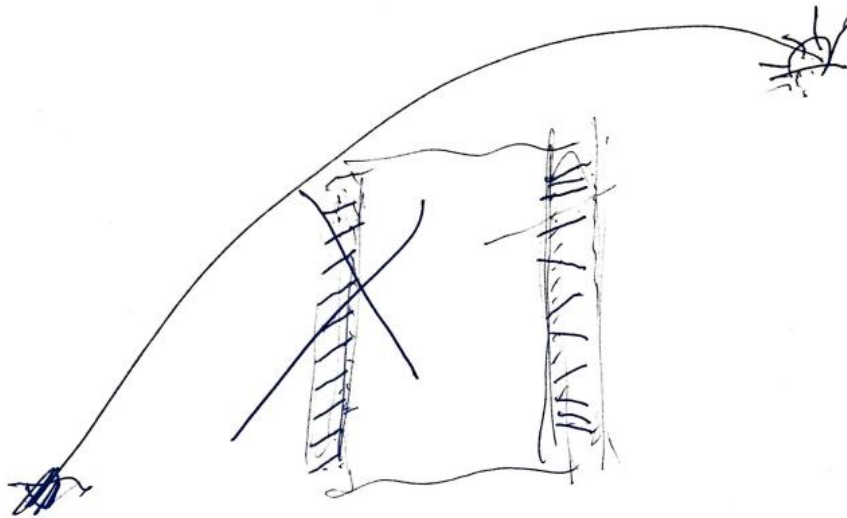
4.2.2 Conforto Lumínico

Conforme foi dito pelo doutor arquiteto na entrevista realizada, é essencial em bibliotecas que o sol e a umidade sejam evitados por dois motivos: primeiramente para evitar a deterioração dos livros. Em segundo lugar, para impedir que a iluminação prejudique os olhos dos usuários.

Em uma biblioteca há pessoas que passam todo o dia naquele ambiente estudando. A variação da radiação solar no decorrer do dia exige que os olhos se adaptem à ela, o que pode vir a prejudicar a saúde dos olhos. Portanto, o ideal é que, em bibliotecas, a iluminação seja artificial. Para evitar a entrada de grande iluminação natural, nas faces sudeste e noroeste, grandes placas de concreto armado verticais funcionam como *brises-soleil*, limitando a entrada da radiação solar.

Num primeiro momento, Galbinski posicionou esses grandes brises de maneira ordenada, ou seja, todos perpendiculares a fachada. Porém, seu lado artístico achou que aquela disposição estava muito sistêmica, lembrando ordinetas do exército em um período em que a ditadura estava auge. Então, em um ato de rebeldia contra a ditadura, ele determinou que os brises fossem dispostos de maneira irregular, porém harmoniosa, através das diferentes angulações que eles foram construídos. Apesar de essa decisão permitir uma maior entrada de radiação solar, o que não era desejado, o arquiteto acreditou que os benefícios dessa decisão eram maiores que os malefícios. A Figura 33 mostra em planta a linha de raciocínio do arquiteto.

Figura 33 - Planta baixa da disposição dos brises das fachadas.



Fonte: autora

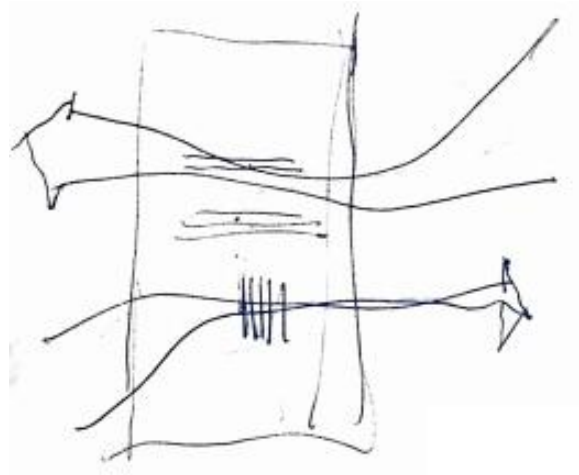
4.2.3 Conforto Térmico

Já no estudo preliminar várias ideias foram pensadas para que o conforto térmico fosse garantido aos usuários da biblioteca. Partindo do princípio que o ambiente não teria ar condicionado, Galbinski pensou nos fatores que garantissem circulação de ar e temperatura amena.

Apenas uma sala da biblioteca foi projetada para ter ar condicionado: a sala de obras raras que possui cerca de 100 m² localizada no pavimento superior. Isso ocorreu porque garantir o conforto ambiental dessa sala especificamente era essencial, uma vez que obras raras não podem ser compradas pois elas não têm preço. Sendo assim, elas em geral são adquiridas através de doações e presentes desse nível só são doados a universidades se ela possuir as condições perfeitas para recebe-las e preservá-las.

Primeiramente, apesar de ter feito os pilares de modo que permitissem flexibilidade na disposição das prateleiras, o arquiteto recomendou que elas fossem colocadas perpendicular às fachadas. Isso porque assim melhores condições de aeração seriam possíveis, uma vez que as estantes não seriam obstáculos para a circulação de vento. A Figura 34 mostra o croqui revelando o pensamento do arquiteto. Ao final da construção, a recomendação do projetista foi seguida e essa disposição das prateleiras prevaleceu.

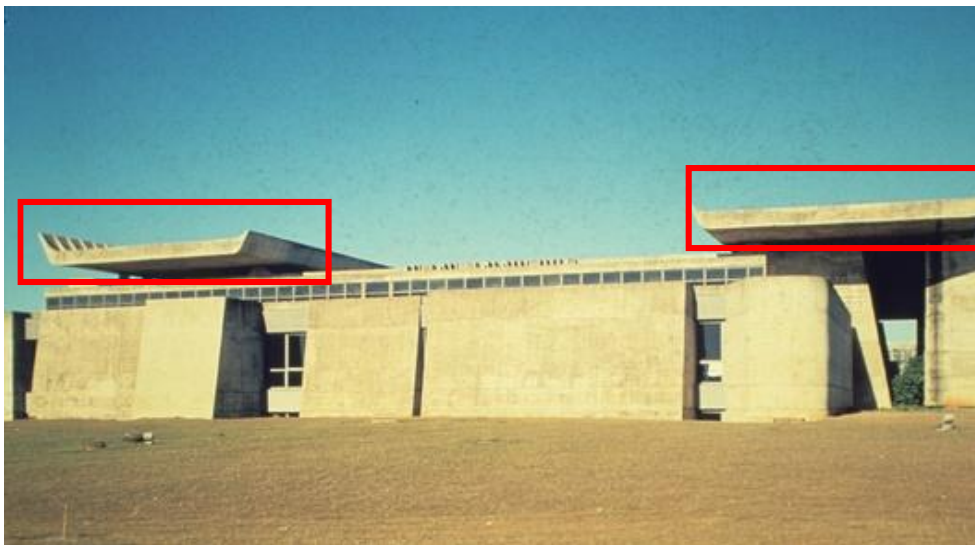
Figura 34 - Croqui mostrando influência das prateleiras na aeração do ambiente



Fonte: autora

Visando não apenas a estética, como também o conforto térmico, Galbinski projetou duas lajes elevadas nas extremidades da biblioteca, como está destacado na Figura 35.

Figura 35 - Apresentação das lajes elevadas.



Fonte: arquigrafia ¹²

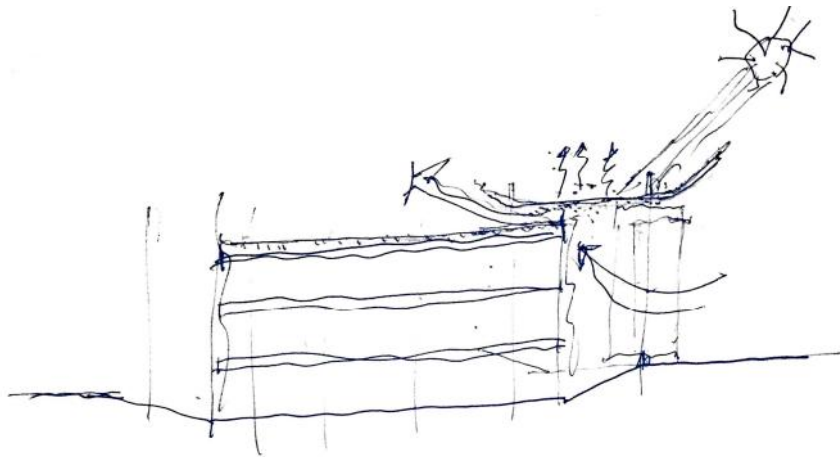
Essas lajes elevadas possuem a menor espessura possível, que na época era de 5 cm, e foi impermeabilizada apenas com uma pintura epóxi branca, não possuindo proteção térmica. Elas possuem pequena estreiteza propositalmente pois a intenção era

¹² Disponível em <¹²<http://www.arquigrafia.org.br/photos/3249>>

que, a partir de cerca das 10h da manhã, o calor emitido pelo Sol já tivesse atravessado a espessura laje, uma vez que ela funciona como uma grande frigideira por não possuir proteção térmica. Dessa maneira, o ar presente na região logo abaixo da laje fica mais quente, mesmo que apenas décimos de graus.

Em virtude dessas lajes serem elevadas, há uma abertura, que também é visível na Figura 35, na qual esse ar quente obrigatoriamente sai, impondo a entrada de um outro ar com temperatura mais amena. Esse processo repetido inúmeras vezes no decorrer do dia ventila o local. A Figura 36 apresenta um desenho feito pelo Galbinski mostrando esse esquema de ventilação.

Figura 36 - Esquema ilustrativo da ventilação da BC-UnB.

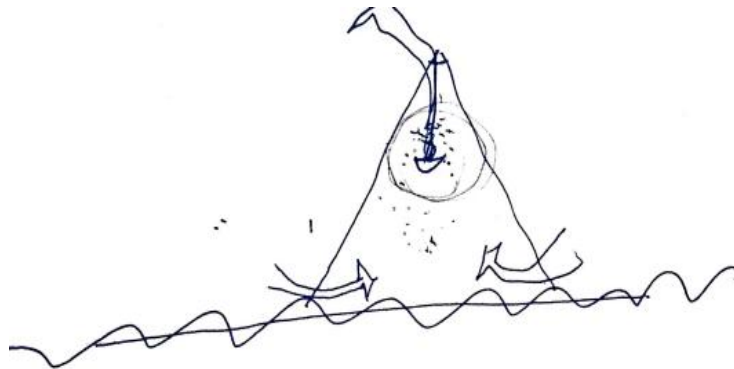


Fonte: autora

Essa ideia foi baseada num antigo livro de um arquiteto egípcio, que explicava como funcionava as barracas dos árabes no deserto. Eles penduravam um candeeiro no centro da barraca a uma certa altura e acendiam fogo no local. À primeira vista, essa ideia soa estranha, pois acender um candeeiro num local que já é extremamente quente pode parecer absurdo.

Porém, a verdade é que o mesmo princípio mostrado na biblioteca ocorre nas barracas: o ar ao redor daquela chama esquenta, mesmo que apenas décimos de grau, e ele tende a sair da barraca, forçando outro ar a entrar. Assim, havia circulação de ar e a barraca ficava mais fria que o lado externo, melhorando o conforto térmico. A Figura 37 mostra o desenho do autor explicando esse procedimento.

Figura 37 - Croqui com esquema de ventilação das barracas árabes.



Fonte: autora

Pensando no conforto térmico, além de todos os aspectos já citados, o arquiteto colocou ainda um isolante térmico na laje principal de argila expandida, atualmente conhecida como pumex. E, para finalizar, o forro da biblioteca foi projetado de modo que, caso futuramente instalações de ar condicionado fossem realizadas, isso fosse possível sem causar muitos transtornos. Portanto, essas foram as considerações de Galbinski para garantir conforto térmico aos usuários.

4.3 Restaurante Universitário

Apesar dessa edificação não ter recebido tanto apoio e recursos financeiros federais quanto a Biblioteca Central da UnB, uma vez que uma biblioteca por si só possui mais status e representa mais uma universidade, foi nesse projeto que Galbinski se realizou profissionalmente e considerou que havia chegado à maturidade profissional. Com o projeto entregue em 1972 e inaugurada em 1975, esse foi o primeiro restaurante universitário construído com essa finalidade no Brasil, e tornou-se referência para os demais que vieram a ser construídos.

Atualmente, o restaurante serve seis mil refeições diárias. De acordo com Lima (2013), sua área construída é de 6.300 m² em 4 pavimentos que contemplam: 1 cozinha central, 6 refeitórios, 6 cozinhas-minuto, 1 restaurante executivo, 8 pontos de caixa, 1 guarda-volumes e sanitários.

Figura 38 - Restaurante Universitário da UnB na década de 70



Fonte: arquivo pessoal Prof. Dr. Galbinski

Localizado acima do ICC, bem no seu centro, conforme é mostrado na Figura 39, o RU é um edifício fundamental para a vida no *campus* universitário. Nele, além das refeições, os alunos se encontram, trocam informações e conhecimento e passam parte da sua vida universitária. Portanto, um restaurante universitário não serve apenas para os usuários fazerem suas refeições, ele deve ser também agradável para que tempo e, conseqüentemente, cultura seja gasta e trocada no local.

Figura 39 - Localização do Restaurante Universitário da Universidade de Brasília



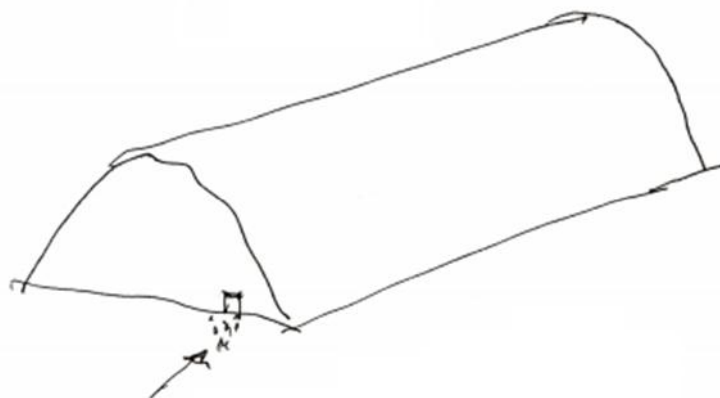
Fonte: Google Maps editado pela autora (2016)

4.3.1 Parâmetros do Projeto Arquitetônico

Em entrevista realizada com o arquiteto Galbinski em maio de 2016, ele contou que ao ser tomado pelo desafio de projetar um restaurante universitário, ele foi buscando em sua memória referências de bandejões que já havia visitado. Lembrou-se então do bandejão do Rio de Janeiro, o qual visitara quando foi encontrar seu irmão que estudava medicina na federal desse estado quando ainda estava no seu 2º semestre de arquitetura.

Galbinski relata que esse restaurante era localizado em um hangar abandonado, todo fechado, localizado próximo ao aeroporto Santos Dumont. A sensação que tivera ao entrar no local não era agradável, fazendo jus ao apelido que o local havia recebido: calabouço. Neste restaurante, entrava-se por uma pequena porta de um lado, circulava-se dentro da edificação e saía por uma outra pequena porta localizada no lado oposto, conforme o desenho feito pelo arquiteto mostrado na Figura 40.

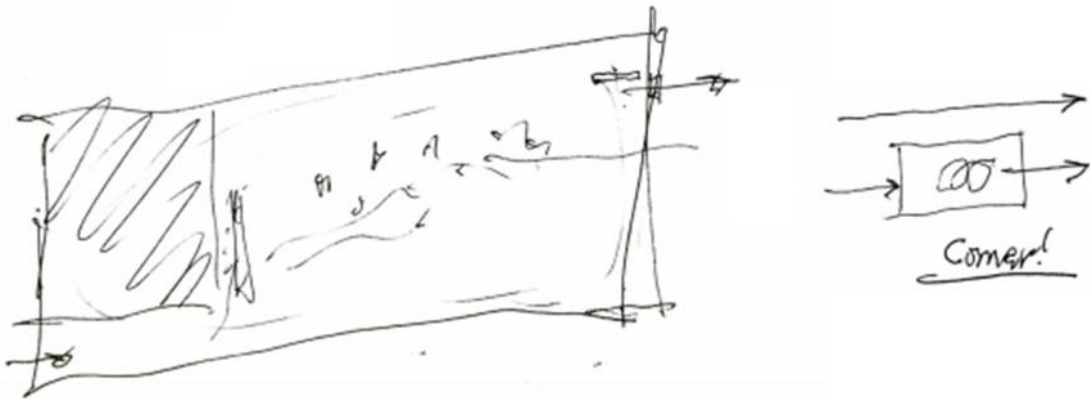
Figura 40 - Visão tridimensional do Restaurante Universitário do RJ, mostrando sua entrada por uma pequena porta de um lado e saída pelo outro.



Fonte: autora

Sendo assim, o esquema de circulação do ambiente era linear: entravam de um lado do hangar, comiam e saíam do outro, conforme representação em planta baixa desenhada pelo projetista na Figura 41.

Figura 41 - Planta baixa representando a circulação linear do RU do RJ



Fonte: autora

O arquiteto relata ainda que, devido ao grande barulho no local, as pessoas mal conseguiam conversar e tudo que se via ao levantar os olhos era pessoas mastigando, dando uma sensação manjedoura desagradável. Lembrando dessa experiência, Galbinski se questionou “o que é um restaurante universitário?”. Essa não foi uma resposta fácil de obter.

Visando responder essa pergunta, ele recordou uma outra vivência que tivera: sua convivência com estivadores do porto, que possuía um bandeirão, quando ainda morava em Porto Alegre. Então, Galbinski passou a se perguntar a diferença que deveria haver entre um bandeirão de estivadores e um bandeirão de estudantes.

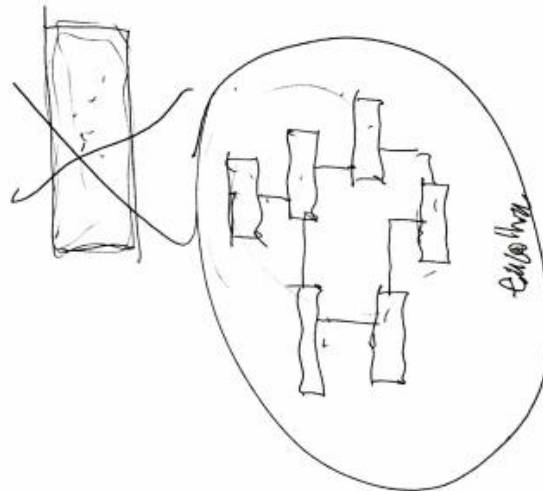
Uma outra experiência que tivera que foi fundamental para que ele projetasse o RU da UnB foi a visita a um outro restaurante com a mesma organização linear. O diferencial dessa experiência é que neste havia telas de arame com cerca de 1 m de distância entre elas que delimitavam o caminho a ser feito pelos estudantes. Isso gerava uma revolta eles, que se sentiam como se fossem gado.

Assim, através dessas três experiências e após muito pensar na pergunta “o que é um restaurante universitário?” o arquiteto encontrou a resposta: em um restaurante universitário alimentar-se é essencial, porém é necessário muito mais. O encontro era fundamental. No encontro havia troca de cultura, de notícias, de informação. A socialização era primordial. Tomando partido dessa premissa básica, o arquiteto projetou o RU da UnB com entrada e saída nos dois lados da edificação, concluindo que a movimentação no restaurante não devia ser linear, mas sim circular. Esse fato simples,

porém difícil de concluir, foi o ponto de partida crucial para o projeto do RU da UnB e todos os outros que vieram a ser construídos posteriormente pelo Brasil.

Visando deixar o ambiente agradável, diferente do grande galpão que vivenciara no restaurante do Rio de Janeiro, o projetista desmembrou o grande salão em seis para que os usuários pudessem escolher onde sentar. Esses salões possuem as mesmas dimensões, mas também contam com diferenças em sua disposição e na sua cota. A Figura 42 mostra um croqui desse pensamento.

Figura 42 - Esquema da distribuição dos seis salões do RU



Fonte: autora

Estruturalmente, Galbinski decidiu fazer uma malha quadrada de 10 x 10 m. Por ser quadrático, ele decidiu que os pilares seriam cruciforme e eles vão diminuindo de tamanho conforme os andares vão subindo, sendo que, no último andar, resta apenas o núcleo rígido da cruz.

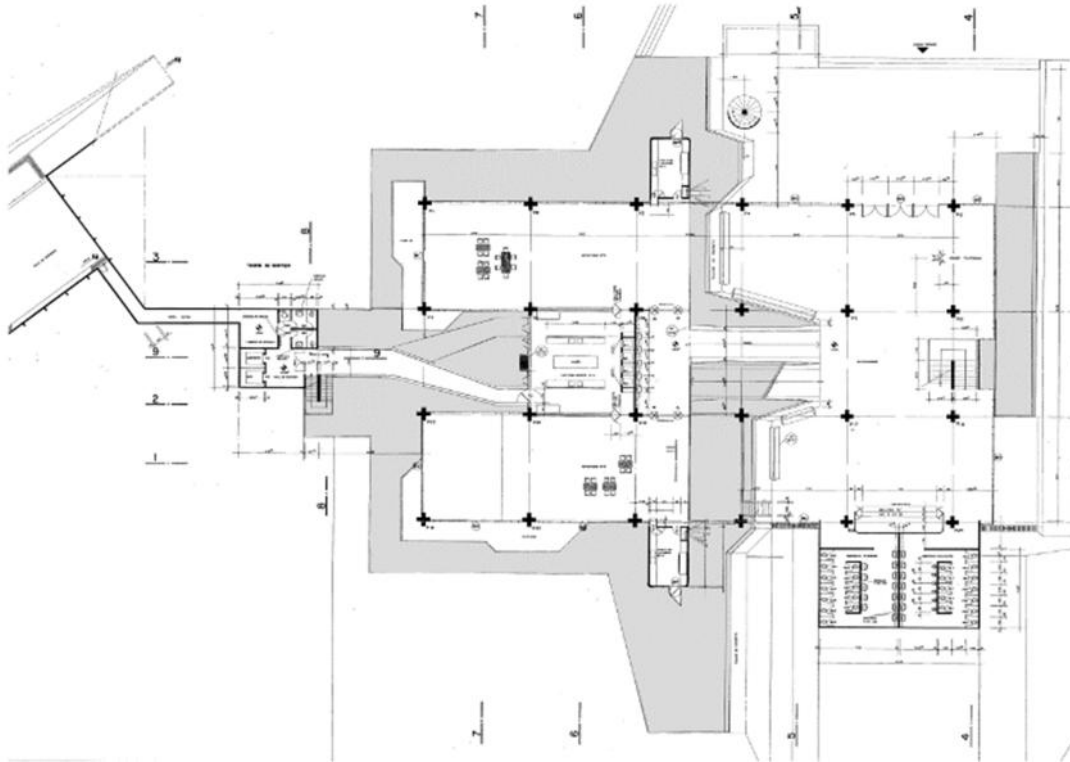
Figura 43 - Fachada externa do Restaurante Universitário



Fonte: Lima (2013). Fotografia: Joana França

A Figura 44 mostra uma planta baixa do RU no qual fica evidente o formato cruciforme dos pilares.

Figura 44 – Planta baixa dos refeitórios inferiores do RU da UnB



Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski

4.3.1 Conforto Acústico

Desejando conforto acústico do restaurante universitário, o arquiteto empregou um material isolante acústico sob as nervuras da laje que absorvia o som, impedindo a reverberação. Entretanto, ele não aplicou esse material em todas as nervuras pois, nas nervuras em que as lâmpadas de iluminação foram colocadas, outro material foi aplicado, como será descrito no item a seguir.

4.3.2 Conforto Lumínico

Para garantir conforto lumínico ao restaurante, em parceria com um engenheiro eletricista, Galbinski determinou a localização das luminárias do local. Elas que foram presas lateralmente nas nervuras da laje. Nas nervuras em que havia pontos de

iluminação, uma pintura epóxi branca foi feita para que ela refletisse a luz, ampliando o alcance do brilho delas.

Ademais, nos três primeiros andares que são envidraçados, a disposição desses vidros não é regular, pois segue a sequência de Fibonacci tanto horizontalmente quanto verticalmente. Ele fez esse ordenamento dos vidros de modo que houvesse um jogo de luzes, uma sinfonia de reflexos, não deixando o ambiente visualmente monótono de modo que o recinto ficasse confortável luminicamente.

4.3.3 Conforto Térmico

Pensando no conforto térmico do local, Galbinski decidiu que todas as esquadrias da edificação fossem em vidro veneziano. Dessa maneira, há uma ventilação permanente em todo o invólucro do restaurante. Além disso, ele determinou que a parte administrativa, depósito e cozinha fossem localizadas no pavimento superior, indo contra o procedimento padrão da época, pois até mesmo Oscar Niemeyer usualmente localizava a cozinha no subsolo.

Porém, na visão de Galbinski posicionar os trabalhadores no pavimento superior era a melhor decisão pois eles possuiriam a melhor aeração possível, e também a melhor vista, sendo o mais apropriado para o conforto ambiental deles.

5. AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS

Conforme já foi descrito nos procedimentos metodológicos, questionários foram aplicados nas edificações monumentais estudadas para que a percepção dos usuários fosse captada. As respostas encontradas encontram-se a seguir, com suas respectivas avaliações. Vale ressaltar que as conclusões foram retiradas da amostra coletada nos questionários e que, para conclusões mais precisas, seria necessário um estudo mais aprofundado.

5.1 Biblioteca Central

A seguir serão expostos os resultados encontrados no questionário aplicado no dia 21/09/2016 (Quarta Feita), na Biblioteca Central da UnB para que a avaliação da percepção do usuário seja feita. Foram aplicados 51 questionários no total, sendo 26 deles entre às 15h - 16h da tarde e 25 entre às 19h – 20h. Esses horários foram escolhidos por serem considerados os de pico do local, no período diurno e noturno, respectivamente. A média de idade dos 51 usuários participantes foi de 25,14 anos.

5.1.1.1 Conforto Acústico

Através da análise das respostas obtidas com a aplicação dos questionários, pode-se obter alguns dados referentes ao conforto acústico da Biblioteca Central, que serão expostas a seguir.

- **Pergunta 1:** Existem sons que influenciam na sua concentração?

Quadro 10 - Existem sons que influenciam na sua concentração?

Dado	Sim	Não
Quantidade Total	31	20
Porcentagem Total (%)	61	39
Quantidade Diurno	14	12
Porcentagem Diurno (%)	54	46
Quantidade Noturno	17	8
Porcentagem Noturno (%)	68	32

Analisando o Quadro 10, nota-se que a maioria dos usuários da Biblioteca perceberam a existência de sons que influenciavam na sua concentração, independente do

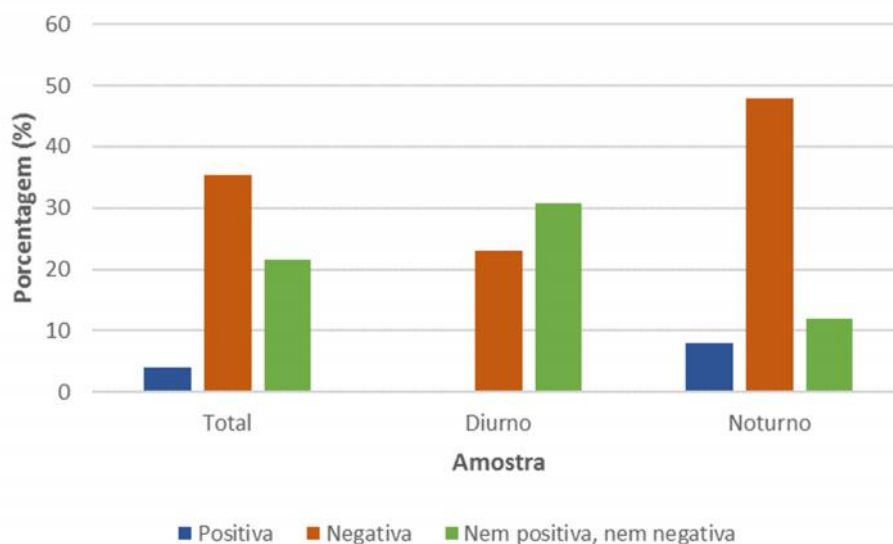
período em que o questionário foi aplicado. Contudo, no período noturno essa interferência foi maior, de 68% dos usuários.

- **Pergunta 2:** Em caso afirmativo na questão anterior, essa influência é:

Quadro 11 - Em caso afirmativo na questão anterior, essa influência é:

Dado	Positivo	Negativa	Nem positiva, nem negativa
Quantidade Total	2	18	11
Porcentagem Total (%)	4	35	22
Quantidade Diurno	0	6	8
Porcentagem Diurno (%)	0	23	31
Quantidade Noturno	2	12	3
Porcentagem Noturno (%)	8	48	12

Gráfico 2 - Em caso afirmativo na questão anterior, essa influência é:



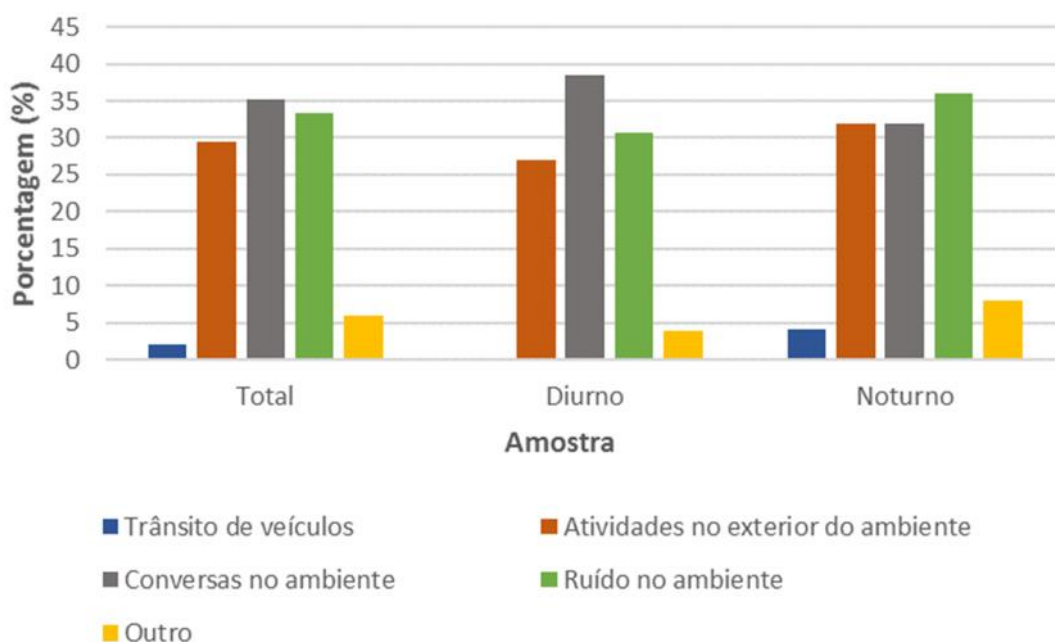
Observa-se que, do total de usuários, enquanto no período diurno apenas 23% considerou que essa influência era negativa, a noite esse valor subiu para 48%. Isso pode ter acontecido pois, devido ao fato de, em geral, os usuários estarem mais cansados, há uma dificuldade maior de concentração. Do total, 26% considerou esse som positivo ou nem positivo nem negativo, e 35% julgou-o negativo. Sendo assim, pode-se concluir que a BCE possui um bom conforto acústico, uma vez que apenas cerca de 30% dos usuários consideraram os sons ouvidos negativos.

Pergunta 3: Os sons que você identificou na questão anterior são de:

Quadro 12 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:

Dado	Trânsito de veículos	Atividades no exterior do ambiente	Conversas no ambiente	Ruído no ambiente	Outro
Quantidade Total	1	15	18	17	3
Porcentagem Total (%)	2	29	35	33	6
Quantidade Diurno	0	7	10	8	1
Porcentagem Diurno (%)	0	27	38	31	4
Quantidade Noturno	1	8	8	9	2
Porcentagem Noturno (%)	4	32	32	36	8

Gráfico 3 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:



Conversas e ruídos no interior do ambiente foram os sons mais identificados, somando cerca de 65% dos usuários. Menos de 31% reconheceram sons do exterior do ambiente e trânsito de veículos. Dentro da resposta “outros”, os usuários responderam que ouviam sons dos trabalhos da organização, pássaros, ventos e também o barulho de salto alto.

Sendo assim, pode-se concluir que o isolamento acústico da biblioteca é bom, pois sons de fora do ambiente foram notados por menos 30% dos estudantes e servidores, sendo possível dizer que as premissas de projeto no que diz respeito ao conforto acústico do arquiteto foram alcançadas.

5.1.2 Conforto Lumínico

Com a aplicação dos questionários, pode-se perceber alguns aspectos referentes ao conforto lumínico da Biblioteca Central, que serão expostos a seguir com o auxílio dos próximos quadros e gráficos.

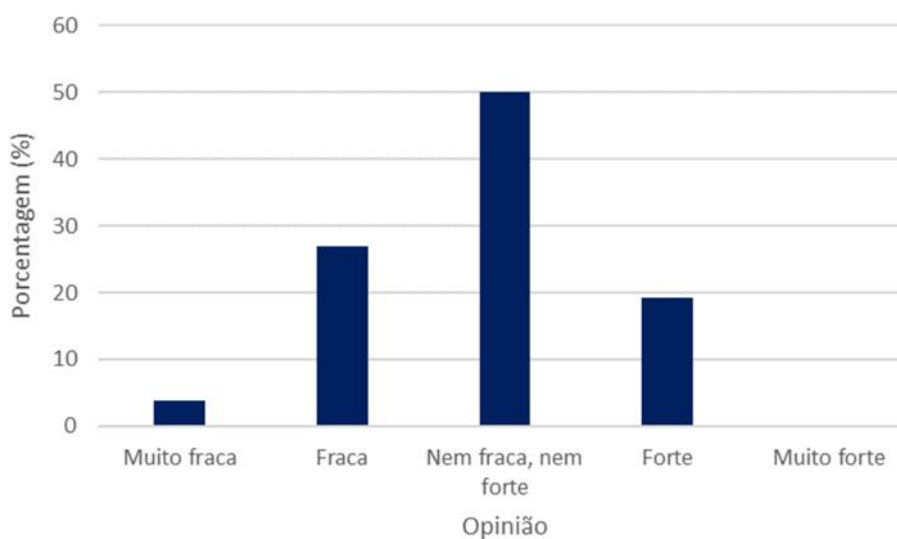
- **Pergunta 1:** Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:

Nessa questão, apenas as respostas diurnas foram analisadas, uma vez que a noite a luz natural não é existente. Então, foram feitos o Quadro 13 e o Gráfico 4.

Quadro 13 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:

Dado	Muito fraca	Fraca	Nem fraca, nem forte	Forte	Muito forte
Quantidade Diurno	1	7	13	5	0
Porcentagem Diurno (%)	4	27	50	19	0

Gráfico 4 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:



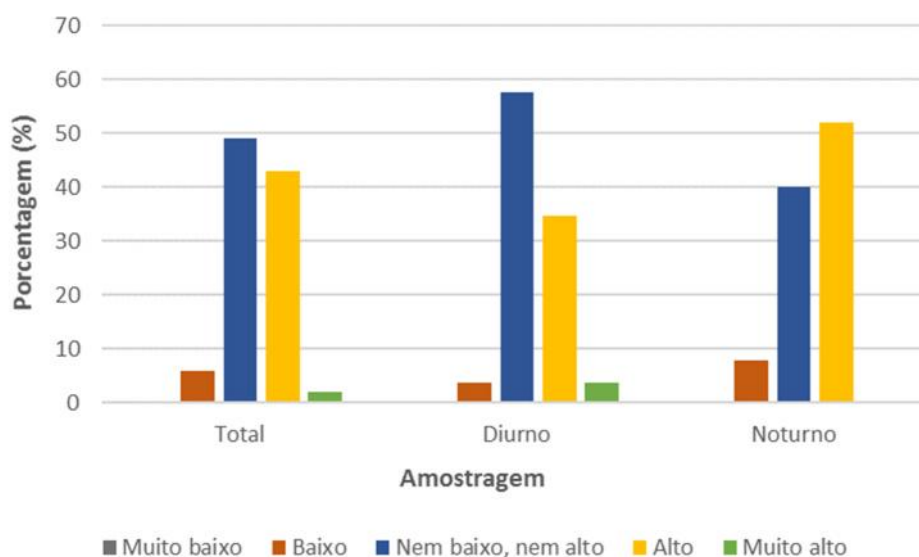
Nota-se que mais de 80% dos usuários consideraram a luz natural que entra no ambiente nem fraca nem forte, fraca ou muito fraca, e ninguém a julgou como forte. Sendo assim, conclui-se que a premissa de projeto do Galbinski, que colocou os brises justamente para evitar a entrada da radiação solar e para que luz artificial prevalecesse, foi alcançada de acordo com a perspectiva dos usuários.

- **Pergunta 2:** Como você avalia o nível de iluminação no ambiente?

Quadro 14 - Como você avalia o nível de iluminação no ambiente?

Dado	Muito baixo	Baixo	Nem baixo, nem alto	Alto	Muito alto
Quantidade Total	0	3	25	22	1
Porcentagem Total (%)	0	6	49	43	2
Quantidade Diurno	0	1	15	9	1
Porcentagem Diurno (%)	0	4	58	35	4
Quantidade Noturno	0	2	10	13	0
Porcentagem Noturno (%)	0	8	40	52	0

Gráfico 5 - Como você avalia o nível de iluminação no ambiente?



Avalia-se que ninguém considerou o nível de iluminação como “muito baixo”, e que uma pequena quantidade de pessoas o considerou “baixo”. É interessante que, enquanto durante o dia apenas 35% considerou o nível de iluminação “alto”, durante a noite esse número é de 52%, mostrando que a luz artificial do local está em bom funcionamento.

Independentemente do período em que o questionário foi realizado, cerca de 90% dos usuários acharam o nível de iluminamento do ambiente “nem baixo nem alto” ou “alto”. Isso revela que a premissa de projeto de Galbinski apresentada no item 4.2.1, foi cumprida de acordo com a percepção dos usuários. Para ele, o nível de iluminação

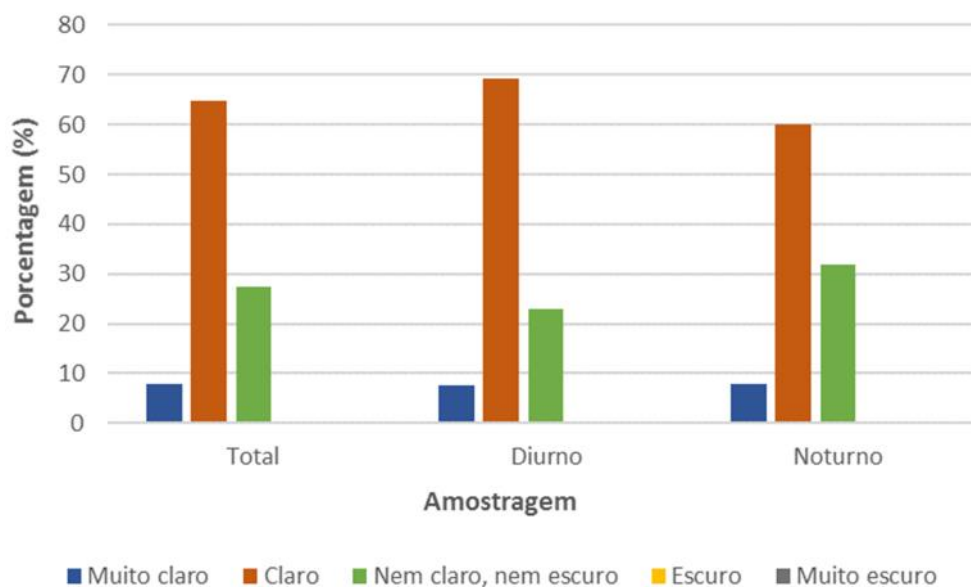
dentro de uma biblioteca não pode mudar muito durante o decorrer do dia, e isso é o que ocorre uma vez que as respostas não variaram muito do período diurno para o noturno.

- **Pergunta 3:** Você considera esse ambiente:

Quadro 15 - Você considera esse ambiente:

Dado	Muito claro	Claro	Nem claro, nem escuro	Escuro	Muito escuro
Quantidade Total	4	33	14	0	0
Porcentagem Total (%)	8	65	27	0	0
Quantidade Diurno	2	18	6	0	0
Porcentagem Diurno (%)	8	69	23	0	0
Quantidade Noturno	2	15	8	0	0
Porcentagem Noturno (%)	8	60	32	0	0

Gráfico 6 - Você considera esse ambiente:



Com o auxílio do Quadro 15 e Gráfico 6, nota-se que nenhum dos usuários considerou o ambiente escuro ou muito escuro. Tanto no período diurno quanto noturno a maioria (69% e 60% respectivamente) consideraram o ambiente claro, enquanto cerca de 27% o julgou como nem claro nem escuro.

Tendo em vista que o objetivo do arquiteto projetista era de deixar o local sempre iluminado, com pouca variação de luz, sua meta foi cumprida e, luminicamente, o ambiente é considerado confortável.

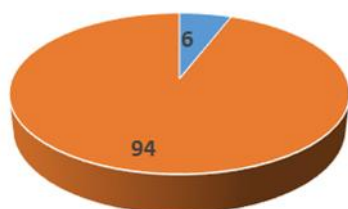
- **Pergunta 4:** Você precisa forçar os olhos para realizar as atividades?

Quadro 16 - Você precisa forçar os olhos para realizar as atividades?

Dado	Sim	Não
Quantidade Total	3	48
Porcentagem Total (%)	6	94
Quantidade Diurno	1	25
Porcentagem Diurno (%)	4	96
Quantidade Noturno	2	23
Porcentagem Noturno (%)	8	92

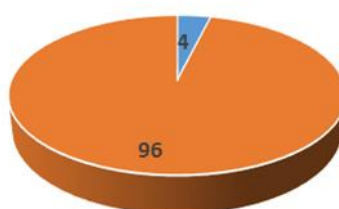
Gráfico 7 - Você precisa forçar os olhos para realizar as atividades?

a) Porcentagem Total



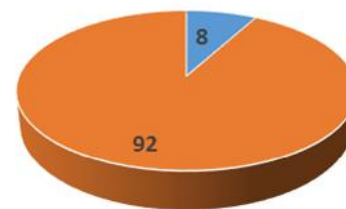
■ Sim ■ Não

b) Porcentagem Diurno



■ Sim ■ Não

c) Porcentagem Noturno



■ Sim ■ Não

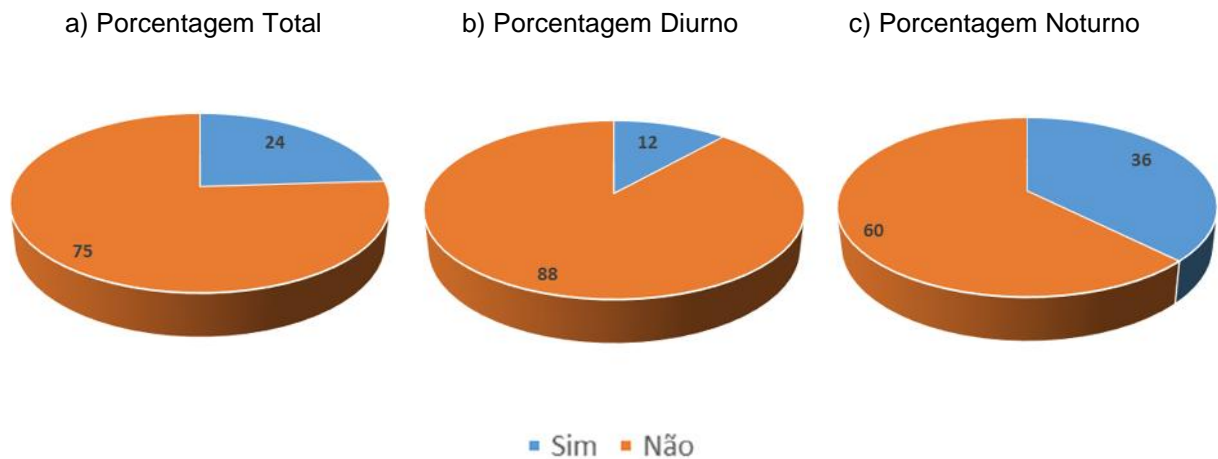
É notável através do Quadro 16 e do Gráfico 7 que mais de 90% dos entrevistados não tiveram que forçar os olhos para realizar suas atividades, tanto no período noturno quanto no diurno. Esse é um dos critérios para que o conforto lumínico seja atingido e, de acordo com a percepção dos usuários, ele foi atingido.

- **Pergunta 5:** Ao ler você percebe reflexos no papel?

Quadro 17 - Ao ler você percebe reflexos no papel?

Dado	Sim	Não
Quantidade Total	12	38
Porcentagem Total (%)	24	75
Quantidade Diurno	3	23
Porcentagem Diurno (%)	12	88
Quantidade Noturno	9	15
Porcentagem Noturno (%)	36	60

Gráfico 8 - Ao ler você percebe reflexos no papel?



Durante o período diurno, 12% dos usuários notaram reflexos, enquanto no noturno esse número é de 36%. Não haver reflexos ao ler é um dos critérios para que o conforto lumínico seja alcançado. Dessa forma, pode-se dizer que durante o dia esse critério foi aprovado, porém no período noturno há ressalvas, uma vez que quase 40% percebeu reflexos, o que dificulta a leitura e os estudos, principalmente em se tratando de uma biblioteca.

5.1.3 Conforto Térmico

No dia da aplicação do questionário, o dia em Brasília foi ensolarado, sem possibilidade de chuva, quente e cuja temperatura mínima foi de 19°C e a máxima de

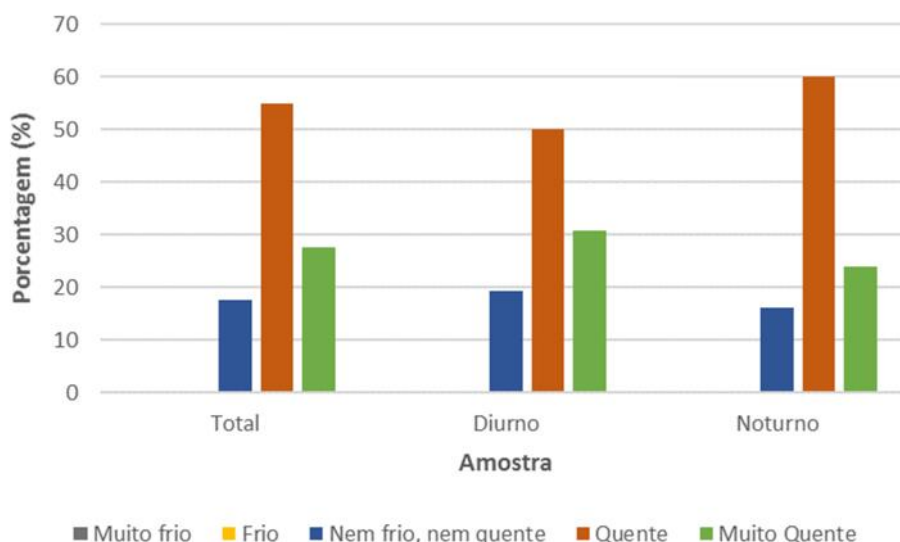
32°C. Os resultados de cada pergunta estão apresentados nos quadros e gráficos abaixo.

- **Pergunta 1:** Neste momento, você percebe que o ambiente está:

Quadro 18 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:

Dado	Muito frio	Frio	Nem frio, nem quente	Quente	Muito Quente
Quantidade Total	0	0	9	28	14
Porcentagem Total (%)	0	0	18	55	27
Quantidade Diurno	0	0	5	13	8
Porcentagem Diurno (%)	0	0	19	50	31
Quantidade Noturno	0	0	4	15	6
Porcentagem Noturno (%)	0	0	16	60	24

Gráfico 9 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:



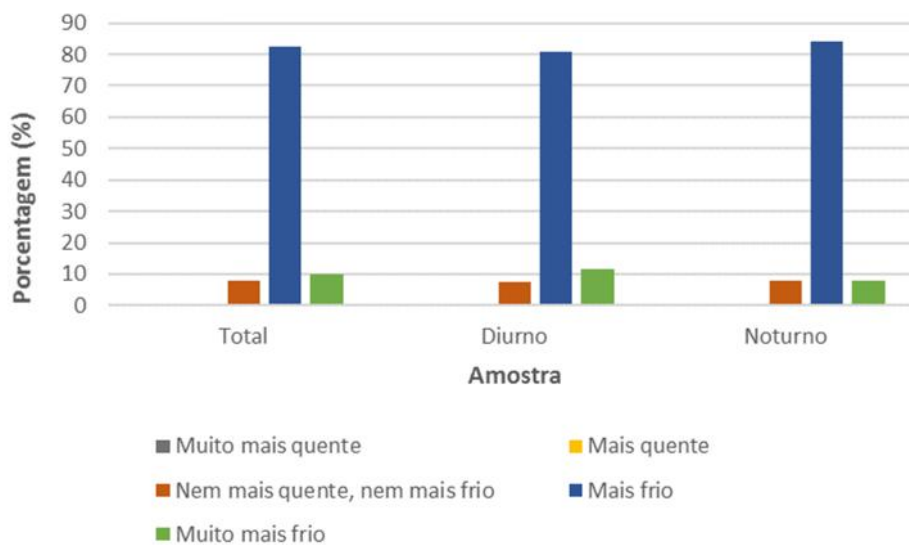
Analisando o Quadro 18 e o Gráfico 9, é notável que cerca de 18% dos usuários consideraram o ambiente nem quente, nem frio independentemente do horário. Verifica-se também que mais de 80% dos usuários, seja no período diurno ou noturno, acharam quente ou muito quente. Portanto, pode-se dizer que, de maneira geral, os usuários consideraram a biblioteca quente e as premissas de projeto do arquiteto não foram atendidas de acordo com a percepção deles para os dias de hoje. Vale ressaltar que, atualmente, as temperaturas médias são maiores que as da época da sua construção.

- **Pergunta 2:** Você gostaria que o ambiente estivesse:

Quadro 19 - Você gostaria que o ambiente estivesse:

Dado	Muito mais quente	Mais quente	Nem mais quente, nem mais frio	Mais frio	Muito mais frio
Quantidade Total	0	0	4	42	5
Porcentagem Total (%)	0	0	8	82	10
Quantidade Diurno	0	0	2	21	3
Porcentagem Diurno (%)	0	0	8	81	12
Quantidade Noturno	0	0	2	21	2
Porcentagem Noturno (%)	0	0	8	84	8

Gráfico 10 - Percepção térmica segundo a vontade do usuário



Com o auxílio do

Quadro 19 e do Gráfico 10, observa-se que, independentemente do horário do questionário aplicado, mais de 90% dos usuários gostariam que o ambiente estivesse mais frio ou muito mais frio. Dessa forma, a partir da percepção dos usuários, pode-se dizer que a premissa de projeto do arquiteto deve ser reavaliada e uma interferência é necessária no conforto térmico desse local.

- **Pergunta 3:** Você observa sol direto dentro do ambiente?

Para essa pergunta, apenas as respostas apenas dos participantes do período diurno foram analisadas.

Quadro 20 - Você observa sol direto dentro do ambiente?

Dado	Sim	Não
Quantidade Diurno	5	21
Porcentagem Diurno (%)	19	81

Gráfico 11 - Você observa sol direto dentro do ambiente?



Através do Quadro 20 constata-se que a mais de 80% dos usuários não observaram a entrada direta de sol direto dentro do ambiente. Para o conforto térmico, esse é um bom resultado, uma vez que a entrada direta do sol não é desejada para essa edificação. Ademais, a premissa de projeto do Galbinski foi cumprida, tendo em vista que ele não desejava a entrada de radiação solar por se tratar de uma biblioteca.

- **Pergunta 4:** a) Você percebe a entrada de vento? b) Em caso afirmativo, o vento gera desconforto?

Quadro 21 - Resultado percepção térmica referente à pergunta 4

Pergunta 4	a) Você percebe a entrada de vento?		b) Em caso afirmativo, o vento gera desconforto?	
	Sim	Não	Sim	Não
Porcentagem Total (%)	33	67	0	100
Porcentagem Diurno (%)	31	69	0	100
Porcentagem Noturno (%)	36	64	0	100

Levando-se em consideração o Quadro 21, é possível afirmar que o resultado pouco variou entre os períodos diurno e noturno, sendo que cerca 67% não notaram a entrada de vento e dos 33% que notaram, ninguém achou esse vento desconfortável,

sendo possível concluir que correntes de ar com maior frequência seria desejável pelos usuários.

Sendo assim, pode-se dizer que a premissa de projeto do arquiteto Galbinski exposta no item 4.2.3, que determinou que as estantes deveriam ser posicionadas perpendiculares à fachada para facilitar a circulação de vento, ao menos no momento em que o questionário foi aplicado, não foi cumprida.

5.1.1 Restaurante Universitário

A seguir serão expostos os resultados encontrados no questionário aplicado no dia 13/09/2016 (Quarta Feita), no Restaurante Universitário da UnB para que a avaliação da percepção do usuário seja feita. Foram aplicados 50 questionários no total, sendo 25 deles entre às 12:00 h – 12:30 h da tarde e 25 entre às 18:30h – 19:00h. Esses horários foram escolhidos por serem considerados os de pico do local, no período diurno e noturno, respectivamente. A média de idade dos 50 usuários participantes foi de 24,65 anos.

5.1.2 Conforto Acústico

Através da análise das respostas obtidas com a aplicação dos questionários, pode-se obter algumas informações no que diz respeito ao conforto acústico da Biblioteca Central, que serão expostas a seguir.

❖ Pergunta 1: Existem sons que influenciam na altura da conversa?

Quadro 22 - Existem sons que influenciam na altura da conversa?

Dado	Sim	Não
Quantidade Total	47	3
Porcentagem Total (%)	94	6
Quantidade Diurno	24	1
Porcentagem Diurno (%)	96	4
Quantidade Noturno	23	2
Porcentagem Noturno (%)	92	8

Gráfico 12 - Existem sons que influenciam na altura da conversa?



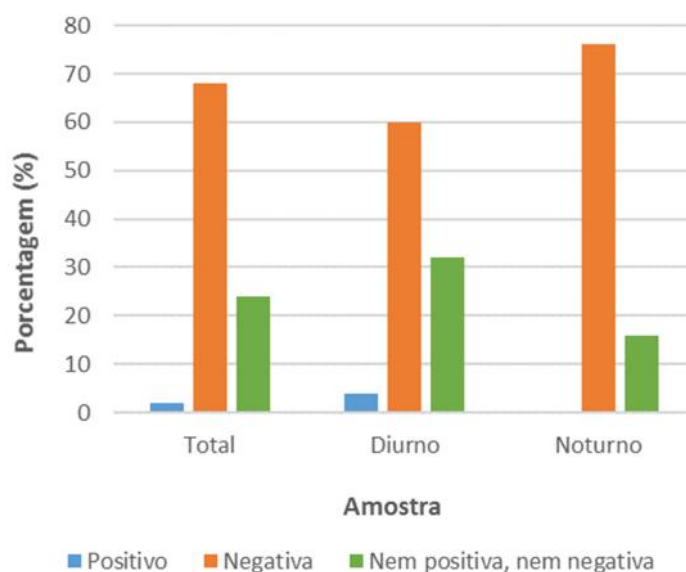
Nota-se, através do Quadro 22 e do Gráfico 12 que mais de 90% dos usuários notaram sons que influenciam na altura da conversa não importando o período analisado.

❖ **Pergunta 2:** Em caso afirmativo da questão anterior, esta influência é:

Quadro 23 - Em caso afirmativo da questão anterior, esta influência é:

Dado	Positivo	Negativa	Nem positiva, nem negativa
Quantidade Total	1	34	12
Porcentagem Total (%)	2	68	24
Quantidade Diurno	1	15	8
Porcentagem Diurno (%)	4	60	32
Quantidade Noturno	0	19	4
Porcentagem Noturno (%)	0	76	16

Gráfico 13 - Em caso afirmativo da questão anterior, esta influência é:



De toda a amostra, quase 70% classificaram esses sons como negativos, e menos de 5% considerou-o positivo. Isso quer dizer que os usuários classificam esses sons como ruído, e que o conforto acústico não foi atingido. Sendo assim, pode-se entender que as premissas de conforto acústico não foram suficientes.

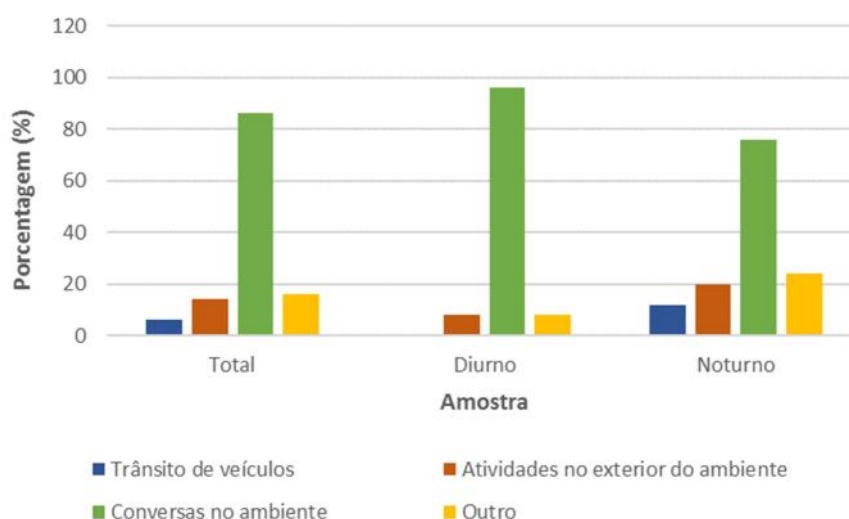
❖ **Pergunta 3:** Os sons que você identificou na questão anterior são de:

Quadro 24 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:

Dado	Trânsito de veículos	Atividades no exterior do ambiente	Conversas no ambiente	Outro
Quantidade Total	3	7	43	8
Porcentagem Total (%)	6	14	86	16
Quantidade Diurno	0	2	24	2
Porcentagem Diurno (%)	0	8	96	8
Quantidade Noturno	3	5	19	6
Porcentagem Noturno (%)	12	20	76	24

O ruído mais identificado pelos usuários do RU foram conversas no ambiente, no qual durante período diurno mais de 95% dos usuários o detectaram, seguido de atividades no exterior do ambiente e outros. Dentre esses outros ruídos foram citados barulho de pratos, talheres, da cozinha e de manifestantes que haviam próximos ao local. O Gráfico 14 mostra esse resultado.

Gráfico 14 - Os sons que você identificou na questão anterior são de:

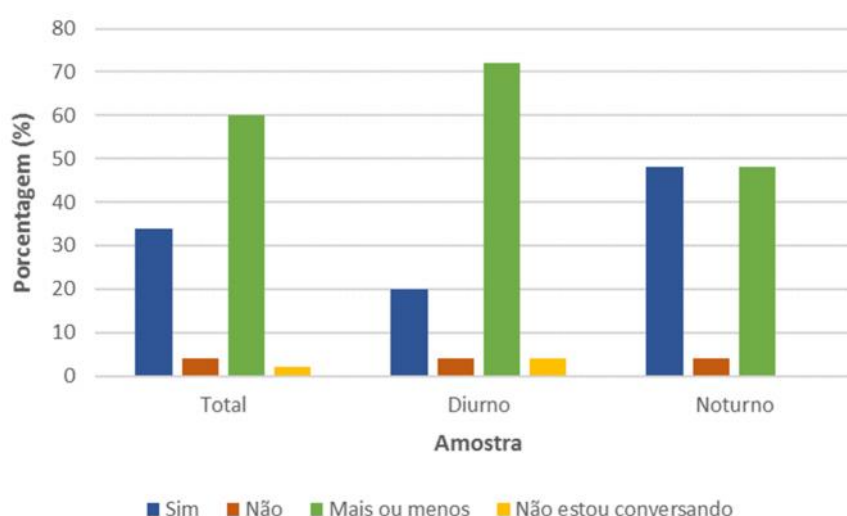


❖ **Pergunta 4:** Você ouve e compreende bem a voz de com quem está conversando?

Quadro 25 - Você ouve e compreende bem a voz de com quem está conversando?

Dado	Sim	Não	Mais ou menos	Não estou conversando
Quantidade Total	17	2	30	1
Porcentagem Total (%)	34	4	60	2
Quantidade Diurno	5	1	18	1
Porcentagem Diurno (%)	20	4	72	4
Quantidade Noturno	12	1	12	0
Porcentagem Noturno (%)	48	4	48	0

Gráfico 15 - Resultado percepção acústica referente à pergunta 4



Analisando os dados obtidos pelos questionários, pode-se verificar que, de modo geral, para os usuários do RU o conforto acústico não é o ideal, uma vez que a maioria dos usuários disseram haver sons que influenciavam na altura da conversa de modo negativo, sendo que a maioria dos usuários compreendiam “mais ou menos” bem o que a voz de com quem estava conversando dizia. Como já foi dito na revisão bibliográfica, o grau de compreensibilidade é um fator que influencia no conforto acústico e, quanto a esse critério, o RU não cumpriu com o esperado. O som mais presente era o das próprias conversas dos usuários. Sendo assim, podemos depreender que a premissa de projeto acústica não foi satisfatória de acordo com a percepção dos usuários.

5.1.2.1 Conforto Lumínico

A seguir serão expostos os resultados obtidos através do questionário sobre o conforto lumínico do RU da UnB.

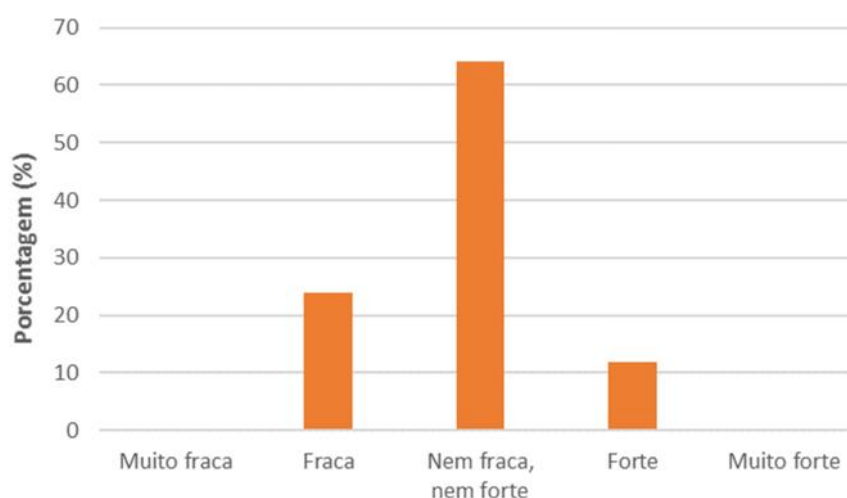
- **Pergunta 1** - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:

Nessa questão, apenas os dados do questionário diurno foram estudados, uma vez que a noite já não há luz natural.

Quadro 26 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:

Dado	Muito fraca	Fraca	Nem fraca, nem forte	Forte	Muito forte
Quantidade Diurno	0	6	16	3	0
Porcentagem Diurno (%)	0	24	64	12	0

Gráfico 16 - Na sua opinião, a luz natural que entra no ambiente é:



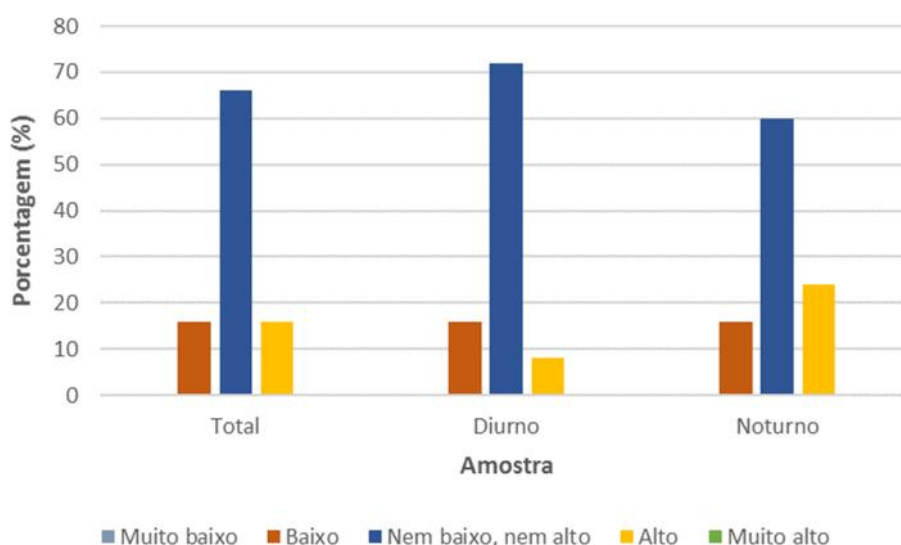
Cerca de 65% dos usuários consideraram nem fraca nem forte a entrada de luz natural. Em seguida, 24% considerou-a fraca.

- **Pergunta 2** – Como você avalia o nível de iluminação do ambiente?

Quadro 27 - Como você avalia o nível de iluminação do ambiente?

Dado	Muito baixo	Baixo	Nem baixo, nem alto	Alto	Muito alto
Quantidade Total	0	8	33	8	0
Porcentagem Total (%)	0	16	66	16	0
Quantidade Diurno	0	4	18	2	0
Porcentagem Diurno (%)	0	16	72	8	0
Quantidade Noturno	0	4	15	6	0
Porcentagem Noturno (%)	0	16	60	24	0

Gráfico 17 - Como você avalia o nível de iluminação do ambiente?

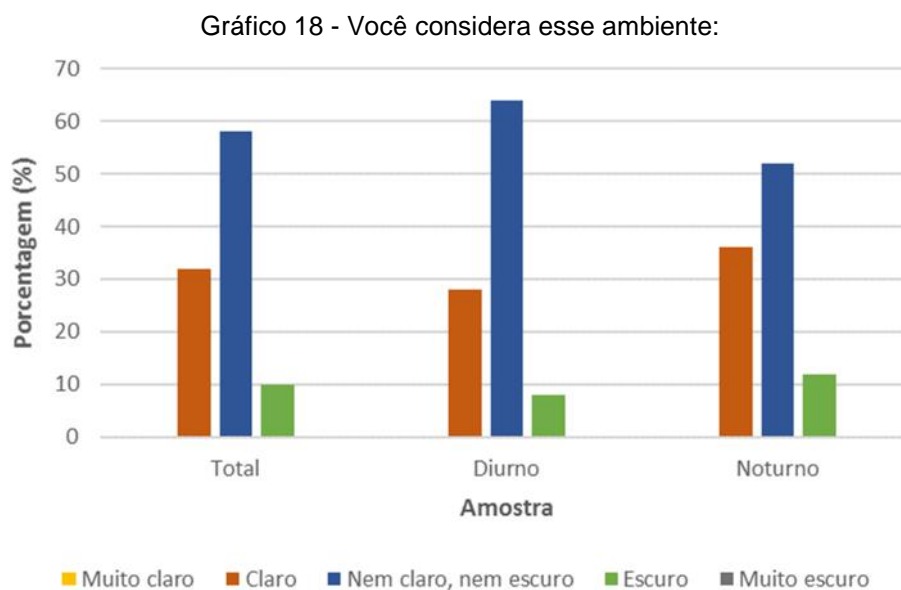


Nota-se que independentemente do período em que o questionário foi aplicado, ninguém considerou o nível de iluminação do ambiente muito baixo nem muito alto, o que é apropriado. A maioria, cerca de 65% considerou a iluminação nem baixa, nem alta. É curioso que enquanto no período diurno um número maior considerou a iluminação baixa que alta, no noturno o inverso ocorreu. Sendo assim, com a amostra coletada, averigua-se que a iluminação artificial está mais eficiente que a natural.

- **Pergunta 3 – Você considera esse ambiente:**

Quadro 28 - Você considera esse ambiente:

Dado	Muito claro	Claro	Nem claro, nem escuro	Escuro	Muito escuro
Quantidade Total	0	16	29	5	0
Porcentagem Total (%)	0	32	58	10	0
Quantidade Diurno	0	7	16	2	0
Porcentagem Diurno (%)	0	28	64	8	0
Quantidade Noturno	0	9	13	3	0
Porcentagem Noturno (%)	0	36	52	12	0



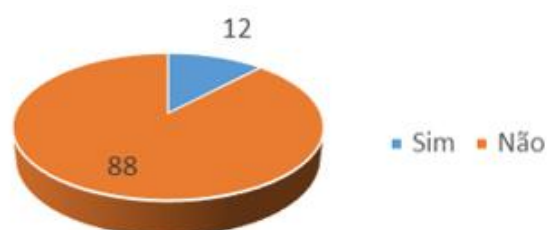
Novamente nenhuma das extremidades, ou seja, nem o “muito claro” nem o “muito escuro” foram marcados por nenhum participante do questionário, o que é positivo para o conforto lumínico. Tanto os usuários do período vespertino quanto do noturno consideraram em sua maioria (cerca de 60%) o ambiente nem claro, nem escuro. Em seguida, a maior parte julgou o local como claro (por volta de 30%). Sendo assim, a premissa de projeto de Galbinski foi acertada.

- **Pergunta 4** – Você precisa forçar os olhos para enxergar bem e realizar as atividades?

Quadro 29 - Você precisa forçar os olhos para enxergar bem e realizar as atividades?

Dado	Sim	Não
Quantidade Total	6	44
Porcentagem Total (%)	12	88
Quantidade Diurno	3	22
Porcentagem Diurno (%)	12	88
Quantidade Noturno	3	22
Porcentagem Noturno (%)	12	88

Gráfico 19 - Você precisa forçar os olhos para enxergar bem e realizar as atividades?



Mais de 85% dos usuários não precisaram forçar os olhos para realizar as atividades desejadas. Esse é um critério para que o conforto lumínico seja alcançado. Sendo assim, com base na amostra que respondeu o questionário, pode-se dizer que o ambiente do RU é confortável luminicamente e que as premissas de projeto foram cumpridas.

5.1.2.2 Conforto Térmico

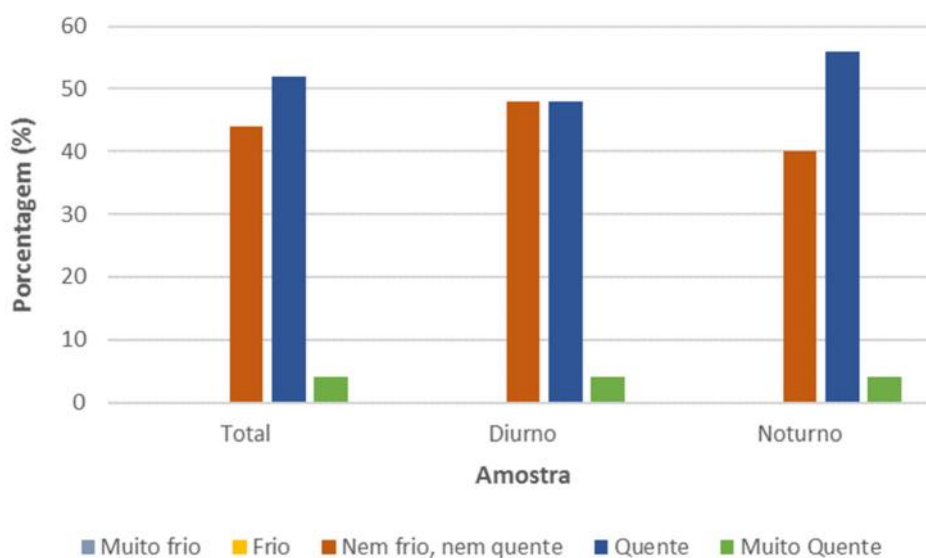
No dia da aplicação do questionário, o dia em Brasília foi ensolarado, sem possibilidade de chuva, quente e sua temperatura mínima foi de 19°C e a máxima de 32°C. Os resultados de cada pergunta estão apresentados nos quadros e gráficos abaixo.

- **Pergunta 1:** Neste momento, você percebe que o ambiente está:

Quadro 30 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:

Dado	Muito frio	Frio	Nem frio, nem quente	Quente	Muito Quente
Quantidade Total	0	0	22	26	2
Porcentagem Total (%)	0	0	44	52	4
Quantidade Diurno	0	0	12	12	1
Porcentagem Diurno (%)	0	0	48	48	4
Quantidade Noturno	0	0	10	14	1
Porcentagem Noturno (%)	0	0	40	56	4

Gráfico 20 - Neste momento, você percebe que o ambiente está:



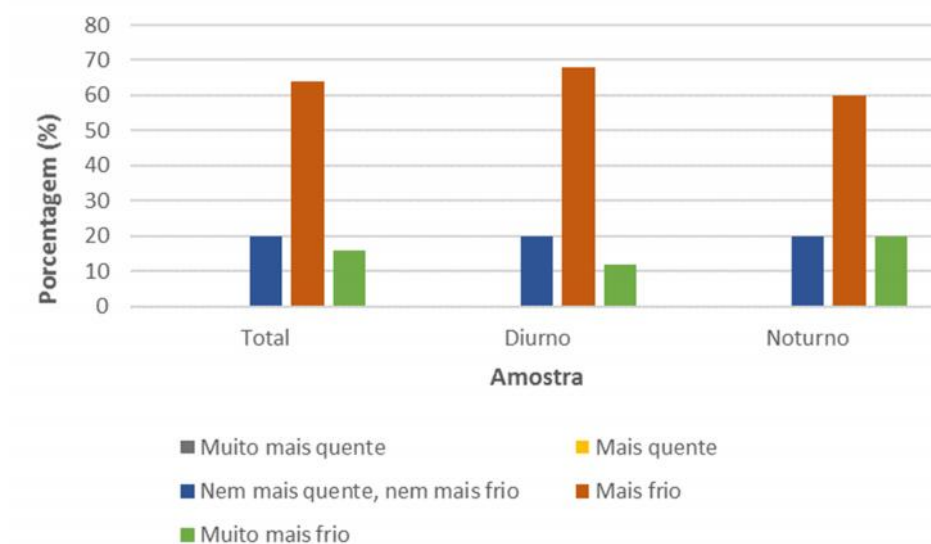
Nota-se que, qualquer que seja o horário pesquisado, a maioria dos usuários considerou o local “quente”, seguido de “nem frio, nem quente”. Ninguém achou o ambiente frio ou muito frio.

- **Pergunta 2:** Você gostaria que o ambiente estivesse:

Quadro 31 - Você gostaria que o ambiente estivesse:

Dado	Muito mais quente	Mais quente	Nem mais quente, nem mais frio	Mais frio	Muito mais frio
Quantidade Total	0	0	10	32	8
Porcentagem Total (%)	0	0	20	64	16
Quantidade Diurno	0	0	5	17	3
Porcentagem Diurno (%)	0	0	20	68	12
Quantidade Noturno	0	0	5	15	5
Porcentagem Noturno (%)	0	0	20	60	20

Gráfico 21 - Você gostaria que o ambiente estivesse:



Com os dados obtidos pelo Quadro 31 e pelo Gráfico 21, nenhum dos usuários gostaria que o ambiente estivesse mais quente ou muito mais quente. Tanto de dia quanto de noite, 20% estavam confortáveis termicamente. Entretanto, 80%, ou seja: a maioria, gostaria que o local estivesse mais frio ou muito mais frio.

Sendo assim, pode-se concluir que as premissas de conforto térmico do projetista não foram alcançadas para os dias atuais e que, para isso, o local deveria estar mais fresco.

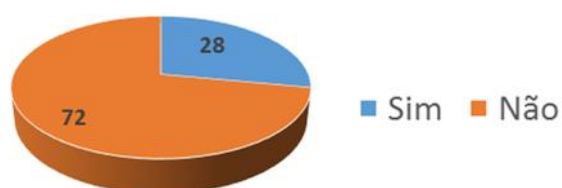
- **Pergunta 3:** Você observa sol direto dentro ambiente?

Nesta pergunta, apenas os usuários do período diurno responderam, uma vez que no horário noturno já não havia mais sol.

Quadro 32 - Você observa sol direto dentro ambiente?

Dado	Sim	Não
Quantidade Diurno	7	18
Porcentagem Diurno (%)	28	72

Gráfico 22 - Você observa sol direto dentro ambiente?



A maioria dos usuários (72%) não detectou a presença de sol no interior do ambiente, o que é positivo para o conforto térmico.

- **Pergunta 4:** a) Você percebe a entrada de vento? b) Em caso afirmativo, esse vento gera desconforto?

Quadro 33 - a) Você percebe a entrada de vento? b) Em caso afirmativo, esse vento gera desconforto?

Pergunta 4	a) Você percebe a entrada de vento?		b) Em caso afirmativo, o vento gera desconforto?	
	Sim	Não	Sim	Não
Quantidade Total	22	27	0	22
Porcentagem Total (%)	44	54	0	100
Quantidade Diurno	12	13	0	12
Porcentagem Diurno (%)	48	52	0	100
Quantidade Noturno	10	14	0	10
Porcentagem Noturno (%)	40	56	0	100

A maior parte dos usuários não perceberam a entrada de vento, contudo, essa percepção foi bastante balanceada. Nota-se que 100% dos usuários que perceberam a entrada de vento consideraram ele positivo para o conforto ambiental. Assim sendo, conclui-se que uma maior quantidade de corrente de vento no interior do restaurante seria favorável para o ambiente.

Portanto a premissa de projeto exposta no item 4.3.3, na qual Galbinski diz que os vidros venezianos permitiam uma ventilação permanente em todo o invólucro do restaurante ocorreria pode ter tido sim alguma influência para uma boa parcela dos usuários, cerca de 45%, percebessem essa entrada de vento agradável.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentados e analisados os resultados obtidos nas medições in loco dos monumentos estudados.

6.1 Biblioteca Central

6.1.1 Conforto Acústico

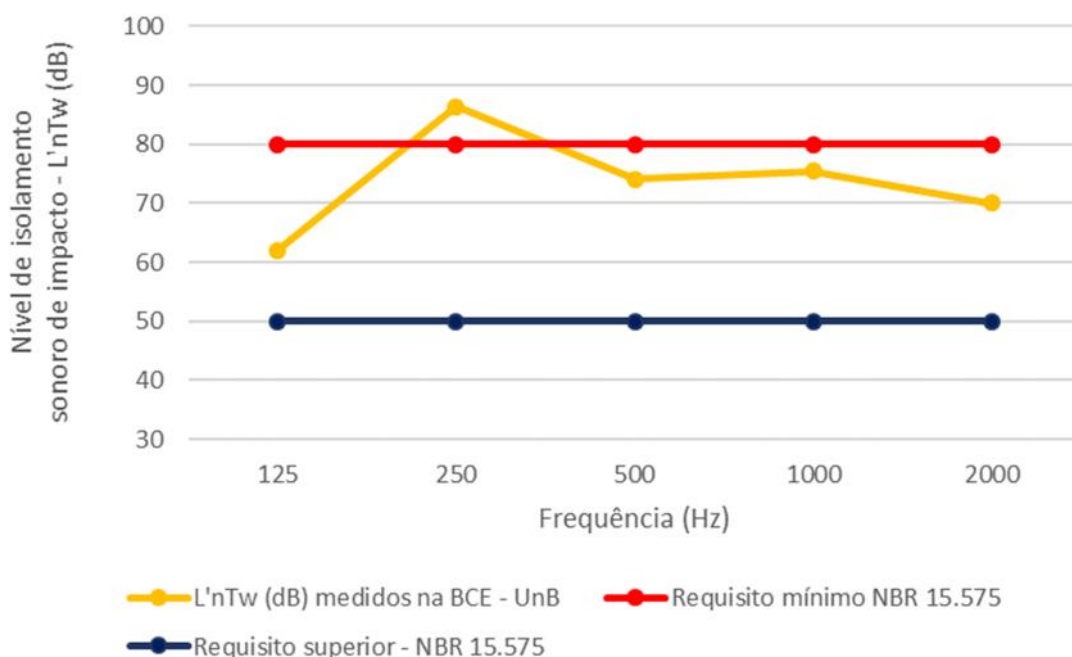
Com o auxílio do software BZ 2250, os resultados referentes ao ensaio que verifica o nível de isolamento sonoro de impacto ($L'nTw$), apresentado no item 3.3.1.1 do piso da biblioteca nas principais frequências (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz e 2.000 Hz) são os apresentados no Quadro 34 e no Gráfico 23 a seguir.

Quadro 34 - Nível de isolamento sonoro de impacto ($L'nTw$) da BCE – UnB nas principais frequências

Frequência (Hz)	$L'nTw$ (dB)
125	62,1
250	86,4
500	74,1
1000	75,4
2000	70,1
Média:	73,62

Fonte: autora

Gráfico 23 – Nível de isolamento sonoro de impacto ($L'nTw$) da BCE - UnB



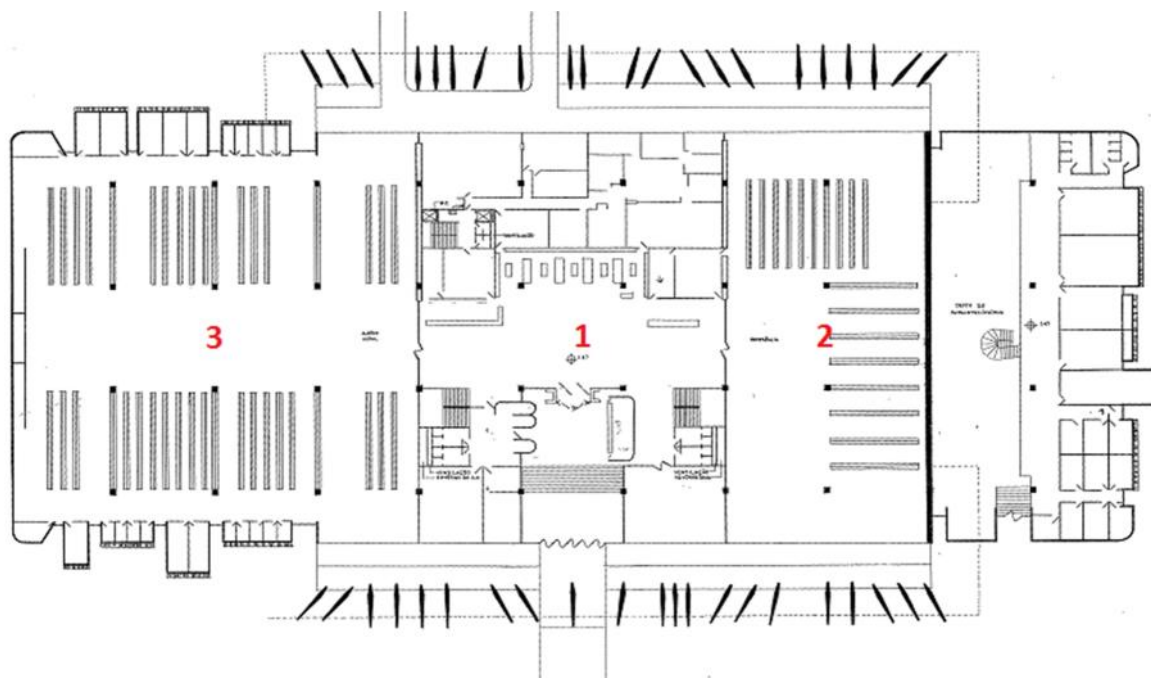
De acordo com a parte 3 da NBR 15.575, o $L'nTw$ deve ser menor que 80 dB para alcançar o desempenho mínimo no caso do sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos (Quadro 5) e menor que 50 dB para obter desempenho superior.

Sendo assim, o resultado médio encontrado foi de 73,62 dB, o que é menor que os 80 dB exigidos. Apenas a medição que ocorreu na frequência de 250 Hz ultrapassou o limite, o que fica claro no Gráfico 23, ou seja, 80% das medições foram de acordo com o esperado pela NBR 15.575. Fazendo um elo com o questionário aplicado, no que tange à parte acústica, cerca de 30% dos usuários perceberam sons negativos, e ainda assim a maior parte desses sons foram selecionados como conversas e ruídos no ambiente, não houve constatação de ruídos de impacto. Portanto, quanto a esse quesito, a premissa de projeto de Galbinski foi aprovada tanto pela NBR 15.575 quanto pelos seus usuários. Pode-se dizer ainda que os requisitos mínimos para ruído de impacto da Norma de Desempenho poderiam ser aproveitados para edificações de porte monumental desse tipo.

6.1.2 Conforto Lumínico

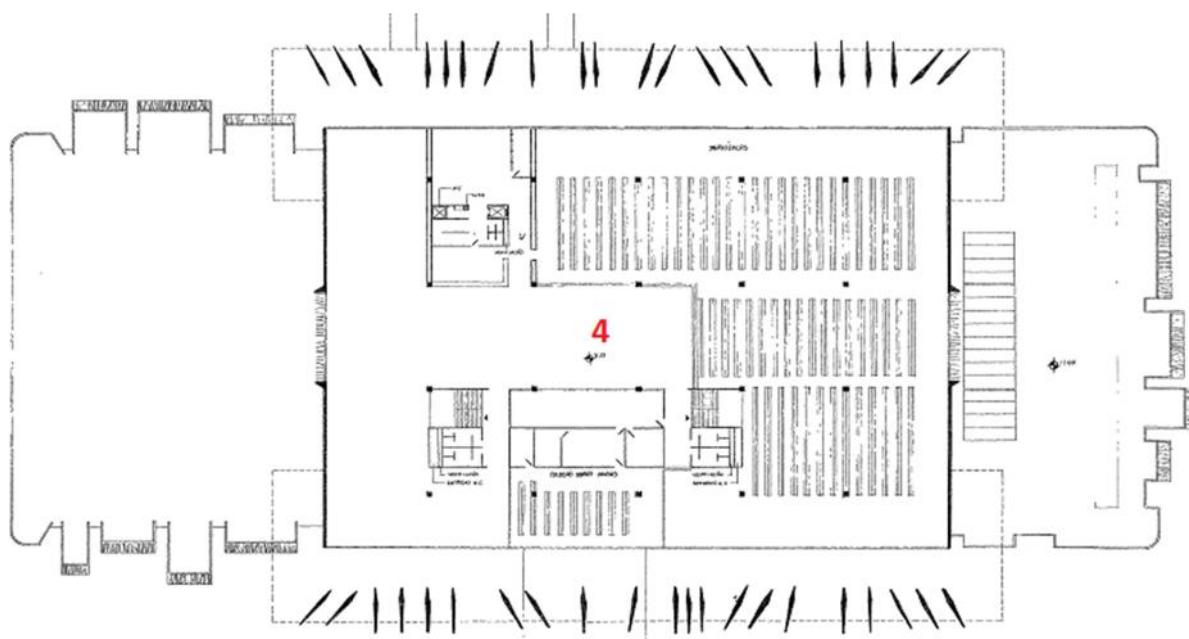
Os pontos de medições para avaliação do desempenho lumínico artificial da Biblioteca Central estão apresentados na Figura 45 e na Figura 46.

Figura 45 - Pontos de medição do desempenho lumínico artificial - térreo



Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

Figura 46 - Pontos de medição do desempenho lumínico artificial – pavimento superior



Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

No pavimento superior apenas o ponto 4 foi medido pois, atualmente, as outras salas encontram-se com várias estantes. O Quadro 35 a seguir mostra os resultados encontrados.

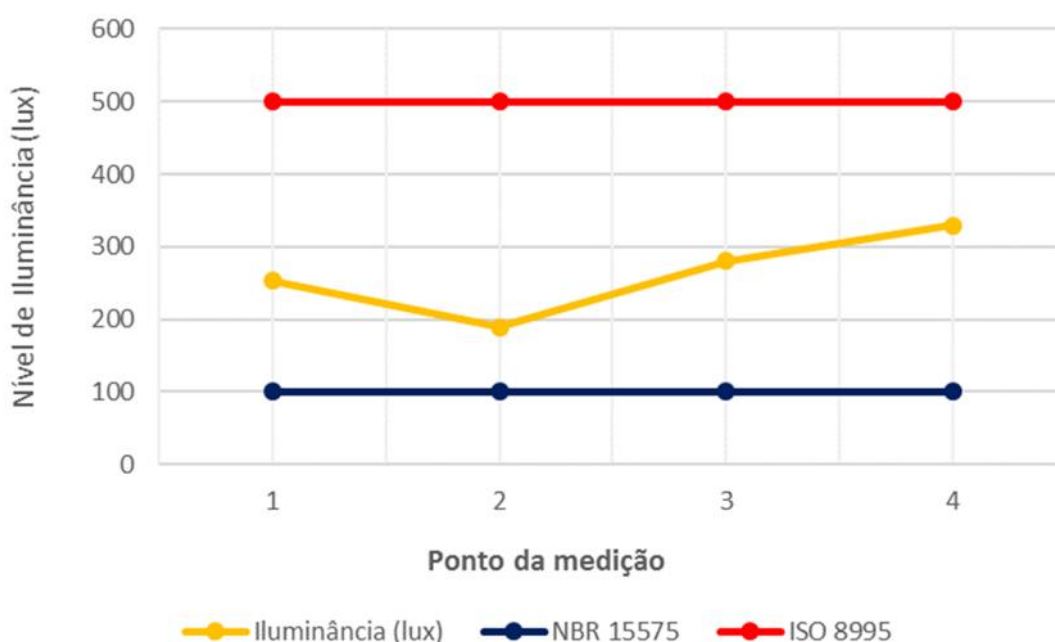
Quadro 35 - Medições iluminação artificial BCE

Ponto	1	2	3	4	Média
Iluminância (lux)	253	189	280	329	262,75

Conforme já foi descrito no item 2.5.1.2, para que uma sala de estar apresente desempenho mínimo o seu nível de iluminamento deve ser de pelo menos 100 lux, e para apresente desempenho superior o nível de iluminamento deve ser de ao menos 200 lux. Já a ISO 8995 recomenda que, para bibliotecas, a iluminância deve ser de 500 lux, conforme foi mostrado no o item 2.5.1.1.

O Gráfico 24 mostra os resultados os resultados encontrados, e os limites exigidos por essas normas.

Gráfico 24 - Nível de iluminância BCE



Percebe-se que a iluminância da biblioteca está acima do desempenho mínimo exigido pela Norma de Desempenho, porém muito abaixo do recomendado pela ISO 8995. Entretanto, através do questionário aplicado, constatou-se que todos os usuários, sejam os do período vespertino ou do noturno, consideraram o ambiente nem claro nem escuro, claro ou muito claro. Sendo assim, caso uma Norma de Desempenho venha a ser aplicada para bibliotecas, pode-se considerar a faixa entre 270 e 300 lux como desempenho mínimo que irá atender as necessidades do usuário, uma vez que com os questionários notou-se que os usuários se sentiram confortáveis com esse nível de iluminância.

Pode-se constatar também que a premissa de projeto do arquiteto Galbinski para garantir uma boa visibilidade para os estudantes foi alcançada, uma vez que os usuários estão satisfeitos com o nível de iluminância atual da biblioteca.

6.2 Restaurante Universitário

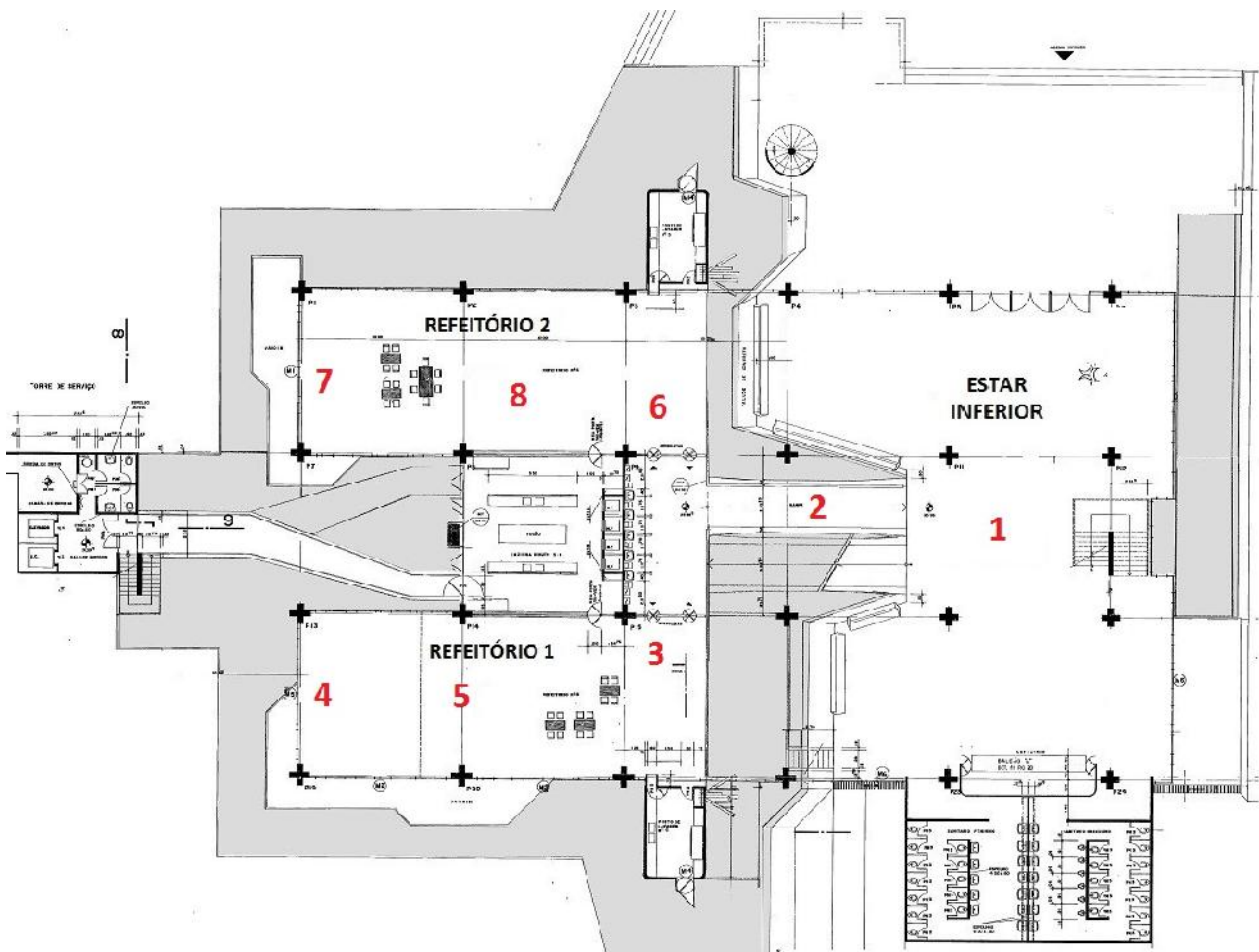
6.2.1 Conforto Acústico

No restaurante universitário foi feito o ensaio que mede o nível de pressão sonora em 21 diferentes pontos, seguindo o determinado pela ABNT NBR 10151. Foi

escolhido esse ensaio pois, por ser um local frequentado por muitas pessoas em um ambiente em que o encontro e a conversa são propícias, determinar o nível de barulho dele seria conveniente. Através dele é possível obter o principal aspecto que é o nível de pressão sonora equivalente (LAeq).

Na abcissa do gráfico encontram-se as principais frequências dos sons em Hz que ocorreram no momento da medição, e nas ordenadas o nível sonoro, em dB. Os LAFmax, LASmax, LASmin e LAFmin também são captados pelo equipamento durante a avaliação, sendo que o LAeq é o realmente usado. Todos os gráficos dos 21 pontos estão apresentados a seguir, acompanhados das plantas baixas do RU com a respectiva numeração. No gráfico foram inseridos os valores máximos de nível de pressão sonora recomendados pela ABNT NBR 15.575-1 (37 dB) e pela ABNT NBR 10.152 (50 dB). Primeiramente, mostra-se as medições realizadas na sala de estar inferior do RU e nos Refeitórios 1 e 2 (inferiores). Do Gráfico 25 ao Gráfico 32 são apresentados os resultados obtidos nas medições apontadas pela Figura 47.

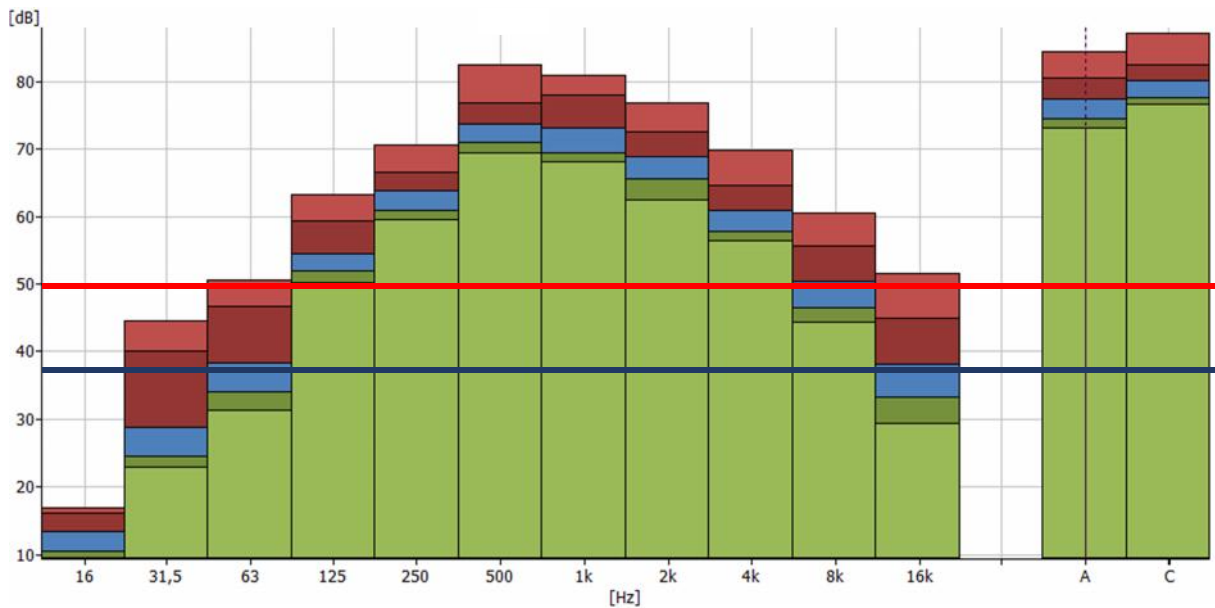
Figura 47 - Localização dos pontos de medição refeitórios 1 e 2 (Pontos 1 a 8)



Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

- **Medição 1:** Sala de estar inferior

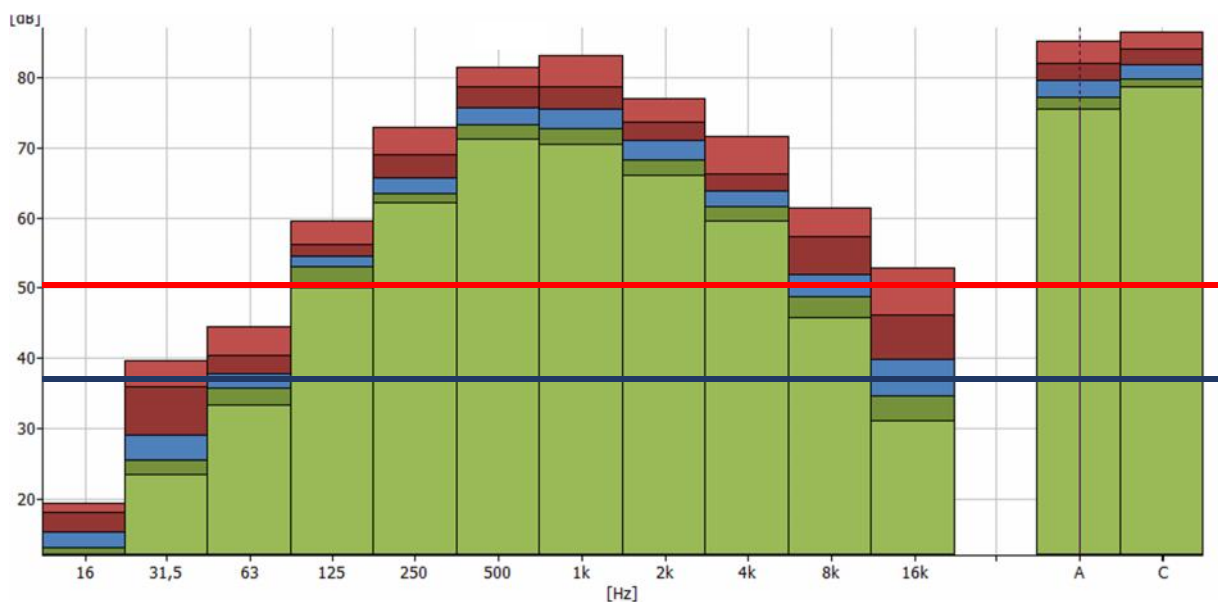
Gráfico 25 - Medição LAeq sala de estar inferior



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
84,5	80,7	77,6	74,5	73,3	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 2:** Rampa de acesso aos refeitórios 1 e 2

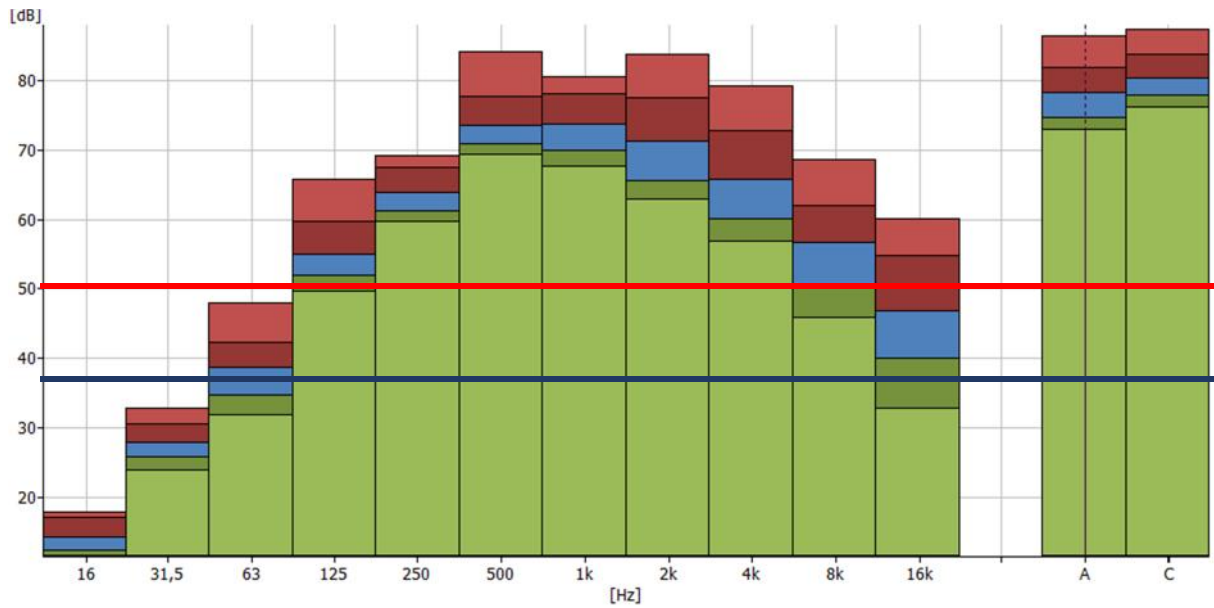
Gráfico 26 - Medição Laeq rampa de acesso aos refeitórios 1 e 2



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
85,2	82,0	79,6	77,1	75,6	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 3:** Entrada refeitório 1

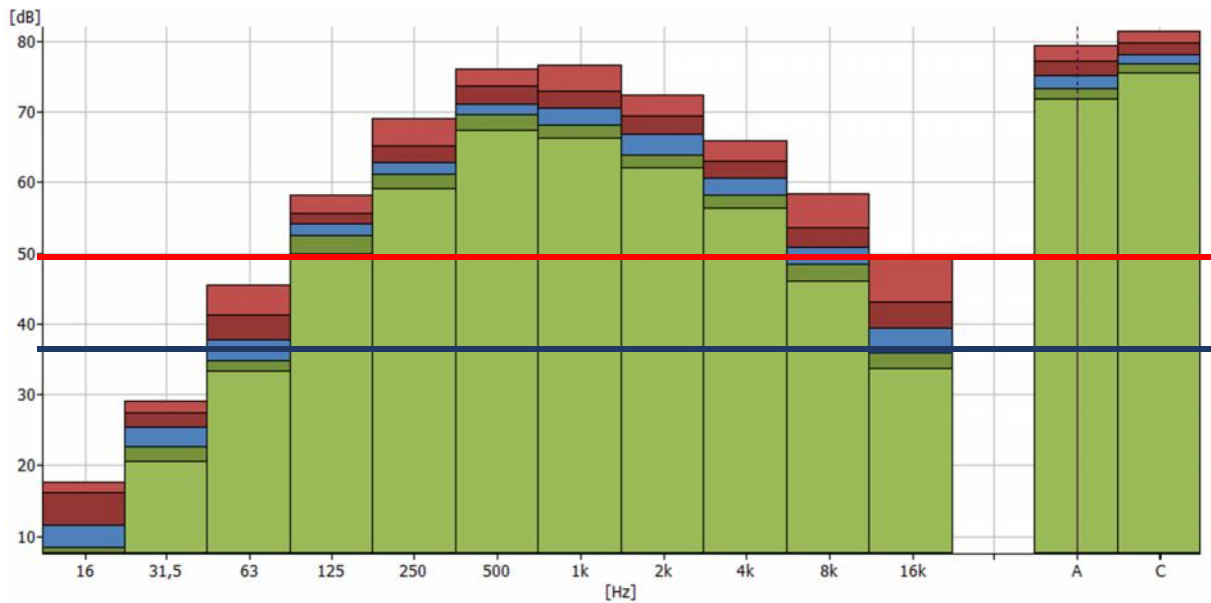
Gráfico 27 - Medição Laeq entrada refeitório 1



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)		
86,6	81,9	78,3	74,8	73,1	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 4:** Fundo refeitório 1

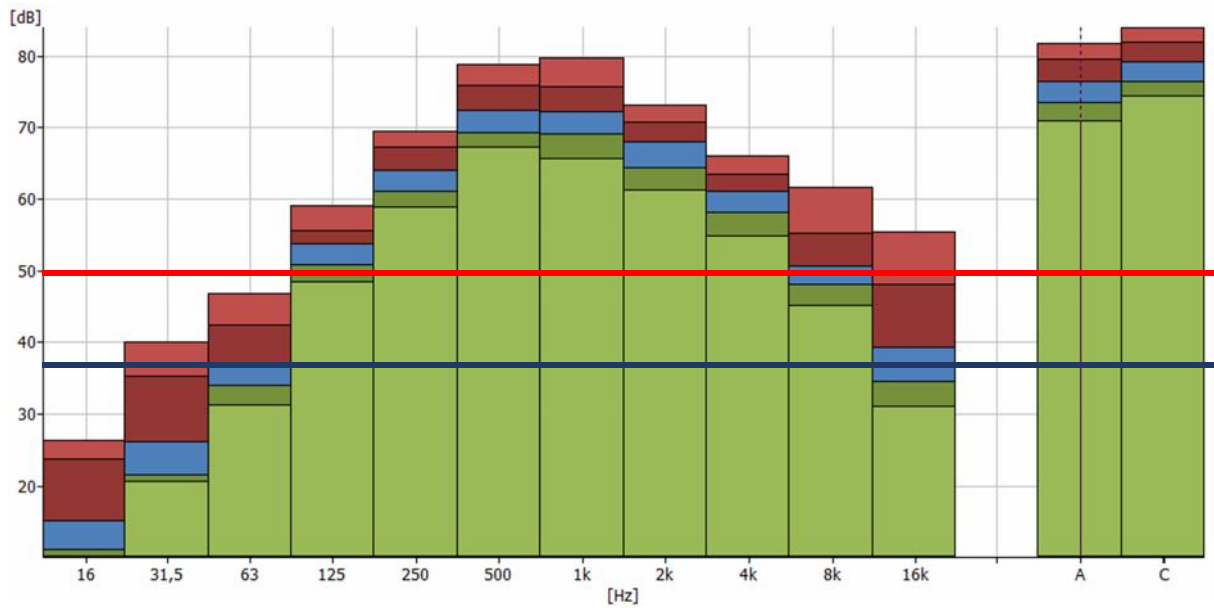
Gráfico 28 - Medição Laeq fundo refeitório 1



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)		
79,5	77,3	75,2	73,4	71,8	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 5: Centro refeitório 1**

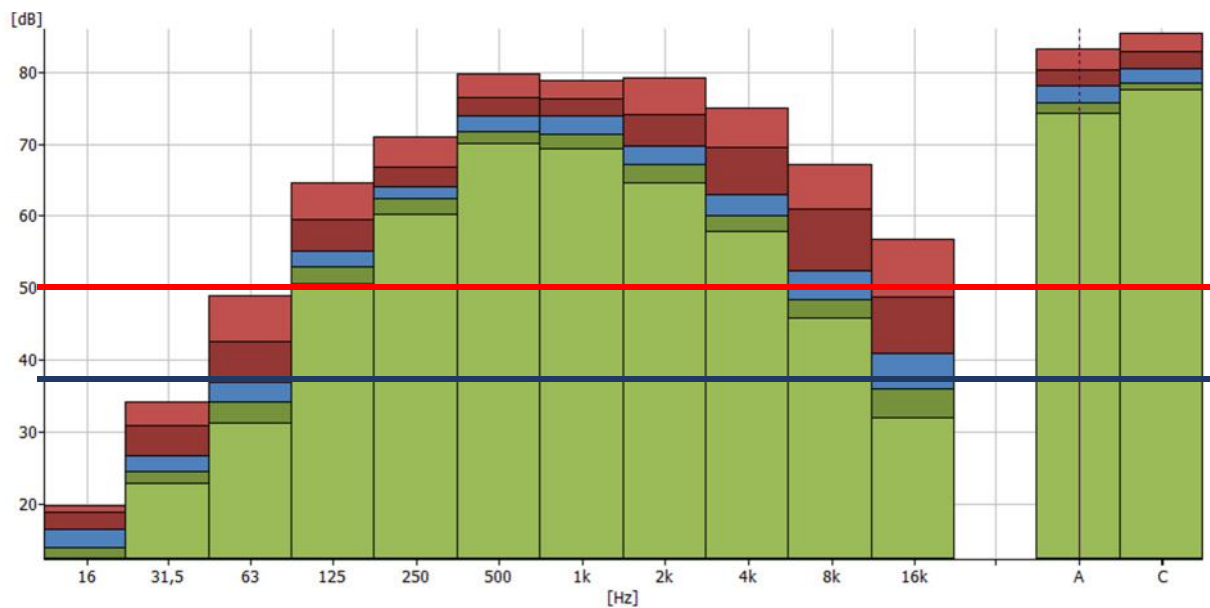
Gráfico 29 - Medição Laeq centro refeitório 1



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
81,9	79,5	76,6	73,6	71,0	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 6: Entrada refeitório 2**

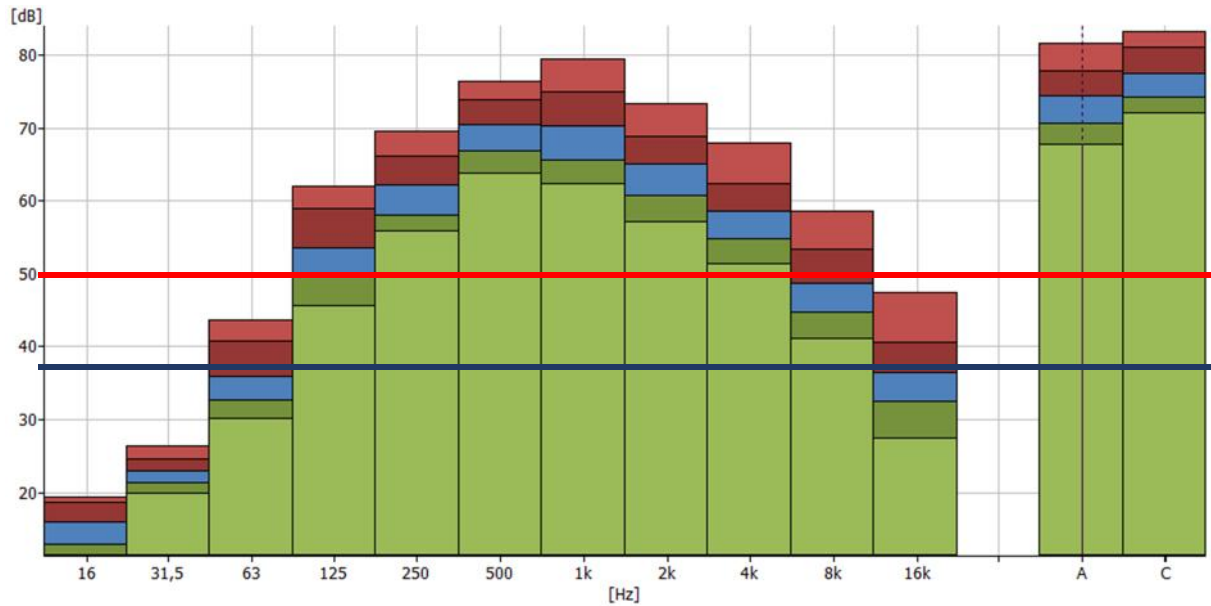
Gráfico 30 - Medição Laeq entrada refeitório 2



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
83,3	80,4	78,2	75,8	74,4	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 7:** Fundo refeitório 2

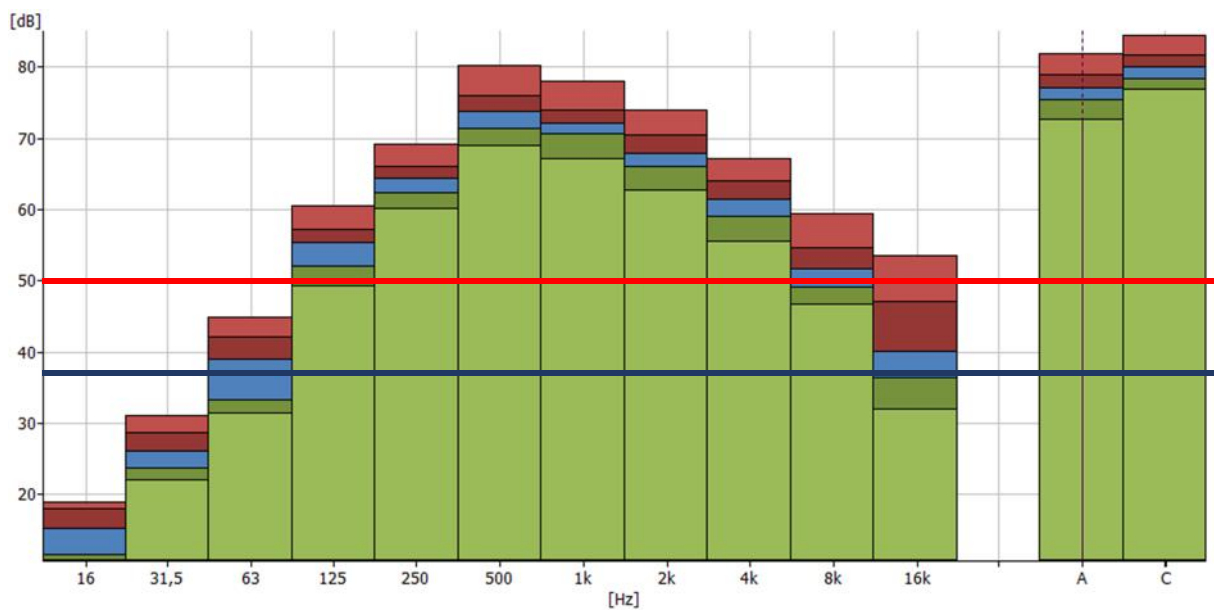
Gráfico 31 - Medição Laeq fundo refeitório 2



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
81,7	77,9	74,5	70,7	67,8	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 8:** Centro refeitório 2

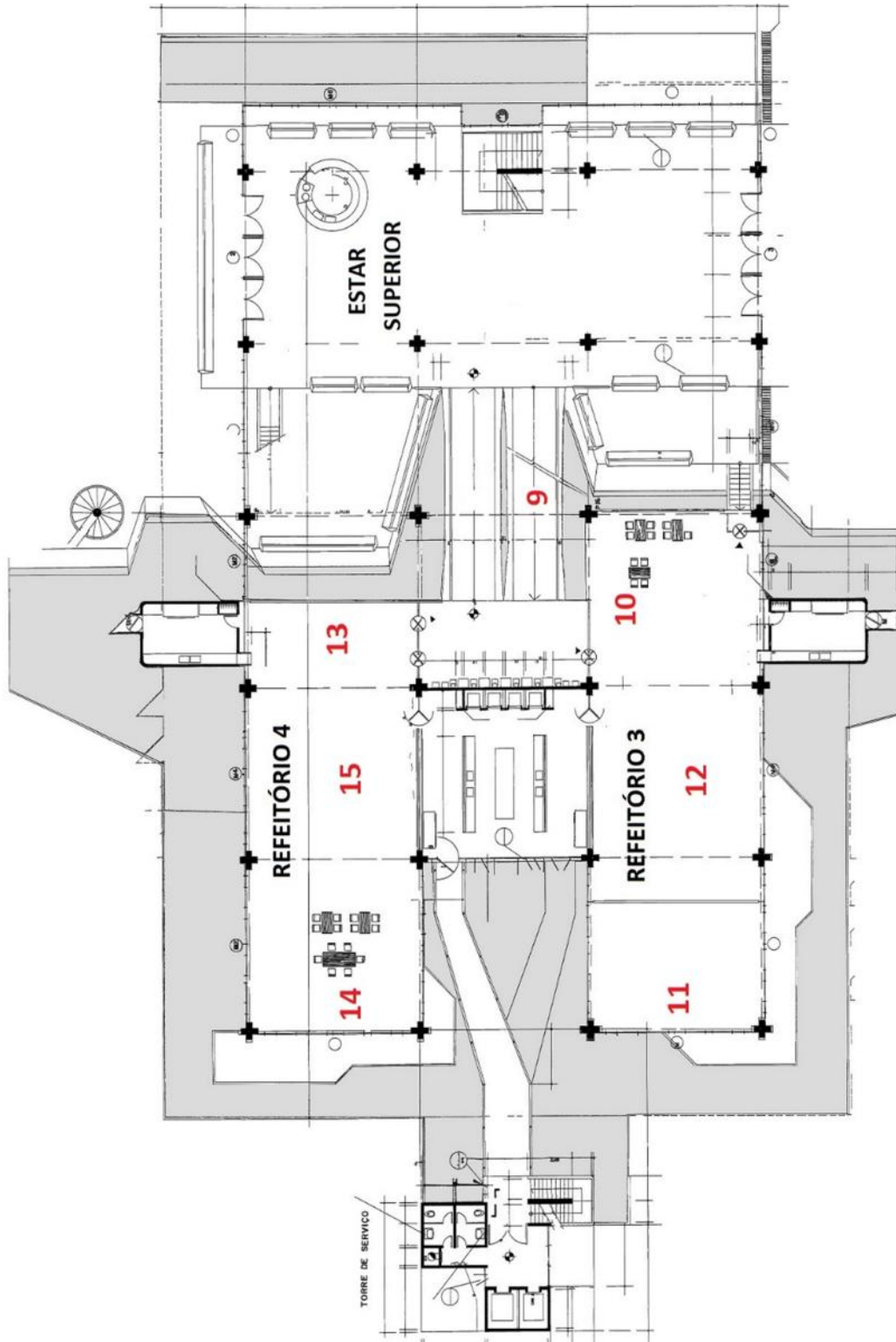
Gráfico 32 - Medição Laeq centro refeitório 2



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
82,0	78,9	77,1	75,4	72,7	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

A seguir serão mostrados os pontos de medição na Figura 48 e os gráficos referentes aos refeitórios intermediários 3 e 4.

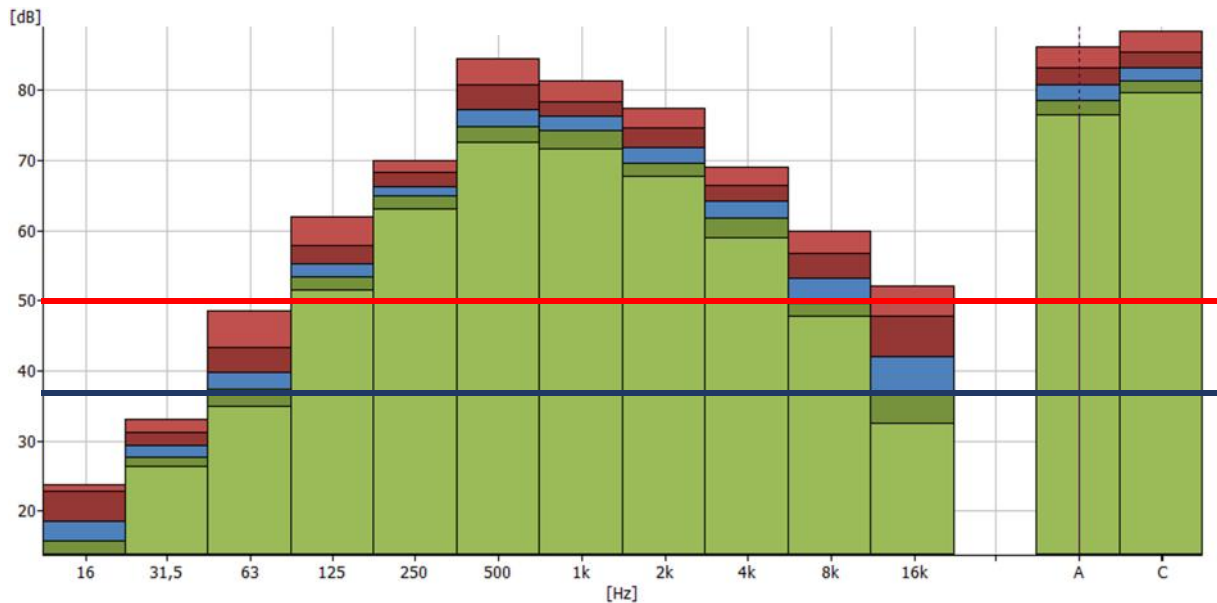
Figura 48 - Localização dos pontos de medição refeitórios 3 e 4 (Pontos 9 a 15)



Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

- **Medição 9:** Rampa de acesso aos refeitórios 3 e 4

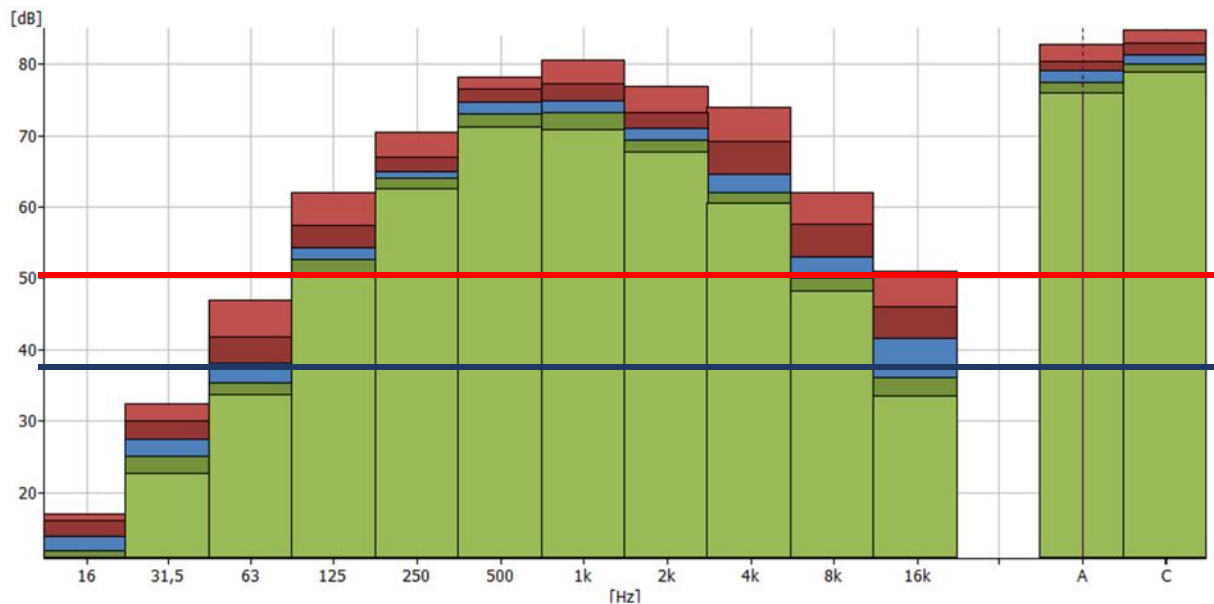
Gráfico 33 - Medição Laeq rampa de acesso aos refeitórios 3 e 4



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
86,3	83,2	80,8	78,6	76,6	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 10:** Entrada refeitório 3

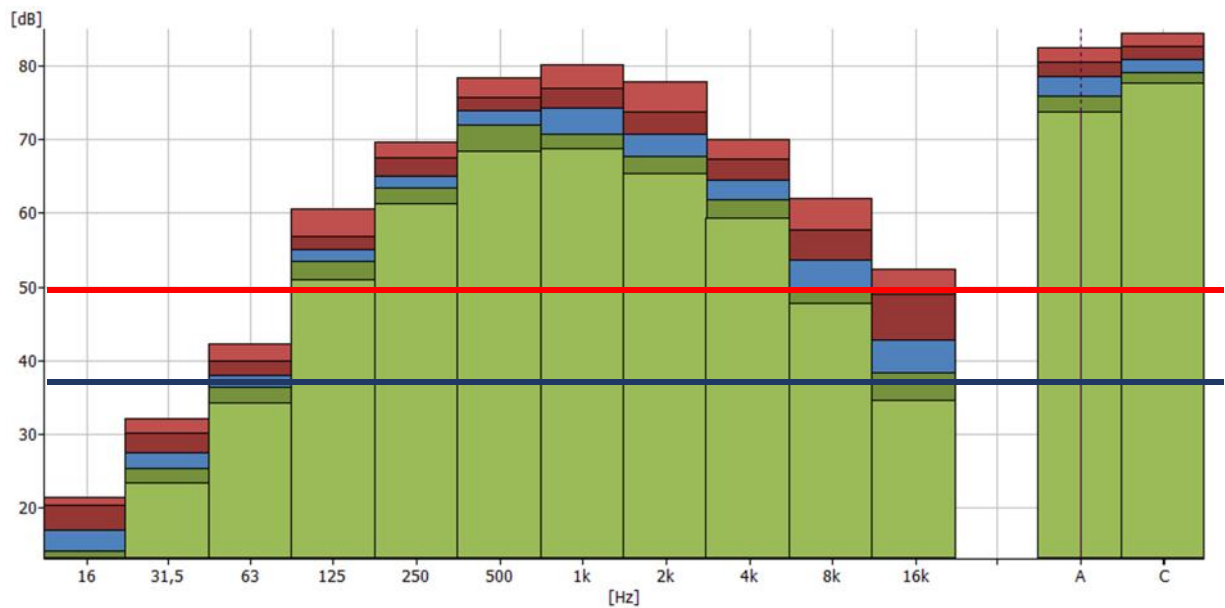
Gráfico 34 - Medição Laeq entrada refeitório 3



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
82,7	80,4	79,1	77,5	76,0	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 11:** Fundo refeitório 3

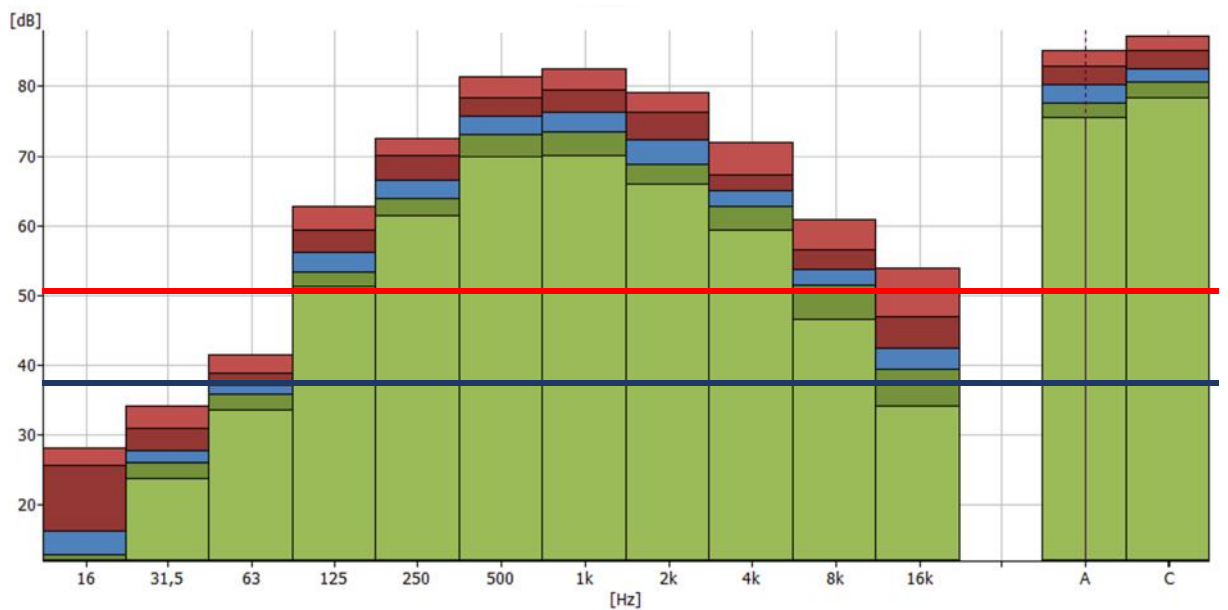
Gráfico 35 - Medição Laeq no ponto 14



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
82,5	80,5	78,5	76,0	73,7	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 12:** Centro refeitório 3

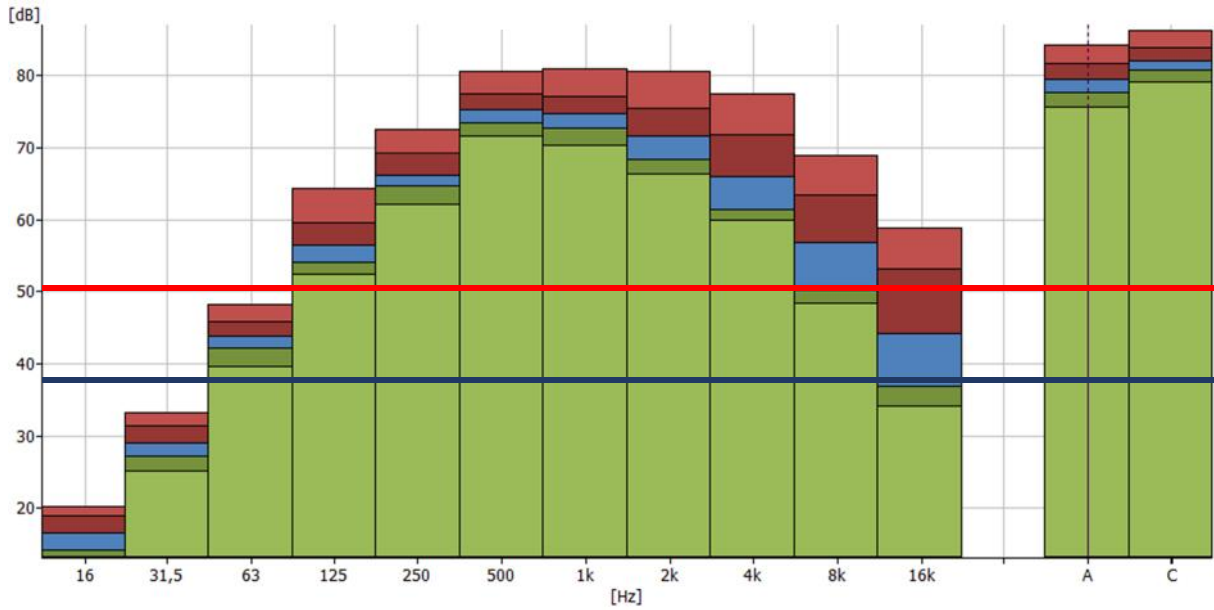
Gráfico 36 - Medição Laeq centro refeitório 3



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
85,2	83,0	80,3	77,7	75,7	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 13: Entrada refeitório 4**

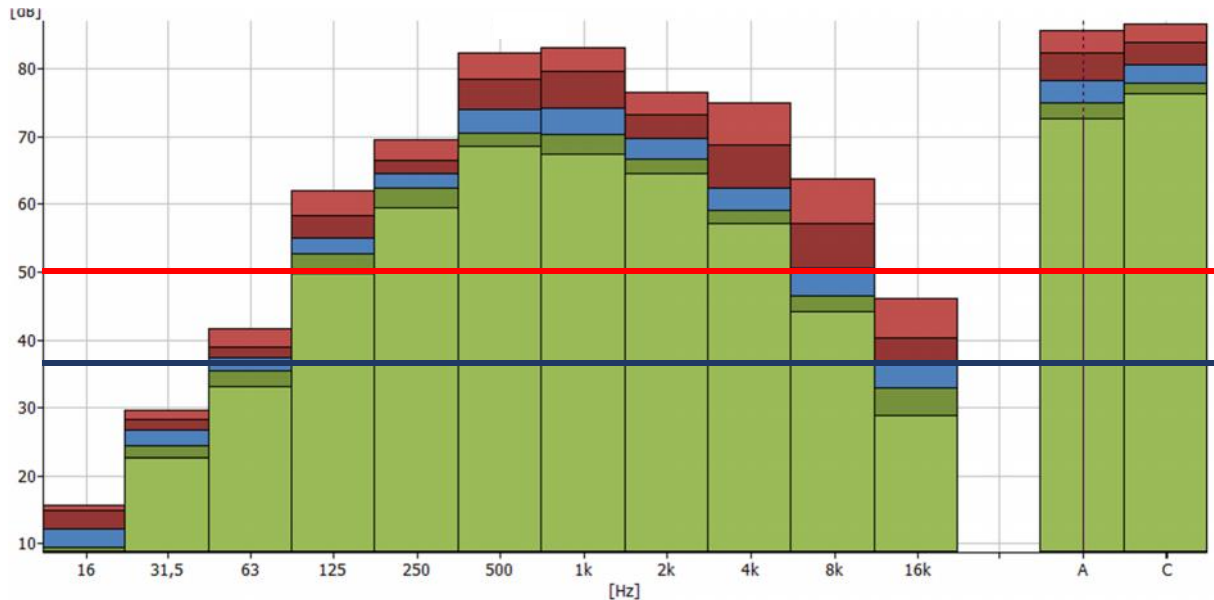
Gráfico 37 - Medição Laeq entrada refeitório 4



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
84,3	81,7	79,5	77,6	75,7	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 14: Fundo refeitório 4**

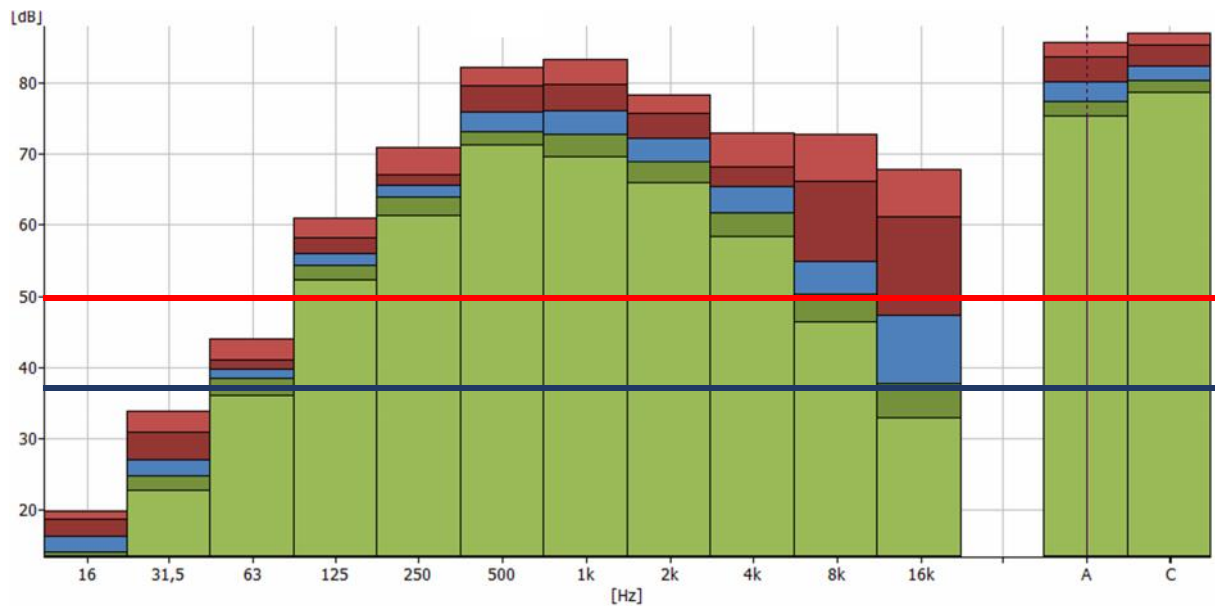
Gráfico 38 - Medição Laeq fundo refeitório 4



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
85,6	82,4	78,2	75,1	72,7	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 15: Centro refeitório 4**

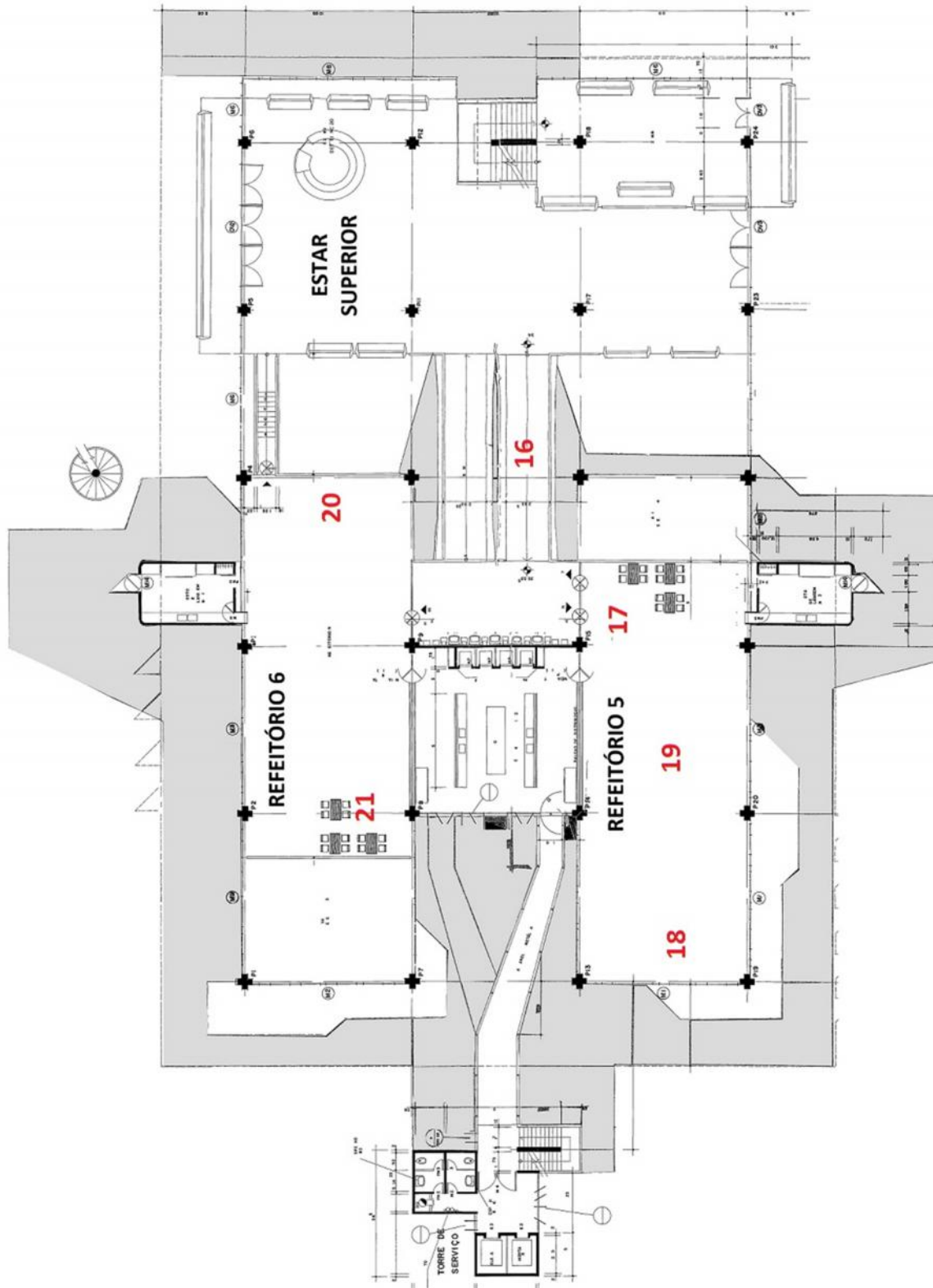
Gráfico 39 - Medição Laeq centro refeitório 4



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
85,8	83,8	80,3	77,4	75,4	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

A seguir serão mostrados os pontos de medição apresentados na Figura 49 e os gráficos referentes aos refeitórios 5 e 6 (refeitório superiores).

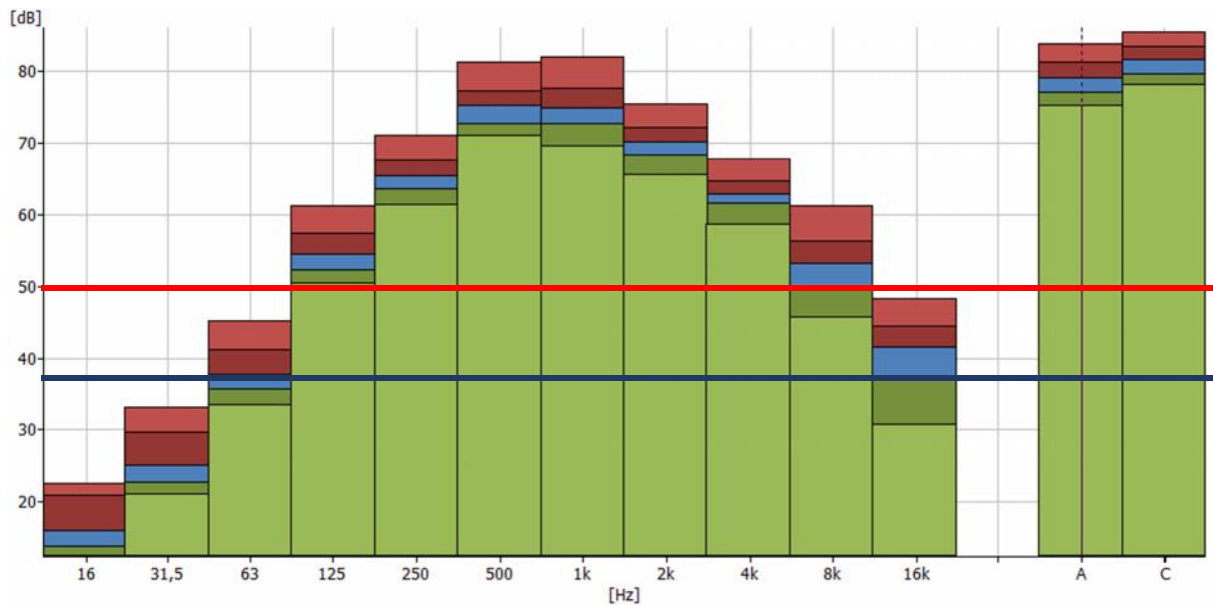
Figura 49 - Locação dos pontos de medição refeit6rios 4 e 5 (Pontos 16 a 21)



Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

- **Medição 16:** Rampa de acesso aos refeitórios 5 e 6

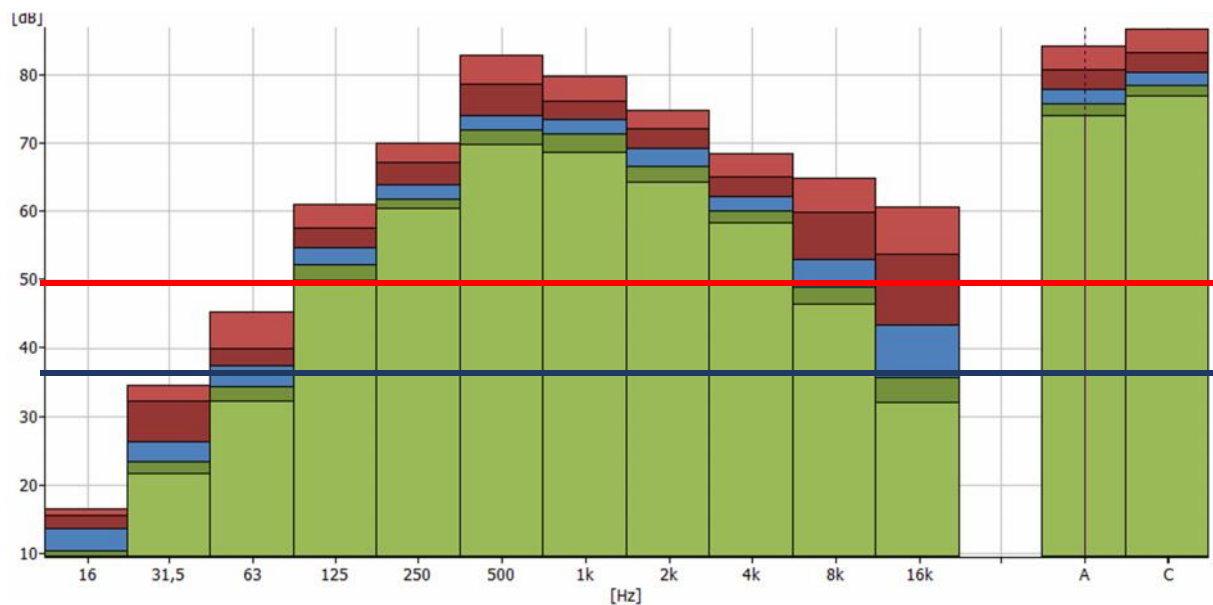
Gráfico 40 - Medição Laeq rampa de acesso aos refeitórios 5 e 6



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
83,8	81,3	79,1	77,0	75,2	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 17:** Entrada refeitório 5

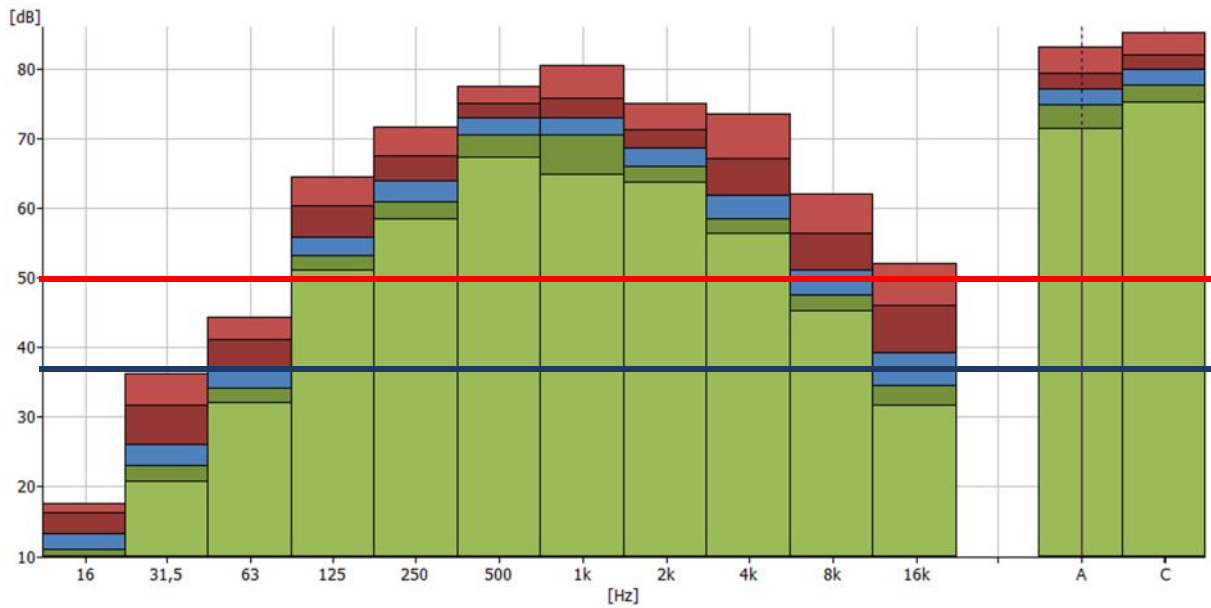
Gráfico 41 - Medição Laeq entrada refeitório 5



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
84,3	80,9	77,9	75,8	74,1	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 18: Fundo refeitório 5**

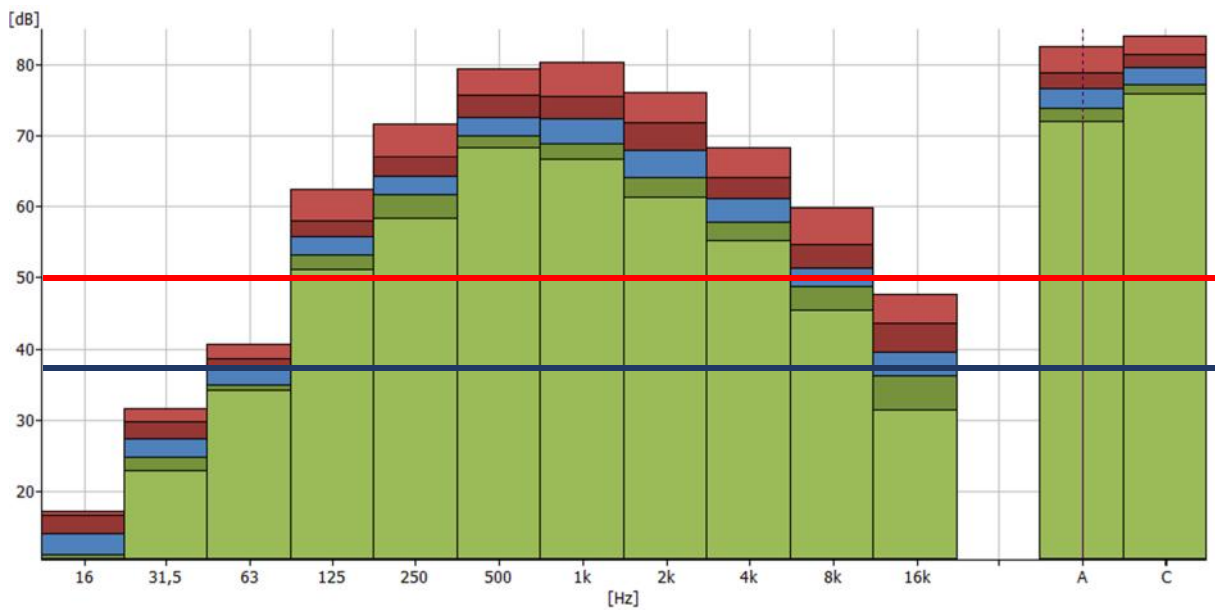
Gráfico 42 - Medição Laeq fundo refeitório 5



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
83,2	79,5	77,1	74,9	71,6	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 19: Centro refeitório 5**

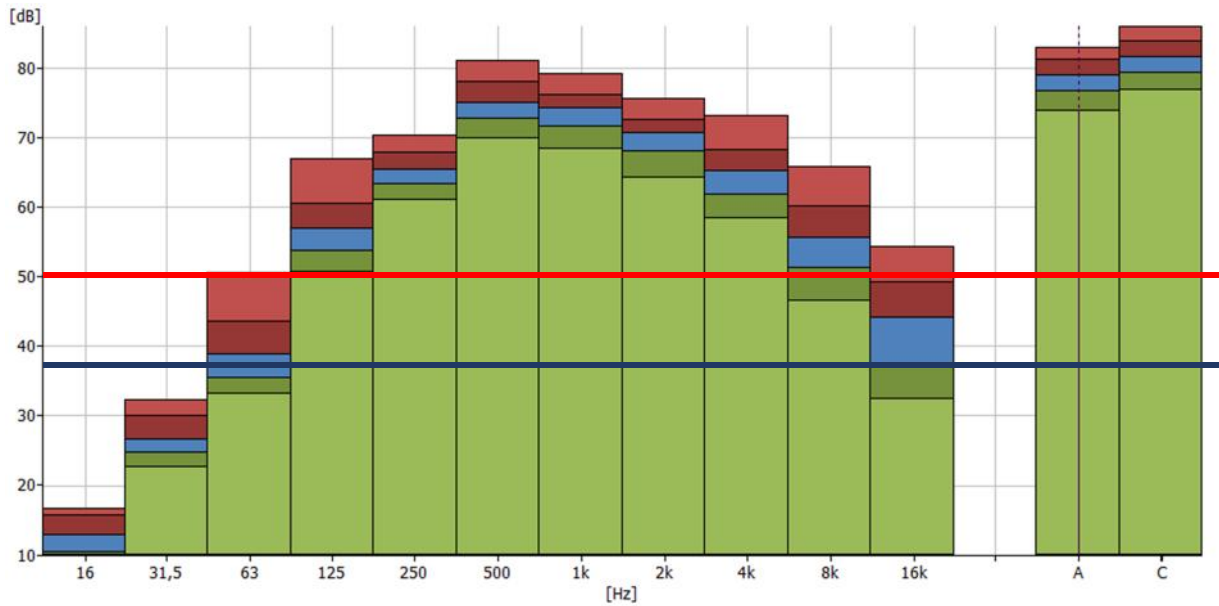
Gráfico 43 - Medição centro refeitório 5



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	—	—
82,6	79,0	76,7	73,9	72,1	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 20: Entrada refeitório 6**

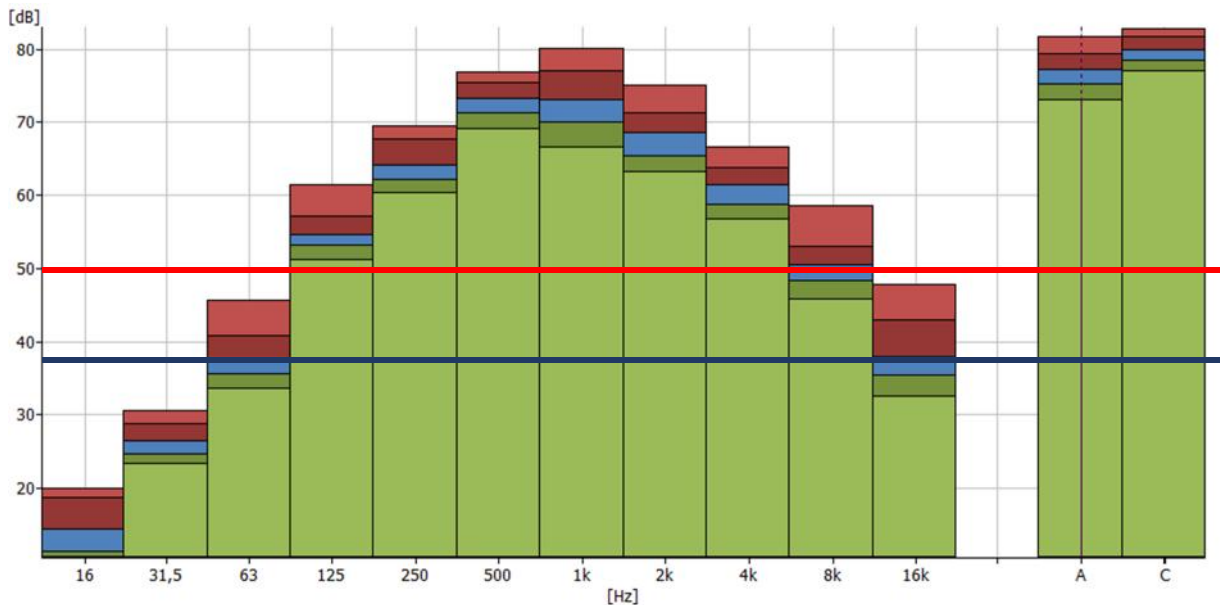
Gráfico 44 - Medição Laeq entrada refeitório 6



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
82,9	81,2	79,1	76,8	73,9	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

- **Medição 21: Fundo refeitório 6**

Gráfico 45 - Medição Laeq fundo refeitório 6



LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)	— (Linha Vermelha)	— (Linha Azul)
81,7	79,4	77,4	75,3	73,2	Limite NBR 10152	Limite NBR 15575

O Quadro 36 mostra resumidamente todas as medições encontradas e as médias dos 21 pontos medidos.

Quadro 36 – Níveis de pressão sonora encontrados no RU

Ponto	Local	LAFmax (dB)	LASmax (dB)	Laeq (dB)	LASmin (dB)	LAFmin (dB)
1	Entrada do RU	84,5	80,7	77,6	74,5	73,3
2	Rampa para os refeitórios 1 e 2	85,2	82,0	79,6	77,1	75,6
3	Entrada refeitório 1	86,6	81,9	78,3	74,8	73,1
4	Fundo refeitório 1	79,5	77,3	75,2	73,4	71,8
5	Centro refeitório 1	81,9	79,5	76,6	73,6	71,0
6	Entrada refeitório 2	83,3	80,4	78,2	75,8	74,4
7	Fundo refeitório 2	81,7	77,9	74,5	70,7	67,8
8	Centro refeitório 2	82,0	78,9	77,1	75,4	72,7
9	Rampa para os refeitórios 3 e 4	86,3	83,2	80,8	78,6	76,6
10	Entrada refeitório 3	82,7	80,4	79,1	77,5	76,0
11	Fundo refeitório 3	82,5	80,5	78,5	76,0	73,7
12	Centro refeitório 3	85,2	83,0	80,3	77,7	75,7
13	Entrada refeitório 4	84,3	81,7	79,5	77,6	75,7
14	Fundo refeitório 4	85,6	82,4	78,2	75,1	72,7
15	Centro refeitório 4	85,8	83,8	80,3	77,4	75,4
16	Rampa para os refeitórios 5 e 6	83,8	81,3	79,1	77,0	75,2
17	Entrada refeitório 5	84,3	80,9	77,9	75,8	74,1
18	Fundo refeitório 5	83,2	79,5	77,1	74,9	71,6
19	Centro refeitório 5	82,6	79,0	76,7	73,9	72,1
20	Entrada refeitório 6	82,9	81,2	79,1	76,8	73,9
21	Fundo refeitório 6	81,7	79,4	77,4	75,3	73,2
Média:		83,6	80,7	78,1	75,7	73,6

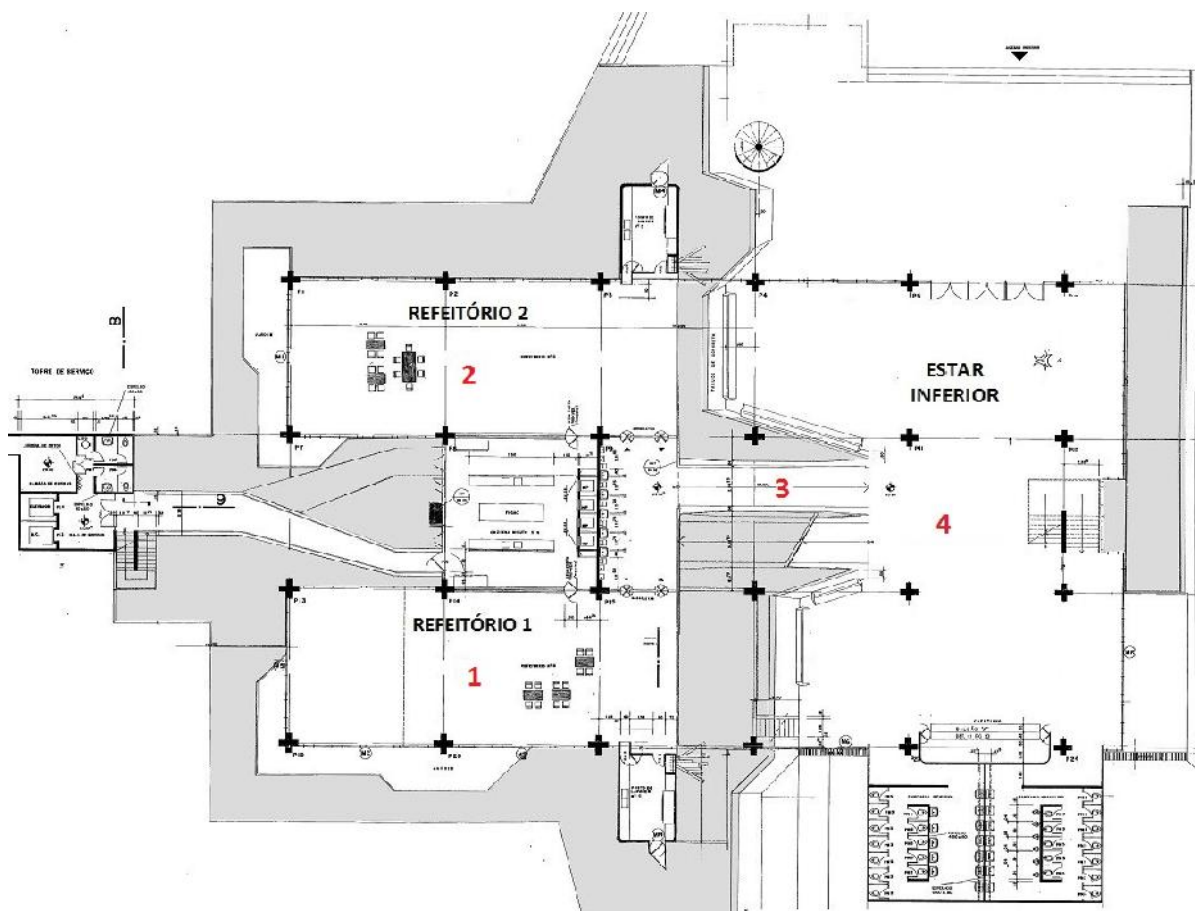
Analisando o Quadro 36, percebe-se que a média de LAeq é de 78,1 dB. A NBR 15.575 analisa o conforto acústico entre unidades habitacionais. Como o RU não possui vias (paredes) separando o ambiente, ele seria considerado uma única unidade habitacional, o que dificulta a avaliação de acordo com Norma de Desempenho. No Anexo E do seu capítulo 1, é indicado que o valor máximo do nível de pressão sonora contínuo equivalente medido em dormitórios para que obtenha um nível de desempenho mínimo é de 37 dB, conforme mostra o item 2.4.6.3. Esse requisito possui um limite muito baixo para esse tipo de edificação e, com certeza, não poderia ser aproveitado. Em relação à NBR 10.152 (ABNT, 1987) os resultados obtidos foram cerca 60% maior que o determinado por ela.

6.2.2 Conforto Lumínico

Os pontos de medições para avaliação do desempenho lumínico artificial do Restaurante Universitário e seus respectivos resultados serão apresentados a seguir. Lembrando que todas as medições foram realizadas no centro de cada aposento.

- **Refeitórios inferiores**

Figura 50 - Locação pontos medição lumínica artificial –refeitórios inferiores



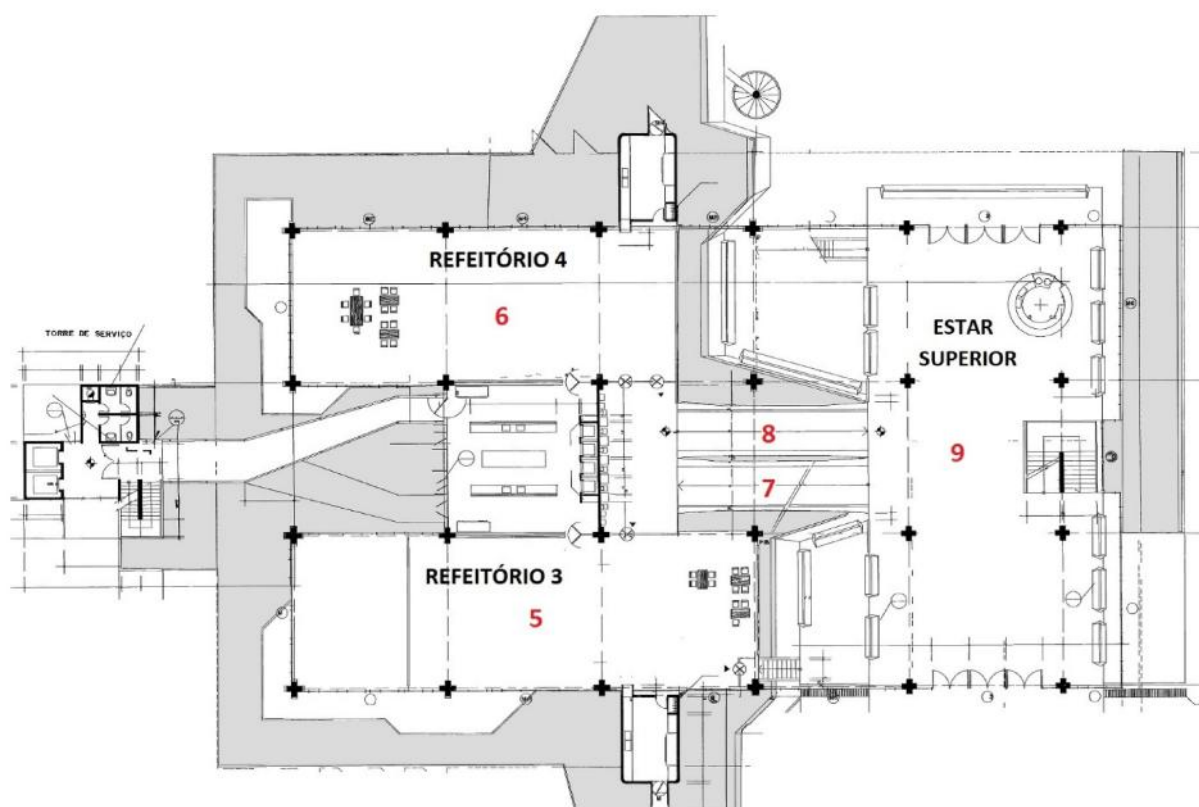
Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

Quadro 37 - Medições iluminação artificial BCE – refeitórios inferiores

Ponto	Descrição	Iluminância (lux)
1	Refeitório 1	207
2	Refeitório 2	125
3	Rampa Refeitórios 1 e 2 - Estar inferior	5
4	Sala de estar inferior	147

- Refeitórios intermediários

Figura 51 - Localização pontos medição lumínica artificial – refeitórios intermediários



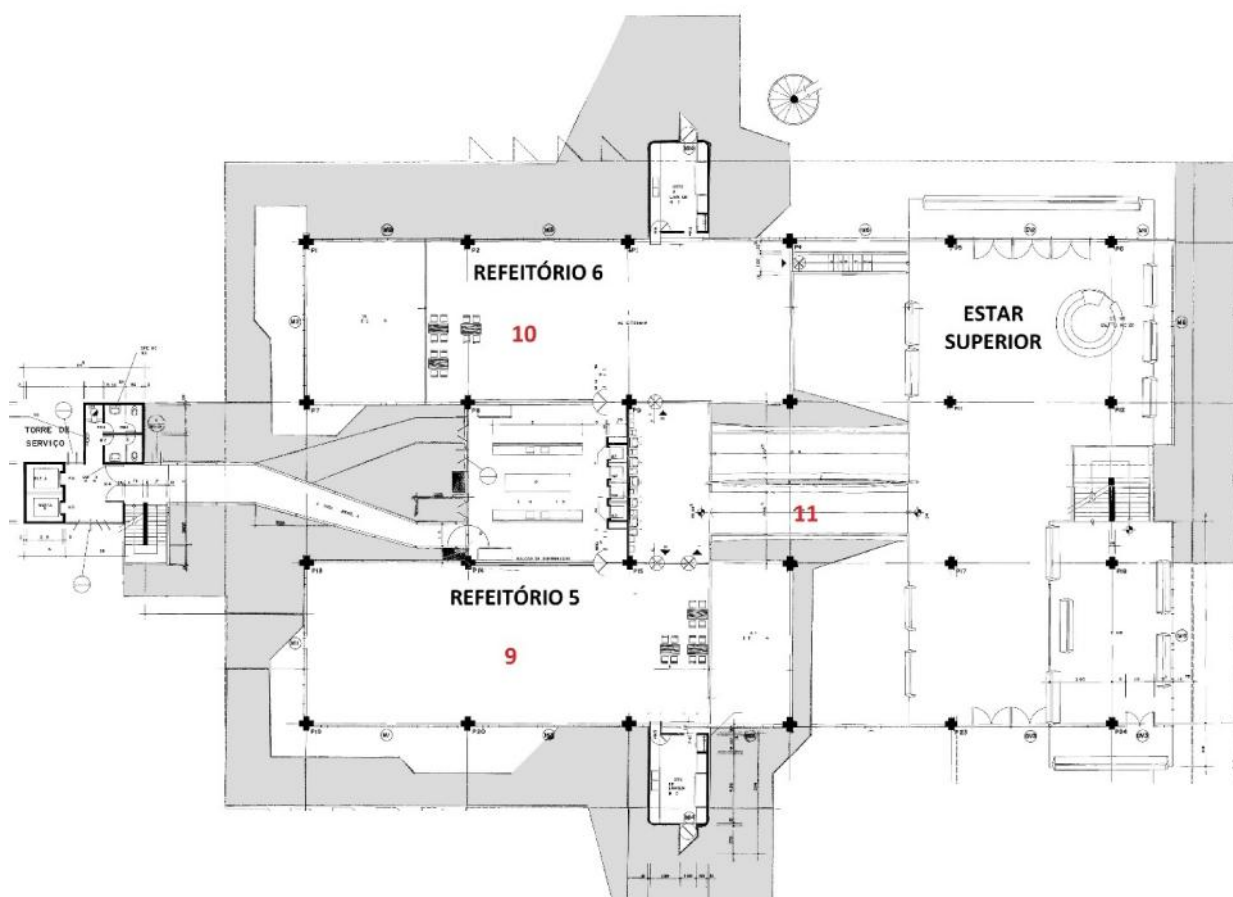
Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

Quadro 38 - Medições iluminação artificial BCE – refeitórios intermediários

Ponto	Descrição	Iluminância (lux)
5	Refeitório 3	192
6	Refeitório 4	124
7	Rampa Estar inferior - Refeitórios 3 e 4	20
8	Rampa Refeitórios 3 e 4 - Estar superior	113
9	Estar superior	60

- Refeitórios superiores

Figura 52 - Localização pontos medição lumínica artificial – refeitórios superiores



Fonte: arquivo pessoal Prof. Galbinski modificado pela autora

Quadro 39 - Medições iluminação artificial BCE – refeitórios superiores

Ponto	Descrição	Iluminância (lux)
10	Refeitório 5	165
11	Refeitório 6	152
12	Rampa Estar superior - Refeitórios 5 e 6	150

Objetivando fazer uma relação com as exigências da NBR 15.575 e da ISO 8995 e analisar os resultados, foram traçados os gráficos das medições separando as rampas das salas de estar e dos refeitórios.

- **Refeitórios**

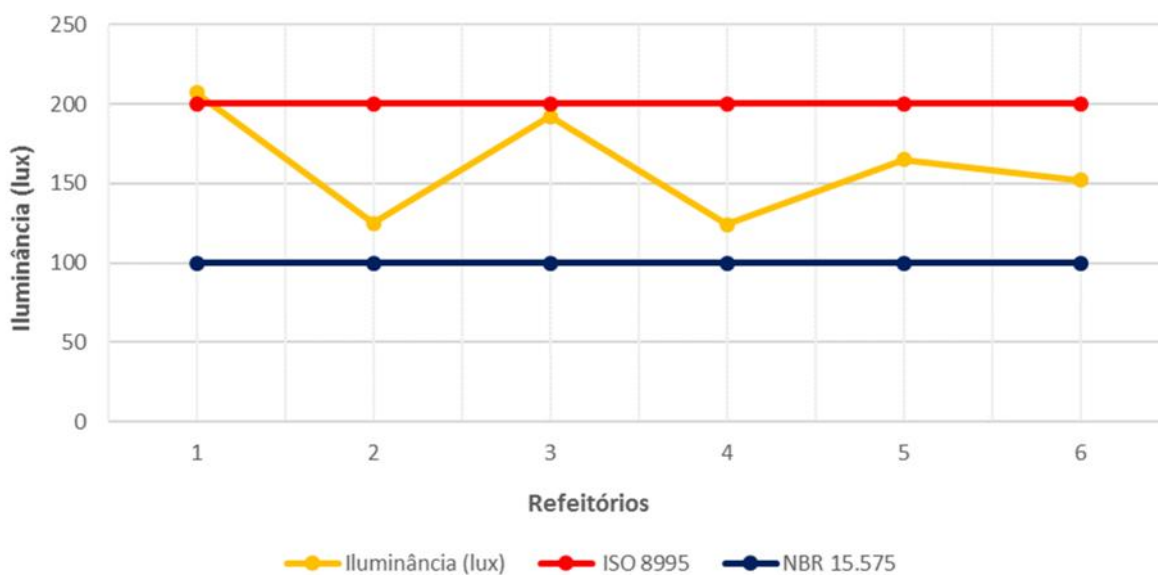
O Quadro 40 mostra os níveis de iluminância encontrados apenas nos refeitórios.

Quadro 40 – Nível de iluminância dos refeitórios do RU

Ponto	Descrição	Iluminância (lux)
1	Refeitório 1	207
2	Refeitório 2	125
5	Refeitório 3	192
6	Refeitório 4	124
10	Refeitório 5	165
11	Refeitório 6	152
---	Média:	160,83

Através desses dados obtidos e, sabendo que para sala de estar (cômodo usado como referência) a NBR 15.5575 determina que o mínimo é de 100 lux, e que a ISO 8995 diz que para restaurantes self-services o nível de iluminância deve ser de 200 lux, traçou-se o Gráfico 46.

Gráfico 46 - Nível de iluminância dos refeitórios do RU



Analisando o quadro e o gráfico, nota-se que os níveis de iluminância dos refeitórios foram maiores que o mínimo exigido pela NBR 15575, indicando que eles passariam nesse quesito. Com exceção do refeitório 1, o resultado foi menor que o exigido pela ISO 8995. Vale ressaltar que, para ter um desempenho considerado superior pela Norma de Desempenho, o nível de iluminância mínimo deveria ser de 200 lux, o mesmo recomendado pela ISO.

Para os usuários do RU, através dos questionários, pode-se observar que 66% deles consideraram o nível de iluminação do ambiente “nem baixo nem alto” e 58% acharam o ambiente “nem claro nem escuro” e 36% “claro”. Sendo assim, de modo geral, ainda que o ambiente não tenha alcançado os 200 lux requeridos, os usuários se sentiram confortáveis luminicamente.

- **Rampas**

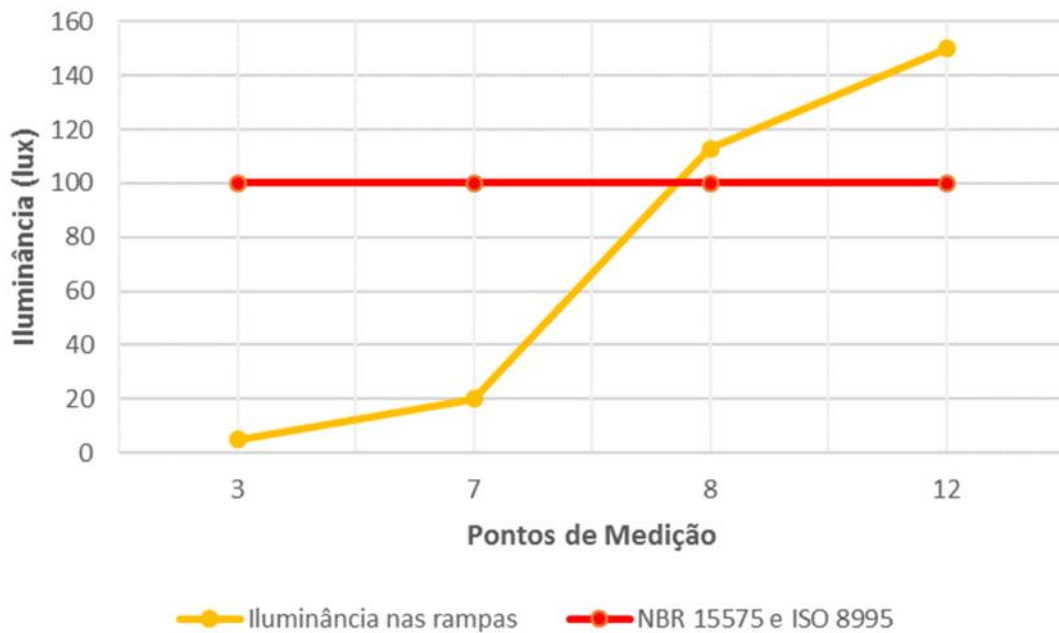
O Quadro 41 apresenta os níveis de iluminância medidos nas rampas do RU.

Quadro 41 - Nível de iluminância das rampas do RU

Ponto	Descrição	Iluminância (lux)
3	Rampa Refeitórios 1 e 2 - Estar inferior	5
7	Rampa Estar inferior - Refeitórios 3 e 4	20
8	Rampa Refeitórios 3 e 4 - Estar superior	113
12	Rampa Estar superior - Refeitórios 5 e 6	150

Tanto a NBR 15575 quanto a ISO 8995 determinam que a iluminância mínima para corredores, aposento que mais se assimila à rampa do RU, é de 100 lux. Obtendo esse dado, o Gráfico 47 foi traçado.

Gráfico 47 - Iluminância das rampas do RU



Analisando a tabela e o gráfico, nota-se que 50% das rampas não foram aprovadas pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) e pela ISO 8995 (ABNT, 2013). Em duas rampas o nível de iluminância é muito abaixo do exigido pelas normas, de apenas 5 lux e 20 lux. Nessas duas rampas não haviam lâmpadas iluminando-as e certamente nesses locais os usuários não estavam confortáveis luminicamente, sendo que uma interferência deve ser feita. Já nas outras duas rampas o nível de iluminância foi satisfatório e ultrapassou o mínimo exigido.

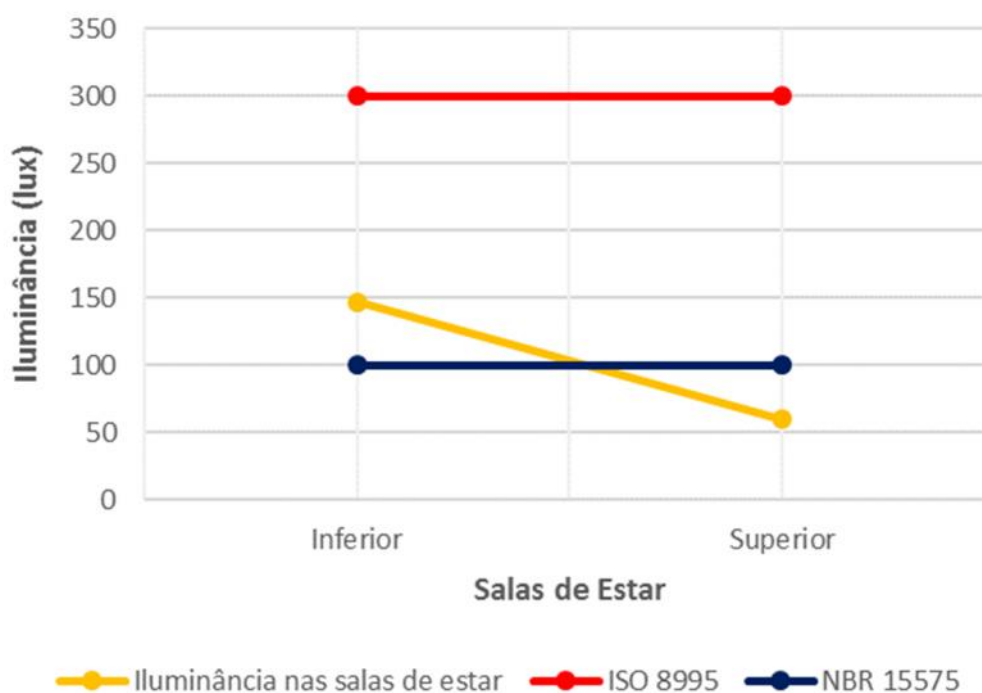
❖ Salas de Estar

Quadro 42 – Nível de iluminância das salas de estar do RU

Ponto	Descrição	Iluminância (lux)
4	Sala de estar inferior	147
9	Sala de estar superior	60

Conforme já foi dito, a Norma de Desempenho determina que o mínimo para salas de estar é de 100 lux. Já a ISO 8995 diz que em recepções, caixas e portarias a iluminância mínima deve ser de 300 lux. Com base nesses dados traçou-se o

Quadro 43 - Nível de iluminância das salas de estar do RU



Apesar de a sala de estar inferior ter atendido ao requisito mínimo da NBR 15575, ela está abaixo do exigido pela ISO 8995. Já a sala de estar superior não atendeu ao requerido nem pela Norma de Desempenho, nem pela ISO 8995.

7. CONCLUSÕES

7.1 Biblioteca Central

No que tange à Biblioteca Central da UnB, pode-se chegar a algumas conclusões que serão expostas a seguir.

7.1.1 Conforto Acústico

- A BCE apresentou um bom nível de isolamento sonoro de impacto, menor que os 80 dB, desempenho mínimo exigido pela NBR 15575. Quanto a esse critério, os níveis de desempenho exigidos pela Norma de Desempenho poderiam ser usados como referência nessa edificação de porte monumentais.
- Quanto ao ruído aéreo, suas conclusões foram retiradas a partir dos questionários, no qual apenas 35% dos usuários perceberam sons que influenciavam de maneira negativa.
- As premissas de projeto do arquiteto no tange ao conforto acústico foram alcançadas e seus usuários se sentiram confortáveis.

7.1.2 Conforto Lumínico

- A premissa de projeto de colocar brises soleils para que a entrada de radiação solar no decorrer do dia fosse a menor possível foi cumprida de acordo com a percepção dos usuários.
- O nível de luminosidade artificial medido foi de, na média, 262,75 lux, quase 160 lux a mais que o desempenho mínimo da NBR 15.575 e 240 lux a menos que o recomendado pela ISO 8995.
- Através dos questionários percebeu-se que os usuários se sentiram confortáveis luminicamente. Portanto, caso uma Norma de Desempenho venha a ser criada para esse tipo de edificação monumental, esse nível de luminosidade poderia ser usado como marco inicial de estudo.

- O nível de luminosidade mínimo exigido pela NBR 15.575 não podem ser usados como referências para edificações monumentais desse tipo por ser considerado baixo.
- O nível de luminosidade foi aprovado de acordo com a percepção dos usuários.

7.1.3 Conforto Térmico

- A maior parte dos usuários achou o ambiente quente e desejou que ele estivesse mais frio.
- A maioria dos usuários não detectou a entrada de vento. Sendo assim, a premissa de que a locação das estantes no sentido leste-oeste ajudaria na circulação de ar não foi satisfatória conferida neste trabalho.
- Quanto ao conforto térmico, as premissas de projeto do arquiteto Galbinski foram cumpridas com ressalvas pois, baseado dos questionários, verificou-se que os usuários sentem calor.

7.2 Restaurante Universitário

7.2.1 Conforto Acústico

- Os usuários notaram sons que influenciavam na altura da conversa de maneira negativa, sendo o som mais detectado foi o de conversas no ambiente.
- Através das medições, verificou-se que o nível de pressão sonora equivalente médio no local é de 78,1 dB. O recomendado pela NBR 10152 é o de 50 dB. Tal nível de ruído impediu a boa compreensão de conversas;
- O limite de ruído citado pela Norma de Desempenho para que o desempenho seja mínimo é o de 37 dB. Sendo assim, quanto a esse critério, essa norma não pode ser usada como referência, uma vez que é muito baixo.

- As premissas de projeto para o conforto acústico dos usuários não foram alcançadas.

7.2.2 Conforto Lumínico

- Nos refeitórios, o nível de luminância artificial é de 160,83 lux, menos que os 200 lux recomendados pela ISO 8995 e mais que os 60 lux de desempenho mínimo previsto pela NBR 15575.
- Cerca de 60% dos usuários consideraram o RU “nem claro, nem escuro” e de 30% julgaram como “claro”.
- É possível que caso o nível de iluminância do local fossem os 200 lux recomendados pela ISO 8995, mais usuários julgariam o local como claro e o conforto lumínico seria maior.
- O nível de iluminância mínimo recomendado pela NBR 15.575 de 100 lux é baixo para esse tipo de edificação monumental, entretanto, o desempenho superior de 200 lux é aceito. Portanto, o nível de desempenho superior da NBR 15.575 poderia ser aceito para esse tipo de edificação monumental.
- As rampas inferiores apresentaram baixos níveis de luminância, havendo necessidade de interferência nesse locais.
- De modo geral, a luz natural que entra no ambiente é agradável de acordo com a percepção dos usuários;
- As premissas de projeto no que tange o conforto lumínico foram cumpridas.

7.2.3 Conforto Térmico

- A maioria dos usuários considerou o ambiente quente e desejou que ele estivesse mais frio.

- Cerca de 40% dos usuários perceberam a entrada de ventos, e todos acharam esse fato positivo. Sendo assim, os vidros venezianos instalados pelo projetista podem ter influenciado nesse resultado positivamente.
- As premissas de projeto no que diz respeito ao conforto térmico deixaram a desejar.

Por meio da avaliação de todos os questionários, gráficos e tabelas feitas, constatou-se que, de modo geral, na Biblioteca Central da UnB o conforto lumínico e o acústico foram aprovados tanto pelos usuários quanto pelas medições. No Restaurante Universitário o conforto acústico não foi atingido, o que foi verificado tanto pelos usuários quanto pelos ensaios in loco. Já em relação ao conforto lumínico, apesar de ele ter sido inferior ao exigido pela norma internacional ISO 8995 (ABNT, 2013), seus usuários o aprovaram.

No que diz respeito ao conforto térmico, as duas construções foram consideradas quentes pelos usuários. Sendo assim, um estudo é recomendado para que possíveis soluções sejam obtidas e para que seja determinado se essas soluções são viáveis ou não. Vale ressaltar que as temperaturas médias anuais aumentaram e o clima em Brasília está mais quente desde a época da construção dessas edificações, havendo uma necessidade de atualização dessas premissas de projeto.

7.3 Sugestão para Trabalhos Futuros

A seguir serão apresentadas sugestões para trabalhos futuros afim de dar continuidade ao tema abordado neste trabalho e aprofundá-lo.

- Fazer uma avaliação mais profunda no que diz respeito ao conforto acústico, realizando todos os ensaios previstos pela Norma de Desempenho;
- Realizar medições in loco sobre o conforto térmico e simulações computacionais, a fim de comparar os resultados obtidos;
- Avaliar o nível de luminância natural presente nessas edificações seguindo o prescrito pela NBR 15.575 (ABNT, 2013);
- Efetuar os mesmos ensaios em outras edificações de porte monumental;

- Criar um banco de dados estatístico de dados com relação ao conforto ambiental de edificações de porte monumental, possibilitando análises mais aprofundadas.
- Realizar um estudo no que diz respeito ao conforto visual.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKKERMAN, D. **Os requisitos de desempenho acústico do ponto de vista do projeto de Arquitetura**. Disponível em <http://www.asbea.org.br/download/Davi_Akkerman_AsBEA_Rio.pdf> Aula. Rio de Janeiro, 2016.

American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Thermal environmental conditions for human occupancy. **ANSI/ASHRAE - Standard 55**. Atlanta, 1992.

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

_____. **Projeto 02:135.01-004**. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Norma prevista para substituir a ABNT NBR 10152. Rio de Janeiro. 1999.

_____. **ABNT NBR 10151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro. 2000.

_____. **ABNT NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro. 1987.

_____. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro. 2013.

_____. **ABNT NBR 15575-2**: Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro. 2013.

_____. **ABNT NBR 15575-3**: Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de piso. Rio de Janeiro. 2013.

_____. **ABNT NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE). Rio de Janeiro. 2013.

_____. **ABNT NBR 15575-5**: Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura. Rio de Janeiro. 2013.

_____. **ABNT NBR 15575-6**: Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho** - ABNT NBR 15575. 2015.

ALVES, S. N. **A percepção visual como elemento de conforto na arquitetura hospitalar**. Dissertação. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. (2011).

BARBOSA, C. V. T. **Percepção da iluminação no espaço da arquitetura**: preferências humanas de iluminação em ambientes de trabalho. Tese de Doutorado. FAU/USP. São Paulo. 2010.

BONATES, M. F.; PEREIRA, T. C. B.; SILVA, L. B. **Análise da influência do projeto arquitetônico no conforto lumínico: o caso dos ambientes de trabalho de uma imobiliária**. Disponível em <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/analise_da_influencia_do_projeto_arquitetonico_no_conforto_luminico_o_caso_dos_ambientes_de_trabalho_de_uma_imobiliaria.pdf>. Campinas. 2016.

CABRAL, C. M.; **Acústica Industrial**: aplicação da análise de vibrações e ruído à identificação de fontes de ruído em ambiente industrial. Dissertação. Departamento de Engenharia Mecânica. Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade de Coimbra. 2012.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **NBR 15575 - Novos padrões de qualidade para construção de casas e apartamentos**. Brasília (DF). 2013.

DIAS, A. **Avaliação das Condições de Conforto Térmico e Acústico de Salas de Aula em Escola de Tempo Integral** - Estudo de Caso da Escola Padre Josimo em Palmas (TO). Dissertação. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. 2009.

CARVALHO, E. E. T. **A arquitetura neocolonial**: a arquitetura como afirmação da nacionalidade. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2002.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – Conforto ambiental**. Rio de Janeiro (RJ): Revan. 2003.

CORREIA, L. A.; **Conforto Ambiental e suas Relações de Subjetivas**: Análise Ambiental Integrada na Habitação de Interesse Social. Dissertação. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 2010.

FREGONEZZI, Marcos A.; LOPES, José L. **O ruído como fator de interferência na comunicação**: um estudo de caso em instituição de ensino. Serviço Social de Aprendizagem Comercial (SENAC), Faculdade de Ciências Ambientais (FCA) – São Paulo. 2006."

FREITAS, R. M.; AZERÊDO, J. F. **A disciplina de conforto ambiental**: uma ferramenta prática na concepção de projetos de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo. Cadernos PROARQ. 20ª Edição. Rio de Janeiro. 2013.

FROSTING, M.; HORNE D.; MILLER A. **O programa de percepção visual**. In:____. Figuras e formas: programa para o desenvolvimento da percepção visual. São Paulo: Panamericana; 1980.

FROTA A. B.; SCHIFFER S. R. **Manual do Conforto Térmico**. 5ª Edição. São Paulo. 2001.

GALBINSKI, José; **Planejamento físico de bibliotecas universitárias**. Brasília. 1993.

GONZÁLEZ, F. Javier Neila; FRUTOS, César Bedoya. **Técnicas arquitectónicas y construtivas de acondicionamneto ambiental**. Madrid: Editorial Munilla-Lería.1997.

GRACEY & ASSOCIATES. **Acoustic Glossary**. United Kingdon. Disponível em <<http://www.acoustic-glossary.co.uk>>. Acesso em Novembro de 2016.

GREVEN, H. A.; FAGUNDES, H. A. V.; EINSFELDT, A. A. **ABC do Conforto Acústico**. 2ª Edição. Rio Grande do Sul. 2006.

International Organization for Standardization. **ISO 140-7: Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors**. Gebenra. 1998.

KIEFER, F. **Museu de arte moderna do Rio de Janeiro e museu de arte de São Paulo: paradigmas brasileiros na arquitetura de museus**. Programa de Pós Graduação em Arquitetura - PROPAR. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 1998.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C. **O Projeto Arquitetônico e o Conforto Ambiental: Necessidade de uma Metodologia**. In: ENTAC 1993 – V Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações. São Paulo. SP. 1993.

LAMBERT, R et al. **Conforto e Stress Térmico**. Laboratório de Eficiência Energética e Edificações - UFSC. Santa Catarina. 2014.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores. 1997.

LIMA, C. H.M. de. **Brutalismo em Brasília: reflexões e permanências**. In: Seminário Docomomo Brasil, X. Curitiba. 2013.

LIMA, M. R. C. de. **Percepção visual aplicada à arquitetura e a iluminação**. 1ª edição. Ciência Moderna Ltda. Rio de Janeiro. 2010.

MARTIN, O.; LAMBERTS, R.; GUTHS, S. **Transferência de calor na envolvente da edificação**. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2008.

OLIVEIRA, L. L.; SALUM, M. D.; TEIXEIRA, T. H. A.; COUTO, R. L. **Transmissão de calor - Convecção natural e forçada**. UNESP - Universidade Estadual Paulista. Sorocaba. 2006.

PICANÇO, V. M. P. A.; **Preservação Patrimonial x Qualidade de Vida: Avaliação Pós-Ocupação no Programa Monumenta**. Centro Histórico de Natividade - Tocantins. Dissertação. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitura e Urbanismo. Universidade de Brasília. 2009.

PIERRARD, J. F.; AKKERMAN, D. **Manual ProAcústica sobre a Norma de Desempenho**. RUSH Gráfica e Impressora Ltda. 1ª Edição. 2013.

RHEINGANTZ, P. A. **Uma pequena digressão sobre conforto ambiental e qualidade de vida nos centros urbanos**. In: Cidade & Ambiente - UFSM. Vol. 1 n. 22. p. 35-58. Santa Maria. 2001.

RITTER, V. M.; **Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno: o caso do câmpus Pelotas Visconde da Graça**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2014.

RODRIGUES, E. Processos de Transmissão de Calor. **Conforto Térmico das Construções**. Santa Catarina. Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/c/c6/Transmissao_de_Calor_em_Edificacoes.pdf>. Acesso em 15 Jun. 2016.

SANDOVAL, L. C. **Brasília, cinema e modernidade: percorrendo a cidade modernista**. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília. 2014.

SANTOS, E. D. A. dos. **Duas bibliotecas de José Galbinski: "conexões brutalistas"?**. In: Seminário Docomomo Brasil, X. Curitiba. 2013.

SILVA, P. **Acústica Arquitetônica & Condicionamento de Ar**. Edital. Belo Horizonte. 2002.

SOUZA, D. A. S.; **A Estrutura do Teatro Nacional Claudio Santoro em Brasília: Histórico de Projeto, Execução, Intervenções e Estratégias para Manutenção**. Dissertação (Mestrado em Estrutura e Construção Civil) - Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília. 2009.

SZOKOLAY, S. V. **Environmental Science Handbook: for architects and builders**. Lancaster, England: Pitman, 1980.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NÍVEL DE MESTRADO FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO – BIBLIOTECA CENTRAL

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa científica que trata da avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico na Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Através de sua participação teremos condições de avaliar o conforto ambiental desse local. Portanto solicitamos que você responda às questões abaixo pois o sucesso dessa pesquisa depende da sua colaboração. Todas as informações obtidas no questionário serão tratadas com extremo sigilo.

Esse questionário foi extraído e depois adaptado da pesquisa da dissertação de mestrado de Viviane Mulech Ritter apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas em 2014: Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno: O caso do Câmpus Pelotas Visconde da Graça.

Data: _____

Idade: _____

Hora: _____

Sexo: _____

CONFORTO TÉRMICO

1 – Neste momento, você percebe que o ambiente está:

- Muito frio
- Frio
- Nem frio, nem quente
- Quente
- Muito quente

2 – Você gostaria que o ambiente estivesse:

- Muito mais quente
- Mais quente
- Nem mais quente, nem mais frio
- Mais frio
- Muito mais frio

3 – Você observa sol direto dentro do ambiente?

Sim Não

4 – Você percebe a entrada de vento

Sim Não

5 – Em caso afirmativo, o vento gera desconforto?

Sim Não

CONFORTO LUMÍNICO

1 – Na sua opinião, a luz natural que entra no interior do ambiente é:

- Muito fraca
- Fraca
- Nem fraca, nem forte
- Forte
- Muito forte

2 – Como você avalia o nível de iluminação nesta sala:

- Muito baixo
- Baixo
- Nem baixo, nem alto
- Alto
- Muito alto

3 – Você considera esse ambiente:

- Muito claro
- Claro
- Nem claro, nem escuro
- Escuro
- Muito escuro

4 – Você precisa forçar os olhos para realizar as atividades?

Sim Não

5 – Ao ler você percebe reflexos no papel?

Sim Não

CONFORTO ACÚSTICO

1 – Existem sons que influenciam na sua concentração?

Sim Não

2 – Em caso afirmativo da questão anterior, esta influência é:

- Positiva
- Negativa
- Nem positiva, nem negativa

3 – Os sons que você identificou na questão anterior são de:

- Trânsito de veículos
- Atividades no exterior do ambiente
- Conversas no ambiente

() Ruído no ambiente

() Outro: _____

PERCEPÇÃO DO AMBIENTE

1 – Quais são as 5 coisas que você enumera que mais contribuem para o conforto nesse ambiente?

1 - _____

2 - _____

3 - _____

4 - _____

5 - _____

2 – Quais são as 5 coisas que você enumera que mais influenciam para o desconforto nesse ambiente?

1 - _____

2 - _____

3 - _____

4 - _____

5 - _____

MUITO OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO!

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NÍVEL DE MESTRADO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO – RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa científica que trata da avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no Restaurante Universitário da Universidade de Brasília. Através de sua participação teremos condições de avaliar o conforto ambiental desse local. Portanto solicitamos que você responda às questões abaixo pois o sucesso dessa pesquisa depende da sua colaboração. Todas as informações obtidas no questionário serão tratadas com extremo sigilo.

Esse questionário foi extraído e depois adaptado da pesquisa da dissertação de mestrado de Viviane Mulech Ritter apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas em 2014: Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno: O caso do Câmpus Pelotas Visconde da Graça.

Data: _____

Idade: _____

Hora: _____

Sexo: _____

CONFORTO TÉRMICO

1 – Neste momento, você percebe que o ambiente está:

- () Muito frio
- () Frio
- () Nem frio, nem quente
- () Quente
- () Muito quente

2 – Você gostaria que o ambiente estivesse:

- () Muito mais quente
- () Mais quente
- () Nem mais quente, nem mais fria
- () Mais fria
- () Muito mais fria

3 – Você observa sol direto dentro da sala?

Sim Não

4 – Você percebe a entrada de vento

Sim Não

5 – Em caso afirmativo, o vento gera desconforto?

Sim Não

CONFORTO LUMÍNICO

1 – Na sua opinião, a luz natural que entra no interior do ambiente é:

- Muito fraca
- Fraca
- Nem fraca, nem forte
- Forte
- Muito forte

2 – Como você avalia o nível de iluminação nesta sala:

- Muito baixo
- Baixo
- Nem baixo, nem alto
- Alto
- Muito alto

3 – Você considera esse ambiente:

- Muito claro
- Claro
- Nem claro, nem escuro
- Escuro
- Muito escuro

4 – Você precisa forçar os olhos para realizar as atividades em sala de aula?

Sim Não

5 – Ao ler você percebe reflexos no papel?

Sim Não

CONFORTO ACÚSTICO

1 – Existem sons que influenciam a altura conversa?

Sim Não

2 – Em caso afirmativo da questão anterior, esta influência é:

- Positiva
- Negativa
- Nem positiva, nem negativa

3 – Os sons que você identificou na questão anterior são de:

- Trânsito de veículos
- Atividades no exterior do ambiente

() Conversas no ambiente

() Outro: _____

4 – Você ouve e compreende bem a voz de com quem está conversando?

() Sim () Não () Mais ou menos

PERCEPÇÃO DO AMBIENTE

1 – Quais são as 5 coisas que você enumera que mais contribuem para o conforto nesse ambiente?

1 - _____

2 - _____

3 - _____

4 - _____

5 - _____

2 – Quais são as 5 coisas que você enumera que mais influenciam para o desconforto nesse ambiente?

1 - _____

2 - _____

3 - _____

4 - _____

5 - _____

MUITO OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO!

