

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

TALLES NEVES DE TOFFOLI

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL EM AMBIENTES
INTERNOS DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ - CAMPUS CAMPO MOURÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2019

TALLES NEVES DE TOFFOLI

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL EM AMBIENTES
INTERNOS DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ - CAMPUS CAMPO MOURÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Morais de Castro

CAMPO MOURÃO

2019



TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INTITULADO

AVALIAÇÃO DO CONFORTO AMBIENTAL EM AMBIENTES INTERNOS DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS CAMPO MOURÃO

DO DISCENTE

TALLES NEVES DE TOFFOLLI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 26 de novembro de 2019 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. O discente foi arguido pela Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho aprovado.

Profa. Me. Jordana Dorca dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profa. Dra. Vera Lúcia Barradas Moreira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Thiago Morais de Castro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento desse trabalho, bem como a todos aqueles que fizeram parte da minha vida e tiveram influência de cunho pessoal ou profissional para meu crescimento.

“A persistência é o caminho do êxito.”

(Charles Spencer Chaplin)

RESUMO

TOFFOLLI, Talles Neves de. **Avaliação do conforto ambiental em ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

Entende-se como conforto ambiental o estado de satisfação de um indivíduo em um determinado espaço. A avaliação do conforto ambiental considerou parâmetros relacionados ao conforto acústico, lumínico e térmico. Por meio da avaliação desses parâmetros foi possível comparar os dados obtidos com normas vigentes, verificando seu atendimento, ou não. As medições ocorreram durante o dia, com os ambientes vazios e com janelas e portas abertas. As medições dos parâmetros foram realizadas uma vez em cada estação do ano. A avaliação dos dados demonstrou a ausência de ambientes em condição de conforto ambiental pleno, havendo deficiências em algum de seus componentes. 16,67% dos ambientes avaliados se apresentaram em condições de conforto acústico, com níveis adequados aos recomendados pela ABNT NBR 10152:2017, sem apresentar grandes amplitudes em seus níveis estatísticos de excedência. 25% dos ambientes avaliados se apresentaram em condição de conforto lumínico, com níveis de iluminância adequados em relação a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 e com iluminação uniforme no ambiente. 16,67% dos ambientes avaliados apresentaram condição de conforto térmico independentemente da estação do ano, porém tal condição ocorreu predominantemente no período do outono e da primavera. Por fim, a avaliação do conforto ambiental, de forma holística, abrangendo os aspectos acústico, lumínico e térmico, possibilita uma melhor compreensão das necessidades do ambiente, devido as interferências e intersecções que ocorrem entre os parâmetros que determinam as condições de conforto.

Palavras-chave: Adequação ambiental; Conforto acústico; Conforto lumínico; Conforto térmico; Qualidade Ambiental.

ABSTRACT

TOFFOLLI, Talles Neves de. **Avaliação do conforto ambiental em ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

Environmental comfort is understood to be the state of satisfaction of an individual in a given space. The environmental comfort assessment considered parameters related to acoustic, luminous and thermal comfort. By evaluating these parameters, it was possible to compare the data obtained with current standards, verifying their care, or not. Measurements occurred during the day, with empty environments and windows and doors open. Measurements of the parameters were performed once at each season of the year. Data assessment demonstrated the absence of environments in a condition of full environmental comfort, with deficiencies in any of its components. 16.67% of the evaluated environments were in acoustic comfort conditions, with levels appropriate to those recommended by ABNT NBR 10152:2017, without presenting large amplitudes at their statistical levels of relevance. 25% of the evaluated environments were in a condition of luminous comfort, with adequate illumination levels in relation to ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 and with uniform lighting in the environment. 16.67% of the evaluated environments presented thermal comfort condition regardless of the season, however, this condition occurred predominantly in the autumn and spring period. Finally, the evaluation of environmental comfort, holistically, covering acoustic, luminous and thermal aspects, allows a better understanding of the needs of the environment, enables a better understanding of the needs of the environment, due to the interferences and intersections that occur between the parameters that determine the comfort conditions.

Keywords: Environmental adequacy; Acoustic comfort; Luminous comfort; Thermal comfort; Environmental quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo carta psicrométrica com zonas de conforto demonstrando qual a estratégia a ser adotada para atingir o conforto térmico.	24
Figura 2 - Mapa de localização do município de Campo Mourão - PR.	25
Figura 3 - Mapa de localização da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.	26
Figura 4 - Exemplo de divisão de um ambiente interno realizado para aferição dos dados.	27
Figura 5 - Decibelímetro Instrutherm modelo DEC-490, instrumento empregue nas medições do Nível de Pressão Sonora.	28
Figura 6 - Luxímetro Digital Instrutemp modelo ITLD-260, utilizado para a medição da iluminância nos ambientes.	29
Figura 7 - Termômetro de Globo Instrutemp modelo ITWTG-2000, utilizado na aferição de temperaturas e umidade relativa.	30
Figura 8 - Anemômetro Instrutherm modelo AD-250, utilizado para a medição da velocidade do ar.	31
Figura 9 - Padrão de orientação solar das edificações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.	36
Figura 10 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula B103 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.	37
Figura 11 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula B105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.	38
Figura 12 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, no laboratório C102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.	39
Figura 13 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, no laboratório C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.	40
Figura 14 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula D105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.	41

Figura 15 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula D108 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.....	42
Figura 16 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula F105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.....	43
Figura 17 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.....	44
Figura 18 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula G102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.....	45
Figura 19 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula G104 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.....	46
Figura 20 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de integração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.....	47
Figura 21 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, no restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.....	48
Figura 22 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula B103 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	54
Figura 23 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula B105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	54
Figura 24 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do laboratório C102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	55
Figura 25 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do laboratório C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	55

Figura 26 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula D105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	56
Figura 27 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula D108 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	56
Figura 28 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula F105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	57
Figura 29 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	57
Figura 30 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula G102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	58
Figura 31 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula G104 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	58
Figura 32 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de integração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	59
Figura 33 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de níveis de pressão sonora para ambientes internos de uma edificação, de acordo com suas finalidades de uso, recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.	18
Tabela 2 - Valores de iluminância para ambientes internos recomendados pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, conforme ambiente, tarefa ou atividade.....	21
Tabela 3 - Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) e índices estatísticos de excedência referentes aos ambientes internos B103, B105, C102 e C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.	33
Tabela 4 - Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) e índices estatísticos de excedência referentes aos ambientes internos D105, D108, F105 e F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.	33
Tabela 5 - Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) e índices estatísticos de excedência referentes aos ambientes internos G102, G105, sala de integração e restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.....	33
Tabela 6 - Valores mínimos, médios e máximos de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar mensurados em ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
1.2 Justificativa	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Conforto ambiental	15
2.2 Conforto acústico	15
2.2.1 Fontes de ruído	16
2.2.2 Percepção humana e efeitos do ruído.....	16
2.2.3 Níveis de pressão sonora.....	17
2.3 Conforto lumínico	18
2.3.1 Fontes de luz.....	19
2.3.2 Percepção humana e efeitos da luz	20
2.3.3 Níveis de iluminância.....	20
2.4 Conforto térmico	21
2.4.1 Fontes de calor.....	22
2.4.2 Percepção humana e efeitos da temperatura.....	22
2.4.3 Níveis de temperatura	23
3 METODOLOGIA	25
3.1 Caracterização da área	25
3.2 Delimitação da amostra	26
3.3 Instrumentação e parâmetros de avaliação	27
3.3.1 Conforto acústico	27
3.3.2 Conforto lumínico	28
3.3.3 Conforto térmico.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Conforto acústico	32
4.2 Conforto lumínico	34
4.3 Conforto térmico	49
4.4 Panorama do conforto ambiental nos ambientes	60
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	63
APÊNDICES	69

1 INTRODUÇÃO

Viver em um ambiente agradável e confortável aumenta o bem-estar e a satisfação das pessoas. Essas condições são particularmente importantes em edifícios comerciais, educacionais e de saúde, onde a qualidade ambiental interna influencia a produtividade, o aprendizado e a convalescença (FRONTCZAK; WARGOCKI, 2011).

Possibilitar um ambiente que proporcione condições favoráveis de conforto ambiental, é contribuir de maneira benéfica com as atividades que os usuários realizam no espaço físico (GEMELLI, 2009).

O ambiente de ensino, por exemplo, é composto de seu espaço físico e seus usuários; em meio a esse, o desempenho dos usuários está relacionado ao conforto ambiental que o ambiente promove (FEKRY; EL ZAFARANY; SHAMSELDIN, 2014).

Condições desfavoráveis de conforto no ambiente de ensino podem influenciar negativamente o desempenho dos usuários, afetando o rendimento e a qualidade do ensino, bem como causando distúrbios de saúde (ORNSTEIN; BRUNA; ROMÉRO, 1995; KOWALTOWSKI et al., 1999; KRÜGER; ADRIAZOLA; TAKEDA, 2004; VISCHER, 2007; TANABE; HANEDA; NISHIHARA, 2015).

A condição de um ambiente de ensino, com natureza de conforto desfavorável, pode ser atribuída a falta de cuidados específicos no projeto de uma edificação e sobre cada componente que a compõe, assim como a falta de manutenção do espaço físico que a constitui (KOWALTOWSKI, 1980; KOWALTOWSKI et al., 2002).

Ainda que o conforto seja atendido por meio de parâmetros que melhorem o desempenho da edificação, cabe ressaltar que a negligência do usuário em buscar ações que objetivem alterações no conforto do ambiente de ensino é algo crítico, dado que esse tem uma percepção sensorial de interferências do espaço que está inserido.

Deve-se considerar que a percepção sensorial do usuário sofre influências impostas pelo clima e de aspectos regionais, devido à aclimação do seu organismo as condições climáticas em que está submetido frequentemente (SZOKOLAY, 1980; OCHOA, 2010; VIEIRA et al., 2019).

Assim, buscou-se nesse estudo avaliar o conforto ambiental, baseando-se no entendimento de normas e estratégias existentes, a fim de verificar o atendimento de ambientes às exigências mínimas de conforto acústico, lumínico e térmico.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o conforto ambiental em ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

1.1.2 Objetivos específicos

De acordo com o objetivo geral, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- I. Coletar dados quantitativos relacionados ao conforto acústico, lumínico e térmico por meio de medições;
- II. Comparar dados quantitativos, obtidos a partir de medições, com normas vigentes, a fim de avaliar o conforto acústico, lumínico e térmico.

1.2 Justificativa

Os estudos desenvolvidos na área de conforto, geralmente, abrangem de maneira mais específica um único tipo de conforto, ou seja, a avaliação dos parâmetros e requisitos ocorre nos âmbitos acústico, lumínico ou térmico.

Kowaltowski et al. (1999) afirma que é necessária a busca por um conjunto de soluções, a fim de otimizar esses desempenhos em conjunto.

Além disso, segundo Bernardi (2001), a formação de um indivíduo está relacionada com uma rede complexa de fatores sociais, econômicos, pedagógicos e ambientais que, juntos, deverão interferir e complementar-se para a obtenção de resultados positivos que contribuam para o desenvolvimento deste.

Assim, torna-se relevante buscar uma contextualização para a situação local, procurando promover o conforto ambiental baseando no entendimento e adequações de normas existentes, no contexto acústico, lumínico e térmico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conforto ambiental

Compreende-se como conforto ambiental a relação de equilíbrio entre o ambiente e seus usuários, a qual depende de diversas variáveis do meio, contrapostas com a unicidade de cada usuário.

O conforto ambiental também pode ser entendido como o bem-estar de um indivíduo, em que é estabelecido pela reação a estímulos que o meio proporciona (BERTOLI, 2002; SCHMID, 2005; OCHOA, 2010; BESTETTI, 2014). O mesmo é verificado por meio de parâmetros dos confortos acústico, lumínico e térmico, com o intuito de buscar a adequação dos espaços, garantindo a satisfação do usuário.

Em ambientes internos, pertencentes a edificações de ensino, esses parâmetros devem ser essenciais no processo de concepção projetual da edificação, dado que a qualidade do ambiente se configura como fator essencial para o estabelecimento de uma relação harmoniosa no processo de ensino-aprendizagem (BERNARDI, 2001; OLIVEIRA, 2012; PIMENTEL et al., 2016).

Através da interação de diversos fatores, o ambiente de ensino exerce influência direta nos usuários, interferindo na formação desse, tornando um processo gradual, complexo e único (SZOKOLAY, 1980; BERNARDI, 2001; KOWALTOWSKI et al., 2002; SCHMID, 2005).

Porém, a maioria dos ambientes de ensino apresentam condições aquém das desejadas, ocasionando uma condição de prejuízo para o ensino e, conseqüentemente para os usuários (KOWALTOWSKI et al., 2002).

Dessa forma, desempenhar os parâmetros desejáveis são formas de fornecer condições para o conforto em geral dos usuários.

2.2 Conforto acústico

O conforto acústico está associado ao processo de um indivíduo realizar uma atividade em um ambiente, sem interferências que eventuais ruídos possam causar, sejam esses provenientes de fontes internas ou externas (ANDRADE, 2009).

O indivíduo deve ser capaz de ouvir o necessário, sem perturbações que sejam passíveis de causar stress ou distorcer o foco de atenção de uma atividade (SCHMID, 2005).

O conforto acústico depende do controle de ruídos, da inteligibilidade do som e do tempo de reverberação (ORNSTEIN; ROMÉRO, 1992). Além disso, está sujeito a intensidade do ruído que uma determinada atividade exerce (ROMÉRO; ORNSTEIN, 2003).

O não tratamento acústico de um ambiente provoca dificuldade de comunicação entre os usuários, além da falta de privacidade entre ambientes próximos (BERNARDI, 2001; MAGIOLI; TORRES, 2018).

2.2.1 Fontes de ruído

O ruído pode ser definido como um som sem harmonia, proveniente de superposições, de naturezas diferentes e fontes distintas e, que faz parte do cotidiano da população (BISTAFA, 2006; OCHOA, 2010).

A fonte de um ruído pode ser classificada como contínua ou intermitente, em que é diferenciada em relação a variação do intervalo de tempo de ocorrência, sendo um aspecto significativo a ser considerado na avaliação de níveis admissíveis de pressão sonora (BERNARDI, 2001; NUNES, 2005).

A ação das fontes sonoras sobre os usuários, no caso de ambientes internos, está associada às características da edificação a qual os usuários estão inseridos. Como resultado da ação das fontes sonoras, tem-se como consequência a transmissão ou isolamento do som (OCHOA, 2010).

Quando uma onda sonora incide sobre uma superfície, faz com que parte de sua energia emitida seja absorvida e, parte refletida (SZOKOLAY, 1980). A parte refletida, por sua vez, propaga-se dentro e para outros ambientes, prejudicando a compreensão e clareza auditiva dos usuários.

2.2.2 Percepção humana e efeitos do ruído

A sensibilidade da audição de um indivíduo varia conforme a frequência e intensidade do som. Quando uma energia acústica audível afeta adversamente as pessoas, esta é denominada como ruído (KRYTER, 1970; SCHMID, 2005).

A reação dos indivíduos ao ruído depende da hora de ocorrência, da distância da fonte, do tempo de exposição, além da audibilidade e tonalidade (YERGES, 1969; BISTAFA, 2006).

Os ruídos, independentemente da natureza, acarretam prejuízos para os usuários de um determinado ambiente, tais como: alterações vocais (SERVILHA, 2000; BEHLAU; DRAGONE; NAGANO, 2004), perdas auditiva e dificuldades no entendimento da fala (COSTA, 1994; NUDELMANN et al., 1997; LOSSO, 2003), falta de concentração e irritabilidade (MAGIOLI; TORRES, 2018).

Níveis de pressão sonora acima de 65 dB podem causar fadiga mental e física, enquanto um ruído de 150 dB pode causar perda instantânea da audição (SZOKOLAY, 1980). Porém, o silêncio absoluto caracteriza-se como uma adversidade, pois torna a audição sensível, tornando o ouvinte susceptível a ruídos (BISTAFA, 2006).

Quando os ruídos não afetam diretamente um indivíduo, esses podem influenciar negativamente o psicológico do mesmo, afetando: comportamento, emoções, raciocínio, criatividade e imaginação (HALPERN; SAVARY, 1985).

A audição de um usuário presente em um certo ambiente, deve ser um fator a ser considerado na análise de dados de uma medição, dado que diferentes fontes de ruído geram diversas reações nos usuários (NUNES, 2005).

2.2.3 Níveis de pressão sonora

A avaliação do ruído, de acordo com a norma vigente, é realizada em termos de nível de pressão sonora equivalente.

O nível de pressão sonora representativo de um ambiente é obtido por meio de uma relação dos níveis de pressão sonora (NPS) contínuos no ambiente, ponderados em A. A ponderação em A, refere-se a uma escala de sensibilidade para medição de ruído (NAGEM, 2004).

Assim, o Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) é o nível que, caso houvesse a possibilidade de ser mantido um nível constante durante o período de medição, acumularia a mesma energia acústica que diversos níveis variáveis acumulam em um mesmo tempo (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2016). Logo, representa o nível de ruído que os indivíduos estão sujeitos devido a diversas fontes durante um período de tempo.

Faz-se uso da ABNT NBR 10152: 2017, relacionada a níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, para verificar o atendimento aos parâmetros citados (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de níveis de pressão sonora para ambientes internos de uma edificação, de acordo com suas finalidades de uso, recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.

Finalidade de uso	Níveis de Pressão Sonora Equivalentes Recomendados	
	RL _{Aeq} (dB)	
Culturais e lazer		
Restaurantes	45	
Educacionais		
Circulações	50	
Salas de aula	35	

Fonte: Adaptado de NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

O Nível de Pressão Sonora Equivalente Recomendado (RL_{Aeq}), segundo a ABNT NBR 10152:2017, admite uma tolerância de até 5 dB em seus valores.

Pode-se utilizar também, para a avaliação de ruídos, níveis estatísticos de excedência (L₁₀ e L₉₀), em que representam o valor de pressão sonora, que foi ultrapassado em uma porcentagem do intervalo de tempo considerado.

O L₁₀ nível sonoro excedido em 10% do tempo de medição, indica eventos esporádicos, ou seja, picos de ruído ocorridos durante o período de medição; e, o L₉₀ nível sonoro excedido em 90% do tempo de medição, tem característica de medida de nível de ruído residual, a qual perdura durante a maior parte do tempo de medição (BISTAFA, 2006; GEMELLI, 2009). Assim, variações bruscas entre L₁₀ e L₉₀ retornam maiores incômodos para um indivíduo.

2.3 Conforto lumínico

O conforto lumínico é uma condição em que, através da incidência de luz (natural ou artificial) em um ambiente, possibilita a realização de atividades, sendo essas exequíveis com acuidade e precisão, não causando prejuízos aos usuários.

Entende-se do mesmo modo como conforto lumínico, um conjunto de condições que, em um determinado ambiente, permitem indivíduos desenvolver suas atividades sem esforços visuais, com riscos ínfimos a visão (DIAS, 2011; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Em relação ao ambiente interno de locais de aprendizado, a iluminação é um fator fundamental para obter o conforto do usuário, pois sua intensidade de distribuição interfere na legibilidade da informação (GRAÇA; KOWALTOWSKI; PETRECHE, 2007).

Esse requisito é atendido por meio de aspectos referentes a luz, como: direção, difusão, uniformidade, intensidade; além de características como o tipo de atividade desenvolvida e o nível de minuciosidade demandado (BERNARDI, 2001; ROMÉRO; ORNSTEIN, 2003; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

2.3.1 Fontes de luz

A luz é uma forma de energia que pode ser proveniente de fontes naturais ou artificiais.

A luz natural varia em nível e composição espectral com o tempo e não está disponível durante todas as horas do dia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013; QUIRINO, 2018). Por esta razão, a iluminação de um ambiente interno sofre variações e, nem sempre é possível atender as exigências em termos de nível de iluminância somente com a luz natural, sendo necessário a existência de luz artificial no ambiente.

A luz artificial além de suprir essa necessidade de baixos níveis de iluminância, pode contribuir com a qualidade do conforto no ambiente para os usuários (HYBINER, 2015). Assim, em um ambiente interno é necessário considerar a iluminação oriunda de ambas fontes (RODRIGUES, 2002; BENYA et al., 2003).

Entretanto, diversas edificações funcionam, na maior parte do tempo, utilizando a iluminação empregada no ambiente indevidamente (OCHOA, 2010; QUIRINO, 2018).

A fim de conferir uma iluminação adequada a um ambiente, deve-se avaliar o clima, a variação sazonal da incidência de luz natural, a vegetação externa, bem como a presença de elementos da edificação que têm influência direta na iluminação (BERNARDI, 2001; TOLEDO, 2008; OCHOA, 2010).

Portanto, com intuito de atribuir a demanda apropriada de iluminação no ambiente, busca-se utilizar a iluminação artificial apenas para suprir as necessidades de iluminação que a luz natural não foi capaz de prover.

2.3.2 Percepção humana e efeitos da luz

A percepção humana à luz ocorre a partir da transformação de energia luminosa, recebida pelo olho, em impulsos nervosos para o cérebro; onde, a variação dessa é dada através da abertura da pupila e pela sensibilidade da retina (SZOKOLAY, 1980; VIANNA; GONÇALVES, 2001; GEMELLI, 2009).

Ainda, dentro desse espectro amplo de condições de iluminação, a percepção está sujeita aos níveis que a iluminação causa no ambiente. Cores e detalhes têm melhor observação sob níveis elevados de iluminação, em contra partida, baixos níveis tornam a distinção mais difícil (FREIRE, 1996).

Em um ambiente, a iluminação (natural ou artificial) procura fornecer condições visuais ideais para as atividades desempenhadas.

Desse modo, a insuficiência ou excesso de iluminação, pode afetar a orientação espacial e temporal dos usuários (BERNARDI, 2001); causar desconforto e redução da eficiência visual (OCHOA, 2010; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014); além de possibilitar a ocorrência de incidentes a visão do usuário (QUIRINO, 2018).

Logo, é necessário atender aos requisitos do usuário, frente suas necessidades no ambiente, para esse exercer suas atividades com conforto e segurança.

2.3.3 Níveis de iluminância

Os níveis de iluminância, segundo a norma em vigor, são dados em lux (lx) e, variam conforme o ambiente, tarefa ou atividade.

A adequação dos níveis tem relevância substancial para o usuário, pois a iluminação deve proporcionar um ambiente confortável. Para isso, a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, referente a iluminação de ambientes internos, atribui a iluminância (Tabela 2) que deve estar em conformidade com a necessidade do usuário.

A iluminância no ambiente não deve ser inferior aos valores de referência (E_m); assim, os valores apontados definem o mínimo de iluminação que o ambiente deve prover para execução das ações desempenhadas.

Apenas convém que os valores sejam ajustados se as condições visuais forem diferentes das assumida como normais.

Tabela 2 - Valores de iluminância para ambientes internos recomendados pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, conforme ambiente, tarefa ou atividade.

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	E_m (lx)
Áreas gerais da edificação	
Áreas de circulação e corredores	100
Refeitório/Cantinas	200
Construções educacionais	
Salas de aula	300
Salas de aplicação e laboratórios	500
Salas comuns de estudantes	200

Fonte: Adaptado de NBR ISO/CIE 8995-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Além disso, a iluminância deve ser uniforme no ambiente, não podendo apresentar razão entre o valor mínimo e o valor médio inferior a 0,7 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

2.4 Conforto térmico

Conforto térmico é o estado que exprime a satisfação do indivíduo com o ambiente térmico, sendo influenciado por aspectos físicos (condução, convecção, radiação e evaporação), variações no balanço energético devido a variáveis climáticas (temperatura, umidade, movimento do ar) e, percepção e preferências térmicas dos usuários em um ambiente (FANGER, 1970; BERNARDI, 2001; PAGNOSSIN; BURIOL; GRACIOLLI, 2001; OCHOA, 2010; AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, 2013; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Cada região tem uma definição das exigências dos usuários em relação ao conforto térmico. Assim, essas variáveis devem reproduzir a realidade da localidade (GIVONI, 1992; GEMELLI, 2009).

Enquanto as variáveis climáticas são impostas, cabe ao ambiente construído conseguir abrandá-las (SCHMID, 2005).

A função de uma edificação consiste em isolar, abrigar e proteger o usuário de fatores externos em relação ao ambiente interno (GEMELLI, 2009). Conseqüentemente, ainda que o conforto térmico em uma edificação dependa de diversas variáveis, o conforto térmico pode ser alcançado através do desempenho e da qualidade térmica que o ambiente construído proporciona a seus usuários.

2.4.1 Fontes de calor

Calor é uma forma de energia que pode ser transferida de um sistema para outro em consequência da diferença de temperatura entre eles (ÇENGEL e GHAJAR, 2012).

As fontes de calor que contribuem com a alteração da temperatura em ambientes internos de edificações, se dão pelo próprio corpo dos usuários através do metabolismo e pelo ambiente que envolve o indivíduo (radiação solar e sistemas de iluminação artificial) (FROTA; SCHIFFER, 2001; BERNARDI, 2001).

O conhecimento das fontes que podem inserir carga térmica em um ambiente interno é de suma importância, pois pode-se atuar diretamente para reduzir a introdução de carga, causando menores interferências no balanço térmico do local e também dos usuários.

2.4.2 Percepção humana e efeitos da temperatura

Givoni (1992) expõe que um indivíduo é capaz de se adaptar ao ambiente no qual ele está inserido e, por conta disso, os limites da zona de conforto se adaptam, com valores maiores ou menores de acordo com a região.

A adaptação do indivíduo é realizada pelo mecanismo de termorregulação, que depende do metabolismo, da umidade relativa e da movimentação do ar (FROTA; SCHIFFER, 2001; PIZARRO, 2005).

Segundo Lamberts et al. (2016a), a sensação de conforto baseia-se na perda de calor do corpo através da diferença de temperatura entre a pele e o ar, em que o ar mais quente se torna mais leve e sobe enquanto o mais frio desce, proporcionando uma sensação de resfriamento do ambiente devido a movimentação do ar.

Ainda, segundo o autor, à medida que a temperatura do meio se eleva, dificultando as perdas por convecção e radiação, o organismo aumenta sua eliminação por evaporação. Quanto maior a umidade relativa (UR), menor a eficiência da evaporação na remoção do calor. A umidade relativa (UR) é utilizada para determinar a umidade absoluta (expressa em termos de pressão parcial de vapor), parâmetro que permite determinar as trocas por evaporação entre o homem e o ambiente.

Além disso, o a velocidade do ar também modifica as trocas de calor por convecção e evaporação de uma pessoa, retirando o ar quente e a água em contato com a pele com mais eficiência e assim, reduzindo a sensação de calor (quanto maior for, maior será a sensação de perda de calor).

Situações de desconforto causadas por temperaturas extremas, combinada a outros fatores (ventilação insuficiente ou nula, excesso ou deficiência de umidade) podem ser prejudiciais ao usuário. Tais situações podem acarretar: alterações das reações psicossensoriais e sonolência (LAMBERTS et al., 2016b); alteração nos batimentos cardíacos (BERNARDI, 2001); além de incômodos e mal-estar.

A variação de calor do organismo de um indivíduo, apesar de ocorrer de maneira natural, representa um esforço adicional e pode causar queda de eficiência de realização de atividades (FROTA; SCHIFFER, 2001; OCHOA, 2010).

Nos ambientes de ensino, o conforto térmico assume função significativa no desempenho do usuário, pois interfere diretamente em sua capacidade de concentração nas atividades exigidas (BERNARDI, 2001).

2.4.3 Níveis de temperatura

Utiliza-se variáveis físicas para verificar se um ambiente está atendendo condições de conforto (desconsiderando as preferências e particularidades dos indivíduos) e, através dessa avaliação, quais estratégias podem ser adotadas para atingir o conforto térmico.

Uma forma de avaliação dos níveis de temperatura é realizada pela delimitação de zonas de conforto térmico, onde por meio das variáveis físicas, são definidas situações ambientais ideais para os indivíduos desenvolverem suas atividades sem a necessidade de recorrer aos mecanismos de termorregulação do organismo (GIVONI, 1992; FROTA; SCHIFFER, 2001; PAGNOSSIN; BURIOL; GRACIOLLI, 2001; PIZARRO, 2005).

Salienta-se que os requisitos capazes de proporcionar conforto térmico serão diferentes para habitantes de climas divergentes (FROTA; SCHIFFER, 2001).

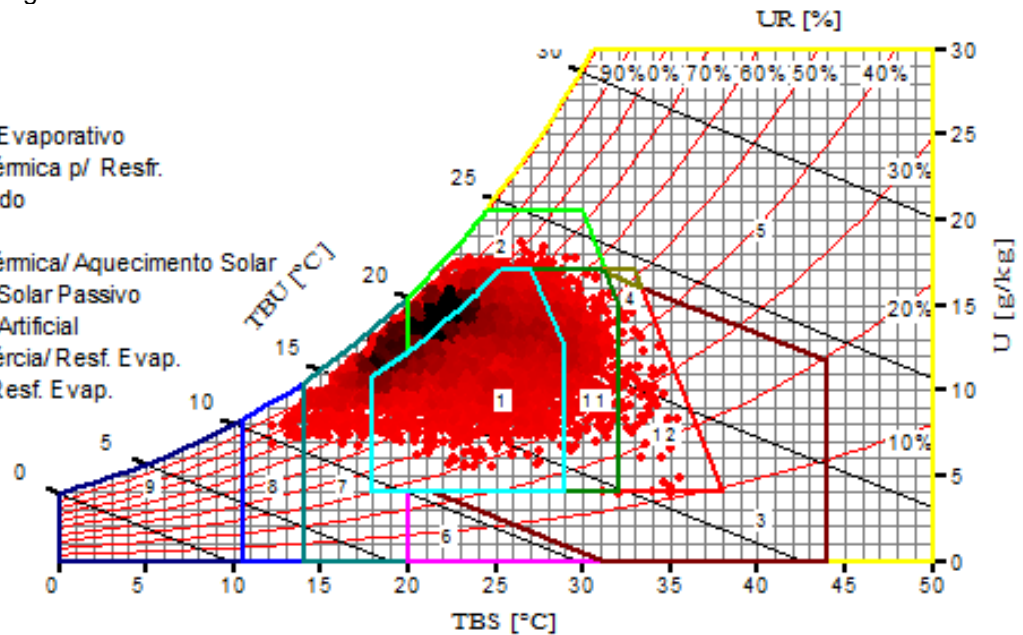
As zonas observadas na carta psicrométrica (Figura 1), são obtidas pela análise de valores de: temperatura de bulbo seco (TBS), também conhecida como temperatura do ar; temperatura de bulbo úmido (TBU); umidade relativa do ar (UR); e, velocidade do ar (V_A); esses parâmetros têm influência direta sobre a percepção

(sensação) do usuário em relação a temperatura no ambiente (PIZARRO, 2005; OCHOA, 2010; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Figura 1 - Exemplo carta psicrométrica com zonas de conforto demonstrando qual a estratégia a ser adotada para atingir o conforto térmico.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
11. Vent./Alta Inércia/Resf. Evap.
12. Alta Inércia/Resf. Evap.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

A zona de conforto térmico, considera condições de baixa velocidade do ar (valores entre $0,15$ e $0,25 \text{ m.s}^{-1}$), temperaturas variando entre $18 \text{ }^\circ\text{C}$ e $29 \text{ }^\circ\text{C}$ (interior das edificações) e, a umidade relativa sempre inferior a curva de 80% e superior a curva de 40% (GIVONI, 1992; OCHOA, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área

Campo Mourão localiza-se na mesorregião centro ocidental do estado do Paraná, entre as coordenadas 383.681,71 m, 7.351.119,82 m e 341.389,69 m, 7.310.913,24, do sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22 S (Figura 2). O município possui área territorial de 749,64 km², com população estimada no ano de 2019 em 94.859 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019).

Figura 2 - Mapa de localização do município de Campo Mourão - PR.



Fonte: Autoria própria (2019).

O clima predominante no município é classificado como Cfa (subtropical úmido mesotérmico), com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida; temperaturas nos meses mais frios entre -3,0 e 18,0 °C e, nos meses mais quentes acima de 22,0 °C, chuvas variando entre 1.300 e 1.600 mm, umidade relativa do ar

75,0% e, ventos decorrentes do Leste (E), com velocidade média de $2,49 \text{ m.s}^{-1}$ (GERALDINO; CAXAMBU; SOUZA, 2010; ALVARES et al., 2013; GUICHO, 2016).

A área de estudo, local integrante do município, é a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, localizada entre as coordenadas 359.244,46 m, 7.338.499,97 m e 358.924,11 m, 7.338.044,29, do sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22 S

3.2 Delimitação da amostra

Avaliou-se diferentes ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, sendo eles: salas de aula e/ou laboratórios (B103, B105, C102, C105, D105, D108, F105, F110, G102, G104), sala de integração e restaurante universitário (Figura 3). Tais ambientes foram definidos devido as diferentes características no entorno do ambiente exterior a cada local, as quais poderiam influenciar as condições de conforto dos ambientes avaliados.

Figura 3 - Mapa de localização da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.



Fonte: Autoria própria (2019).

Os ambientes de estudo da pesquisa foram divididos internamente em nove quadrantes para a coleta de dados (Figura 4); a divisão teve como intuito executar uma amostragem adequada que exemplificasse o ambiente.

Figura 4 - Exemplo de divisão de um ambiente interno realizado para aferição dos dados.

	X	Y	Z
1			
2			
3			

Fonte: Autoria própria (2019).

As medições ocorreram durante o dia, no período das 7 às 18 horas, com os ambientes vazios e com janelas e portas abertas. As medições dos parâmetros foram realizadas uma vez em cada estação do ano (verão, outono, inverno e primavera).

Para as medições de iluminância, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, os dados foram coletados em todos os quadrantes da divisão, enquanto que para o nível de pressão sonora as medições se deram nos quadrantes X1, X3, Z1 e Z3, verificando ruídos advindos de direção oposta a esses quadrantes.

3.3 Instrumentação e parâmetros de avaliação

3.3.1 Conforto acústico

As medições de conforto acústico captaram ruídos emitidos pelos usuários e pelo ambiente, não sendo utilizadas fontes sonoras para simulação de ruído.

As medições foram realizadas utilizando o Decibelímetro Instrutherm® modelo DEC-490 (com precisão de $\pm 1,4$ dB) em conjunto com *software* Sound Level Meter 3.1 (Figura 5). Os níveis de pressão sonora foram registrados nos ambientes a cada 0,5 segundos durante cinco minutos por quadrante avaliado.

O Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) foi calculado a partir da relação entre os níveis estatísticos de excedência (L_{10} e L_{90}) (Equação 1).

$$L_{Aeq} = 0,01*(L_{10}-L_{90})^2 + 0,5*(L_{10}+L_{90}) \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

L_{Aeq} = Nível de Pressão Sonora Equivalente, em dB(A);

L_{10} = nível sonoro excedido em 10% do tempo de medição;

L_{90} = nível sonoro excedido em 90% do tempo de medição.

Figura 5 - Decibelímetro Instrutherm modelo DEC-490, instrumento empregue nas medições do Nível de Pressão Sonora.



Fonte: INSTRUTHERM (2019a).

Os níveis estatísticos de excedência (L_{10} e L_{90}), por sua vez, são calculados por meio da ordenação, em ordem crescente, dos dados aferidos dos níveis de pressão sonora (NPS) e, posteriormente, verificada probabilidade acumulada (p) de ocorrência do evento em percentual ($p=m/N*100$, sendo “ m ” a ordem de ocorrência e N o número total de medições).

Os valores de Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) obtidos foram comparados com a ABNT NBR 10152:2017, com intuito de verificar o atendimento, ou não, aos limites preconizados.

3.3.2 Conforto lumínico

As medições de iluminância foram efetuadas duas vezes por quadrante em cada ambiente, em que a primeira se deu com iluminação natural e a segunda com iluminação artificial. Verificou-se ainda a uniformidade da iluminação no ambiente,

através da razão entre a menor iluminância aferida no ambiente pela média das iluminâncias desse mesmo local.

Para a avaliação do conforto lumínico, padronizou-se a disposição de como os ambientes são visualizados, sendo esses vistos de frente a partir da porta. Teve-se como intuito uniformizar os ambientes, a fim das janelas presentes nos ambientes coincidir nos mesmos quadrantes, facilitando na interpretação dos dados.

A altura empregue nas medições considerou a posição dos olhos dos usuários em posição de repouso (sentados), sendo essa de, aproximadamente, 1,0 m.

Utilizou-se para as medições relacionadas ao conforto lumínico o Luxímetro Digital Instrutemp® modelo ITLD-260 (Figura 6), na faixa de medição de 0,0 a 1.999,0 lx, que conta com precisão de $\pm 5,0\%$ (valor medido) + 2 d (dígitos).

Figura 6 - Luxímetro Digital Instrutemp modelo ITLD-260, utilizado para a medição da iluminância nos ambientes.



Fonte: INSTRUTEMP (2019a).

Como limites de conforto foram utilizados os valores mínimos (E_m) fixados pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

3.3.3 Conforto térmico

Os dados mensurados na avaliação do conforto térmico foram temperatura do ar (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU) e umidade relativa do ar (UR).

Esses foram obtidos por meio de um Termômetro de Globo Instrutemp® modelo ITWTG-2000 (Figura 7). A precisão para os dados de temperatura do ar é de $\pm 0,6$ °C e, para umidade relativa do ar é de $\pm 3,0\%$ do valor mensurado (faixa de 10,0% a 90,0% de UR).

Figura 7 - Termômetro de Globo Instrutemp modelo ITWTG-2000, utilizado na aferição de temperaturas e umidade relativa.



Fonte: INSTRUTEMP (2019b).

A temperatura de bulbo úmido (TBU), utilizada na avaliação do conforto térmico, qual foi obtida por meio da relação entre as variáveis: temperatura de globo úmido (WBGT) e temperatura média radiante (TG) (Equação 2).

$$WBGT = 0,7 \cdot TBU + 0,3 \cdot TG \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

WBGT = Temperatura de globo úmido, em °C;

TBU = Temperatura de bulbo úmido, em °C;

TG = Temperatura média radiante, em °C.

As variáveis temperatura de globo úmido (WBGT) e temperatura média radiante (TG) empregues no cálculo da temperatura de bulbo úmido (TBU), foram obtidas também mediante o uso do Termômetro de Globo Instrutemp® modelo

ITWTG-2000, o qual realiza tais medições. A precisão da temperatura de bulbo úmido não possui um valor estipulado pelo fabricante do equipamento.

Ainda, a avaliação contou com dados de velocidade do ar (V_A), obtidos com o uso de um Anemômetro Instrutherm® modelo AD-250 (precisão de $\pm 3,0\%$ do valor aferido) (Figura 8).

Figura 8 - Anemômetro Instrutherm modelo AD-250, utilizado para a medição da velocidade do ar.



Fonte: INSTRUTHERM (2019b).

A análise dos dados relacionados ao conforto térmico foi realizada por meio do *software* Analysis BIO® 2.1.5, desenvolvido por pesquisadores do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina.

O *software* permite verificar estratégias a serem adotadas, em decorrência da zona que os dados inseridos se encontram, para alcançar a condição de conforto térmico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medições de conforto acústico, lumínico e térmico, obtidos nos ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, são apresentados subdivididos em tópicos.

Além disso, estão presentes nos apêndices dados complementares as informações discorridas nos tópicos.

4.1 Conforto acústico

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão tem como principais fontes de ruído no ambiente os usuários presentes nas edificações e seu entorno, os serviços de manutenção realizados no campus e, o tráfego de veículos (veículos de passeio, transporte coletivo e veículos de carga) em sua via de acesso.

É importante considerar que a presença da voz humana, como uma componente para o desenvolvimento das atividades no ambiente, não deve ser considerada como ruído (GEMELLI, 2009; OCHOA, 2010).

Os Níveis de Pressão Sonora (NPS) utilizados levaram em conta a média (por quadrante) dos valores obtidos ao longo das medições (APÊNDICES A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L). A partir média dos níveis mensurados, foi calculado o Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) em cada um dos ambientes e respectivos quadrantes avaliados, onde em seguida foram comparados com os níveis recomendados (RL_{Aeq}) presentes na ABNT NBR 10152:2017, com tolerância de 5 dB(A) para mais ou menos.

Os Níveis de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) e os índices estatísticos de excedência (L_{10} e L_{90}) referentes aos ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, podem ser observados nas Tabelas 3, 4 e 5.

Dos ambientes avaliados, 16,67% (B105 e F110) estavam totalmente adequados aos níveis recomendados pela ABNT NBR 10152:2017, ou seja, em nenhum dos quadrantes o valor foi extrapolado, enquanto que em 58,33% (B103, C102, D105, D108, G104, sala de integração e restaurante universitário) todos quadrantes do ambiente se apresentaram acima do estabelecido pela norma.

Tabela 3 - Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) e índices estatísticos de excedência referentes aos ambientes internos B103, B105, C102 e C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

Quadrante	B103			B105			C102			C105		
	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))
X1	52,87	51,5	54,1	37,3	37	37,6	47,2	38,5	52,2	38,7	38,6	38,8
X3	52,13	51,2	53	38,7	38,5	38,9	45,2	45,2	45,2	39,7	39,6	39,8
Z1	49,88	48,4	51,2	36	35,8	36,2	41,2	40,3	42,1	41,4	41,2	41,5
Z3	43,12	41,7	44,4	37,4	36,9	37,8	43,4	43,3	43,4	40,8	40,5	41,1

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 4 - Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) e índices estatísticos de excedência referentes aos ambientes internos D105, D108, F105 e F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

Quadrante	D105			D108			F105			F110		
	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))
X1	47,3	46,9	47,6	45,8	45,6	46	34	33,7	34,2	38,5	38,2	38,7
X3	53,7	52,9	54,5	42,4	41,9	42,9	40,2	39,7	40,7	37,7	37,3	38
Z1	50,5	49,5	51,4	40,2	39,9	40,5	38,4	37,7	39	35,4	34,9	35,8
Z3	55	53,3	56,4	43,5	43,2	43,7	37,2	36,5	37,8	34,7	34,3	35

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 5 - Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) e índices estatísticos de excedência referentes aos ambientes internos G102, G105, sala de integração e restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

Quadrante	G102			G104			SALA DE INTEGRAÇÃO			RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO		
	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))	L_{Aeq} (dB(A))	L_{90} (dB(A))	L_{10} (dB(A))
X1	38,4	38,3	38,5	50	49,3	50,7	58,6	57,7	59,5	65,2	64	66,3
X3	37,2	36,2	38,2	50	49,1	50,9	64,4	62,2	66,3	60,6	60,3	60,9
Z1	39,7	39,1	40,3	54,6	50,7	57,5	57,5	55,6	59,1	62,2	61,4	63
Z3	40,1	38,5	41,5	55,5	51,8	58,3	55	53,7	56,2	64,4	64	64,7

Fonte: Autoria própria (2019).

Em relação aos ambientes que atenderam o Nível de Pressão Sonora Equivalente Recomendado (RL_{Aeq}) pela ABNT NBR 10152:2017, esses apresentaram níveis na faixa de 34 e 39,7 dB(A).

Quanto aos ambientes em discordância aos níveis preconizados pela ABNT NBR 10152:2017, foram observados valores acima de 60 dB(A), ou seja, maiores que 25 dB(A) do máximo recomendado, sendo decorrentes da sala de integração e no restaurante universitário. Esses ambientes possuem maior susceptibilidade a maiores níveis de ruído, devido a sua localização nas instalações do campus da universidade e, em que possuem maior movimentação da comunidade acadêmica em seu interior e/ou entorno.

No que se refere as características dos ruídos nos ambientes, os níveis estatísticos de excedência demonstraram que para ruídos intrínsecos ao ambiente (L_{90}), em que nos ambientes avaliados, em 58,33% dos casos, estavam acima do determinado pela ABNT NBR 10152:2017, mesmo com a tolerância de 5 dB(A).

Os níveis de ruídos provenientes de eventos esporádicos (L_{10}), se assimilaram muito aos níveis de ruídos intrínsecos ao ambiente (L_{90}), em que 89,58% dos valores verificados possuíam diferenças inferiores a 3 dB(A).

Logo, apesar de não possuir grandes amplitudes entres os níveis estatísticos de excedência (L_{10} e L_{90}) e/ou acontecer variações bruscas nos Níveis de Pressão Sonora (NPS) aferidos, a carga sonora manteve-se em geral alta nos ambientes (APÊNDICES A, E, F, I, J, K e L), o que acarreta prejuízos aos usuários (SZOKOLAY, 1980; HALPERN; SAVARY, 1985; COSTA, 1994; NUDELMANN et al., 1997; SERVILHA, 2000; LOSSO, 2003; MAGIOLI; TORRES, 2018).

Assim, considerando as informações supracitadas, verifica-se que as edificações, do ponto de vista da ABNT NBR 10152:2017, não garantem níveis de pressão sonora adequados no interior dos ambientes, para que os usuários estejam em condições de conforto. Pois, ainda que tenha ocorrido a existência de ambientes totalmente em conformidade com a norma, dentro de uma mesma edificação houve também a existência da situação oposta, ou seja, um ambiente fora dos padrões.

4.2 Conforto lumínico

Em relação ao conforto lumínico, segundo a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 os ambientes de acordo com sua especificidade, devem ter uma quantidade mínima

de iluminância (E_m) para que as atividades ali realizadas sejam desenvolvidas com condições de conforto (Tabela 2).

Dos ambientes avaliados, a iluminação natural não foi capaz de atingir os valores recomendados pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 em 58,33% dos ambientes (APÊNDICES M, N, O, P, Q, R e W), desconsiderando os quadrantes X1, Y1 e Z1 (os quais estavam inseridas as janelas). Ainda que a iluminação natural não tenha sido suficiente para proporcionar uma condição de conforto lumínico nos ambientes, essa teve tendência em ser mais eficiente no ambiente durante verão e o outono, e menos durante o inverno (APÊNDICES M, N, O P, Q, R, S, T, U, V, W e X).

A aplicação da iluminação artificial no ambiente propiciou ganhos entre 100 e 500% (APÊNDICES N, O, P, S, T, U, V e X) em relação a iluminância proveniente da iluminação natural, chegando a ultrapassar ganhos de 1.000% em alguns casos (APÊNDICES M, Q, R e W).

Com uso da iluminação artificial, 83,33% dos ambientes apresentaram iluminância acima do recomendado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 em mais de 90% de seus quadrantes avaliados. Supõe-se que a iluminância recomendada não foi atingida na totalidade desses ambientes (APÊNDICES M, N, Q, R, S, T, U, V, W e X) devido à falta de manutenção nos elementos que são fonte de luz, bem como sua ausência, prejudicando a iluminância no quadrante avaliado.

Os quadrantes X1, Y1 e Z1 (no caso das salas de aulas e/ou laboratórios e sala de integração) e os quadrantes X1, X2 e X3 (no caso do restaurante universitário), independente da estação do ano, apresentaram os maiores valores de iluminância mensurados, devido a sua posição próxima as janelas, recebendo radiação solar direta.

Kowaltowski et al. (1999), Gemelli (2009) e Quirino (2018) verificaram resultados similares em seus estudos, onde a orientação dos ambientes e as suas aberturas causavam maior insolação em determinados pontos do ambiente.

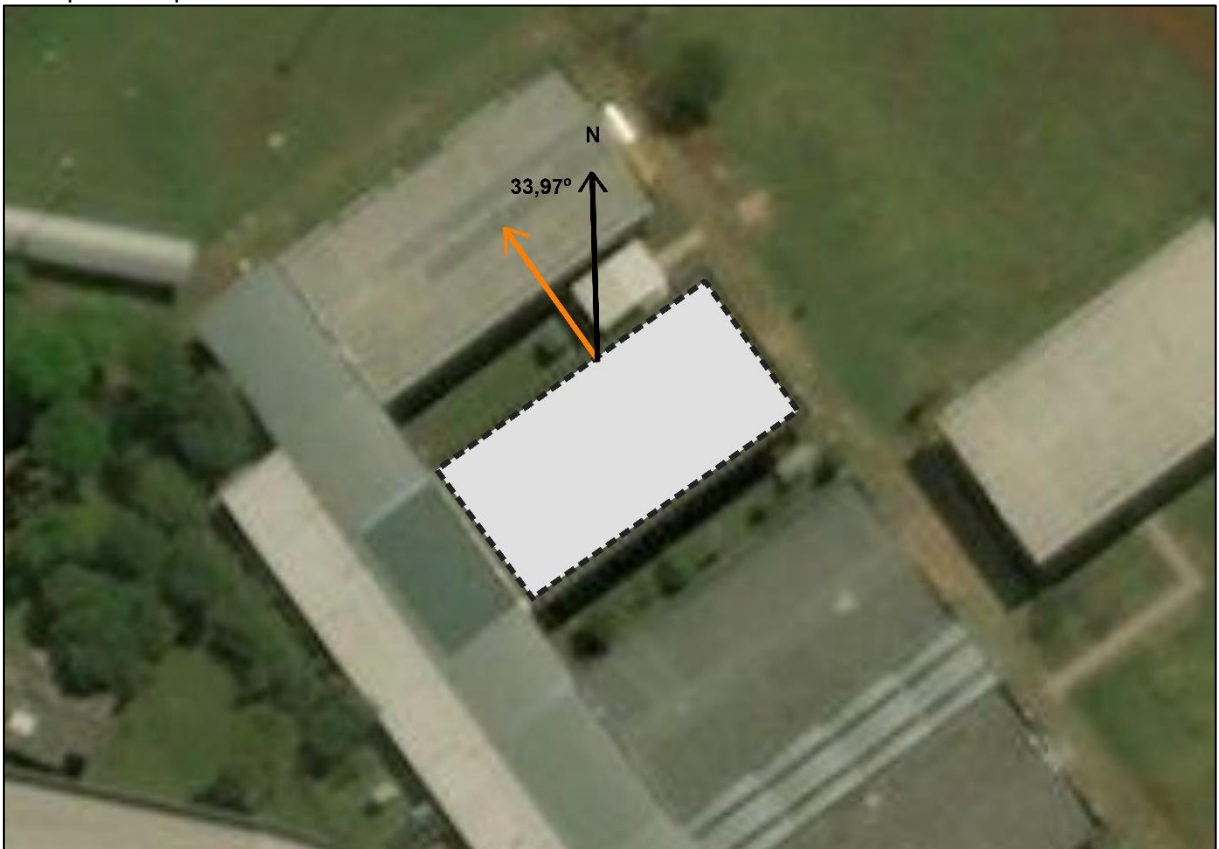
Segundo Ochoa (2010), a orientação das áreas de iluminação da edificação tem papel determinante no desempenho lumínico da mesma.

Assim, é necessário buscar uma situação em que a luz seja distribuída uniformemente na edificação, evitando o favorecimento da incidência solar em determinados pontos da edificação, causando prejuízos na iluminação do ambiente.

Porém, a implantação das edificações na maioria dos casos não segue um planejamento adequado na orientação dos ambientes funcionais e as suas aberturas.

As edificações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, por exemplo, possuem formato de prisma de base retangular, onde as fachadas com maior extensão encontram-se inclinadas, aproximadamente, $33,97^\circ$ em relação ao norte verdadeiro (Figura 9, seta na cor preta), dessa maneira, suas fachadas encontram-se direcionadas nos sentidos sudeste e noroeste.

Figura 9 - Padrão de orientação solar das edificações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

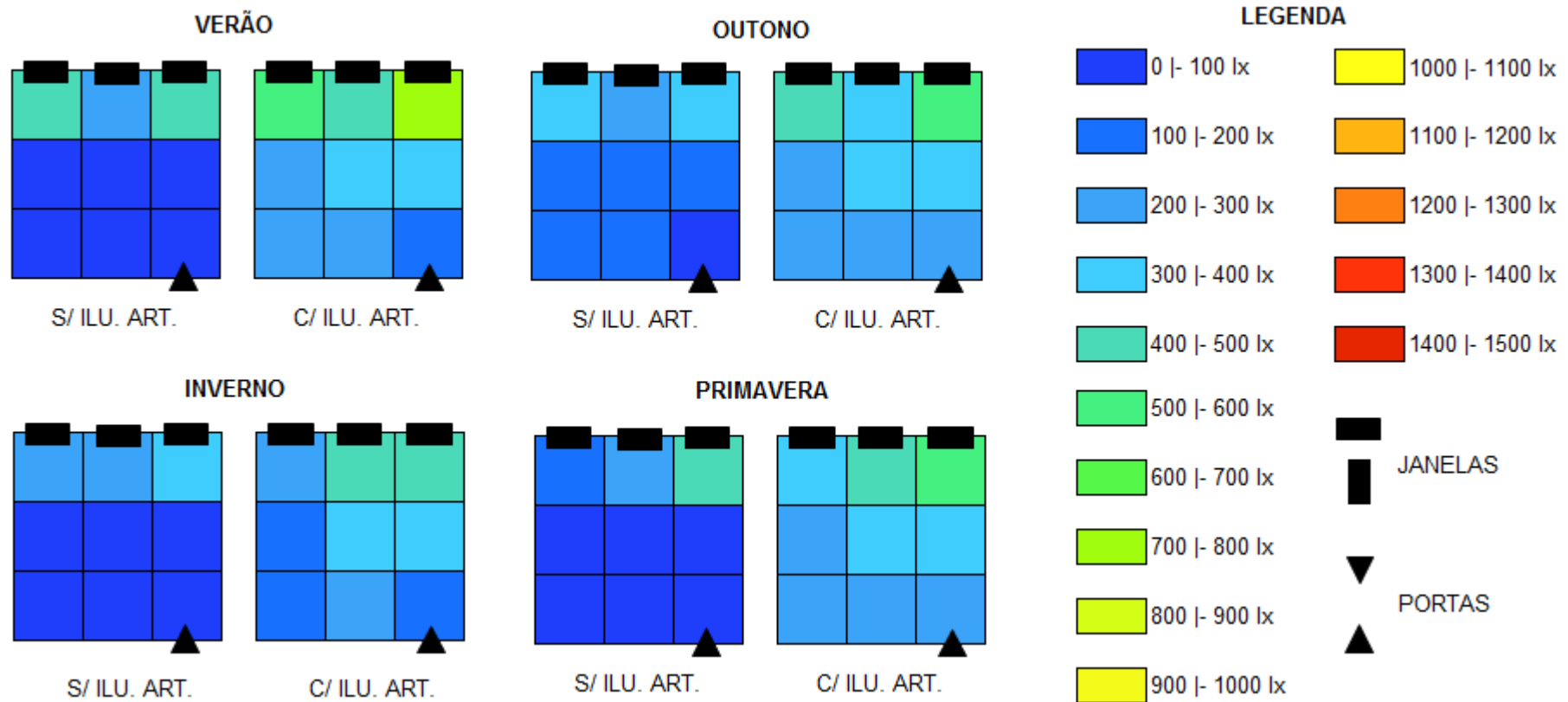


Fonte: Adaptado de Bing® (2019).

A iluminação apresentou-se uniforme (Figuras 10, 14 e 20) em 25% dos ambientes avaliados, ou seja, a relação entre o menor valor de iluminância mensurado pela média do restante dos valores foi superior a 0,7. A melhor distribuição da luz no ambiente foi observada na sala de integração, apresentando valores de 0,9166 (Figura 20). Presume-se que devido ao ambiente e seu entorno se encontrar em totalmente em local coberto, isso faz com que a luz no ambiente seja distribuída de maneira homogênea e controlada pela iluminação artificial.

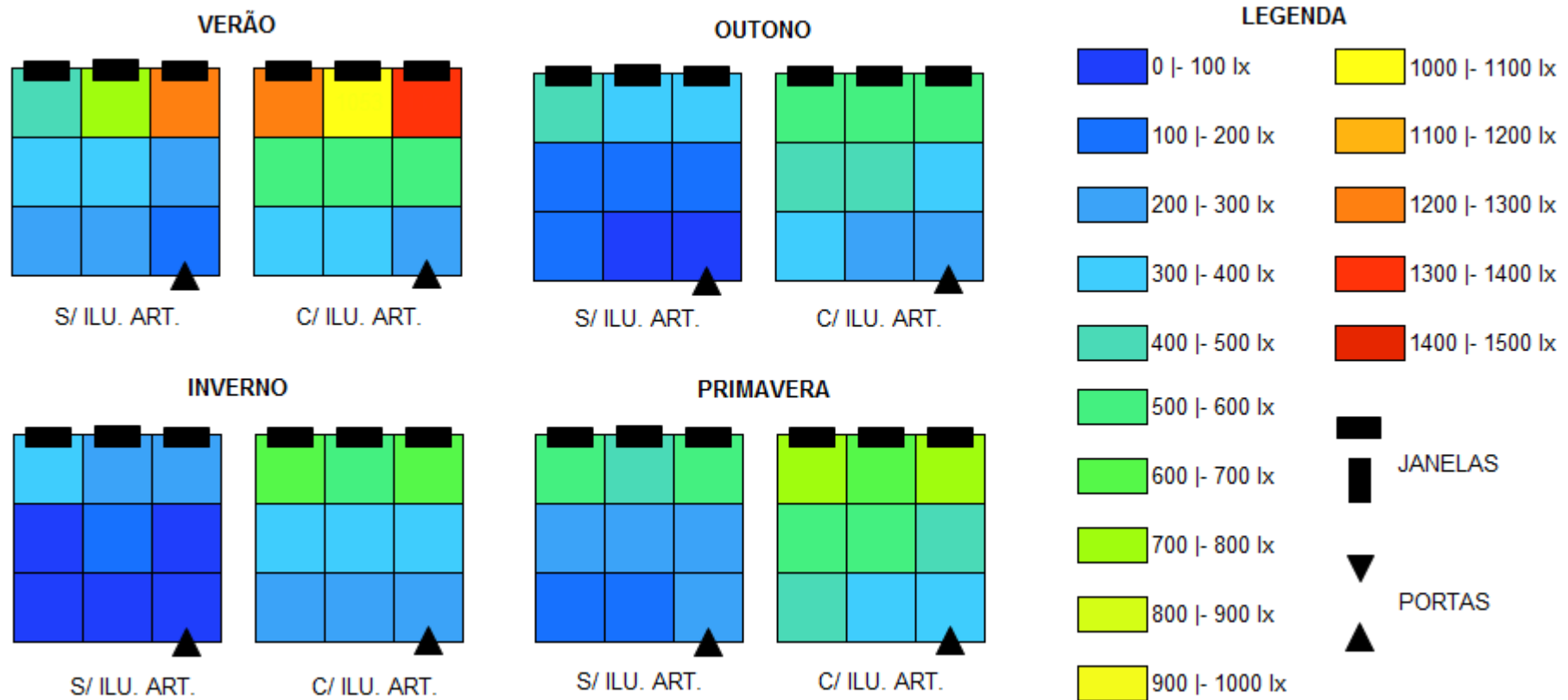
Assim, os ambientes B103, D105 e sala de integração se encontram em condição de conforto lumínico, visto que possuem nível de iluminância adequado (com iluminação artificial) em relação a norma, tanto como uniformidade no ambiente.

Figura 10 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula B103 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



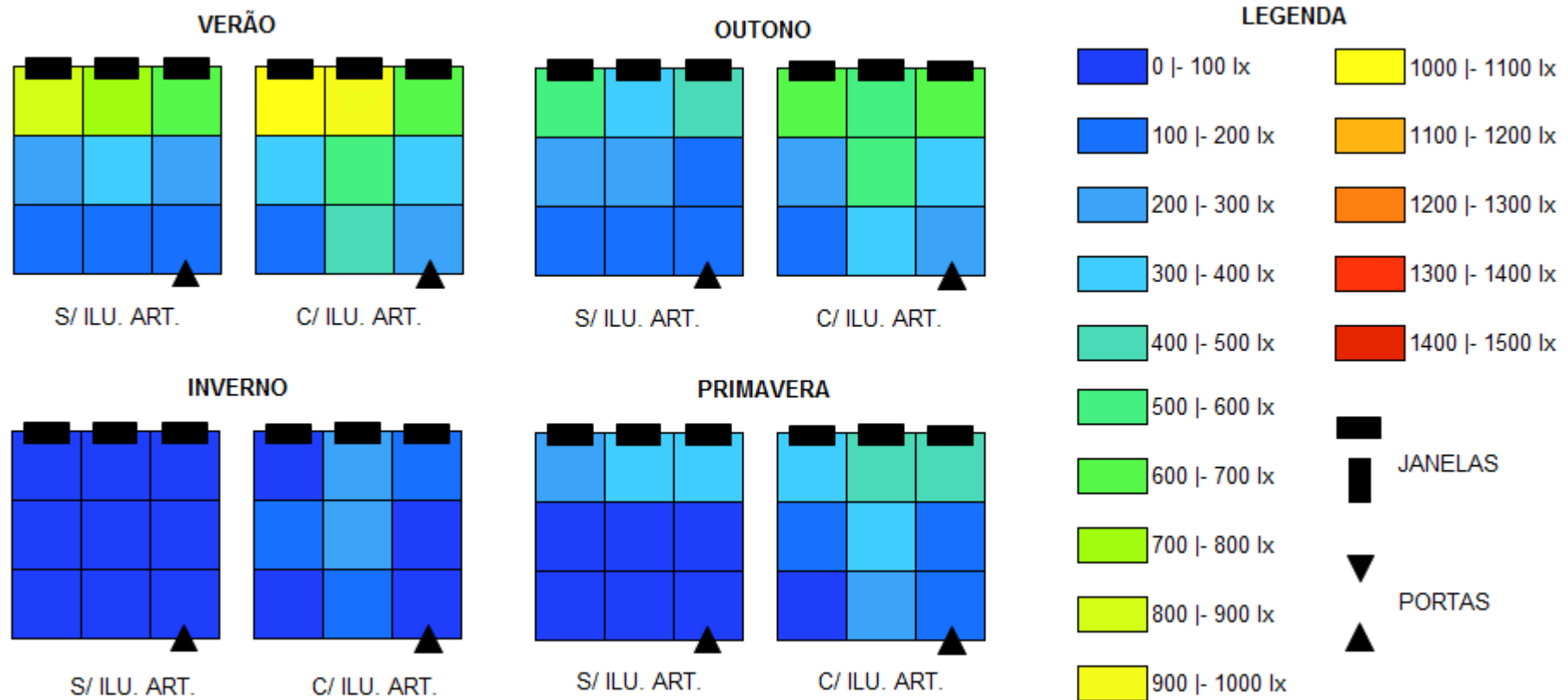
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 11 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula B105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



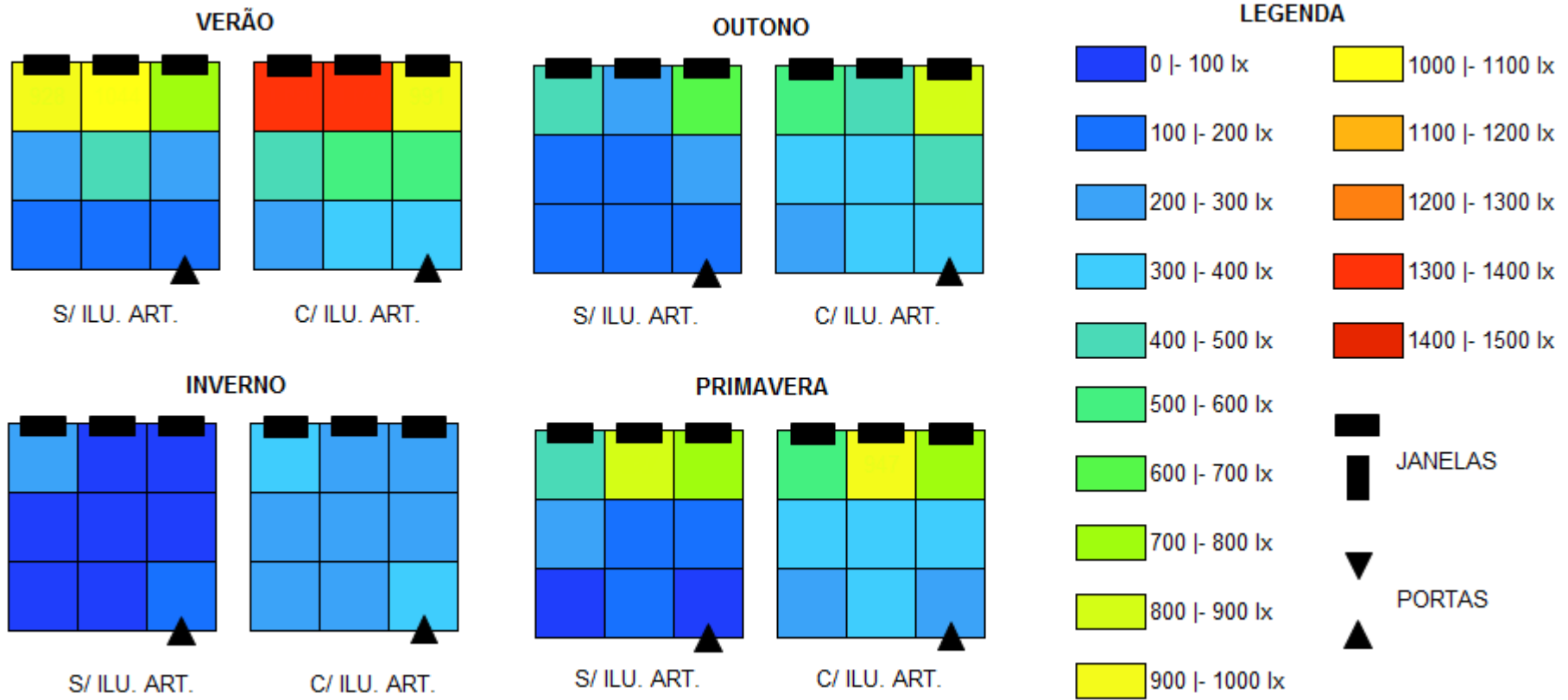
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 12 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, no laboratório C102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



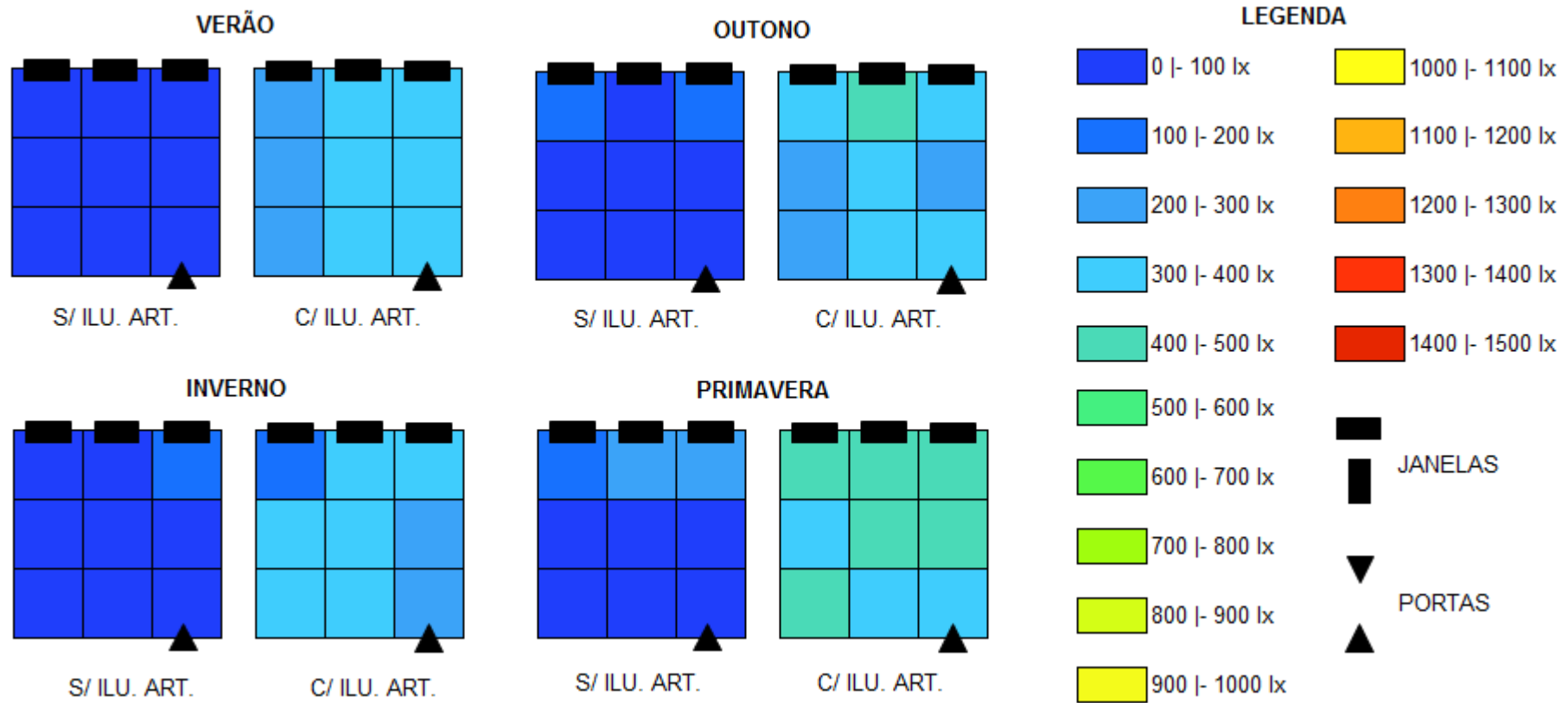
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 13 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, no laboratório C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



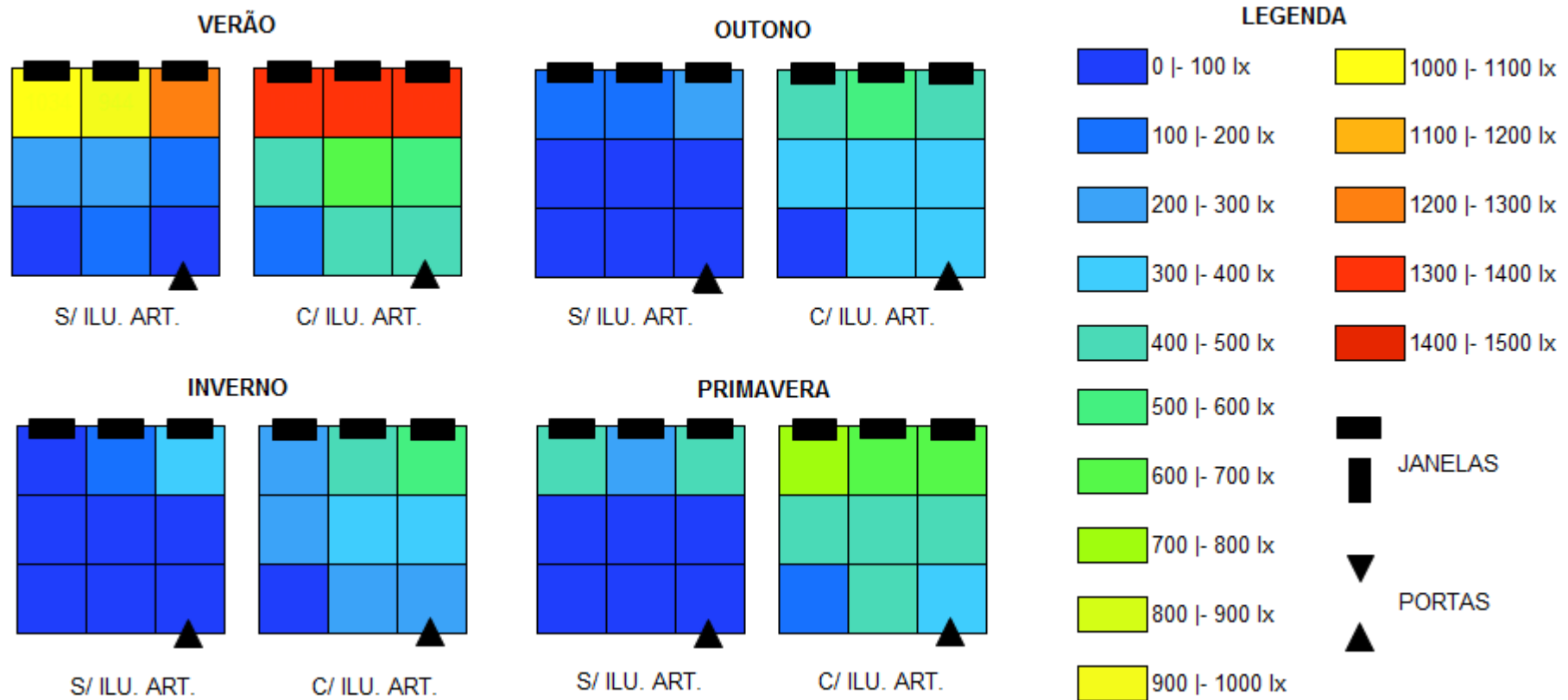
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 14 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula D105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



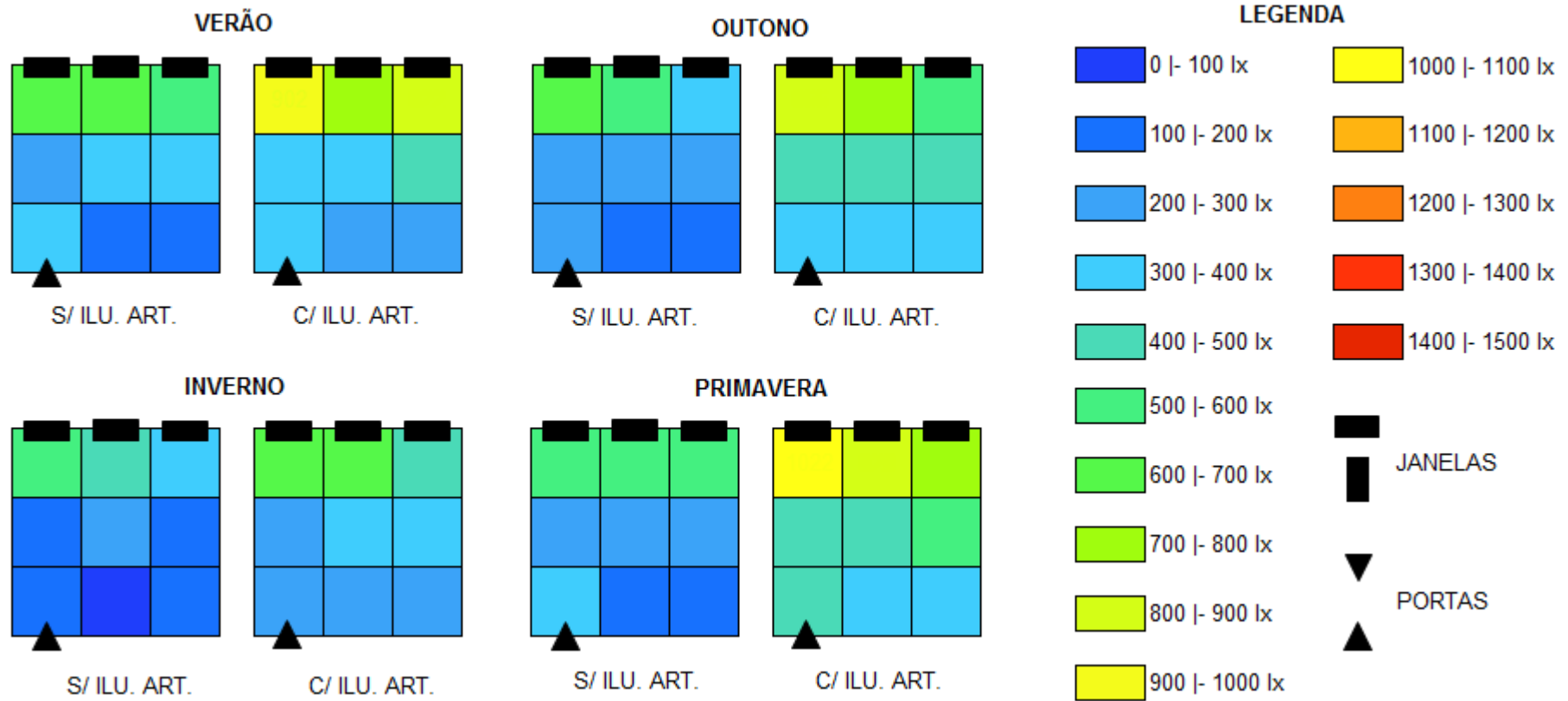
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 15 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula D108 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



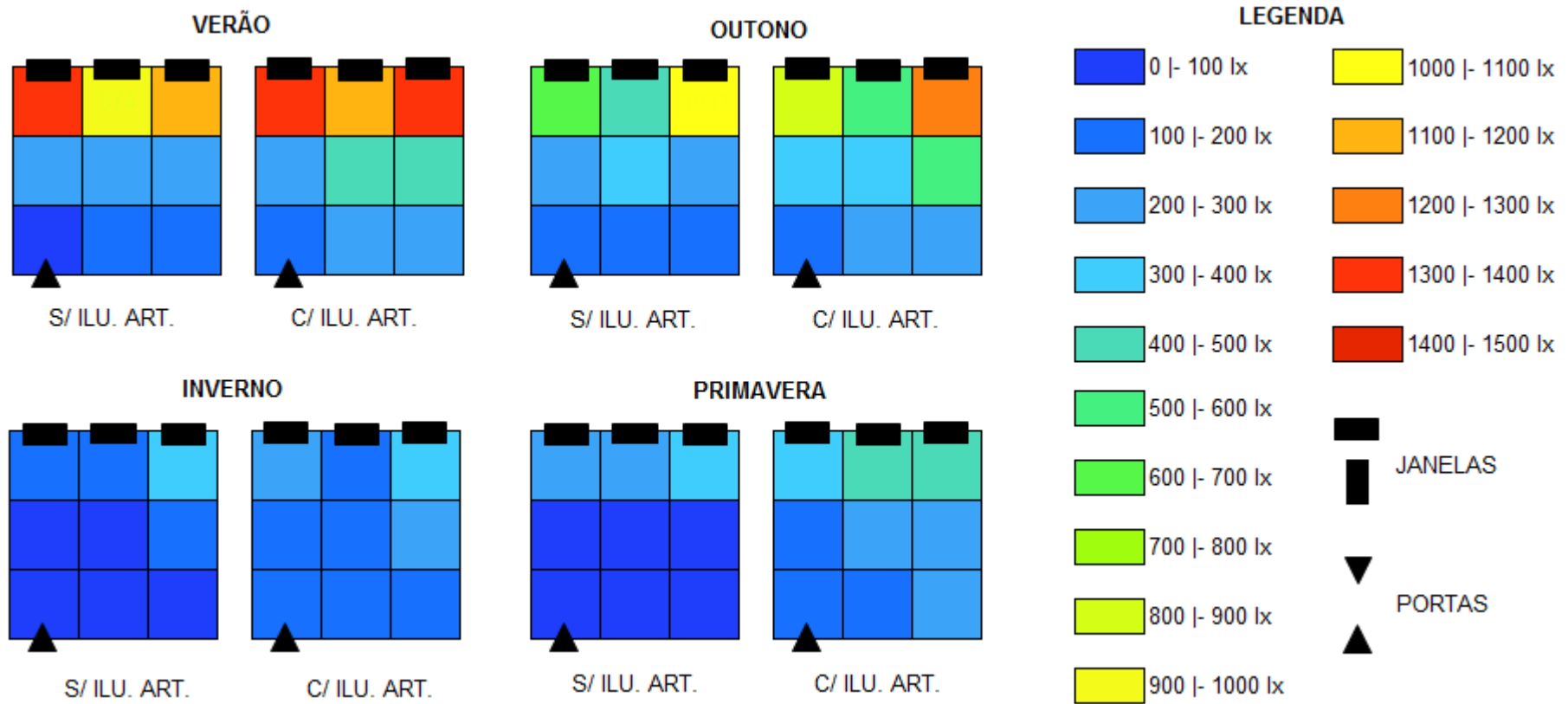
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 16 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula F105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



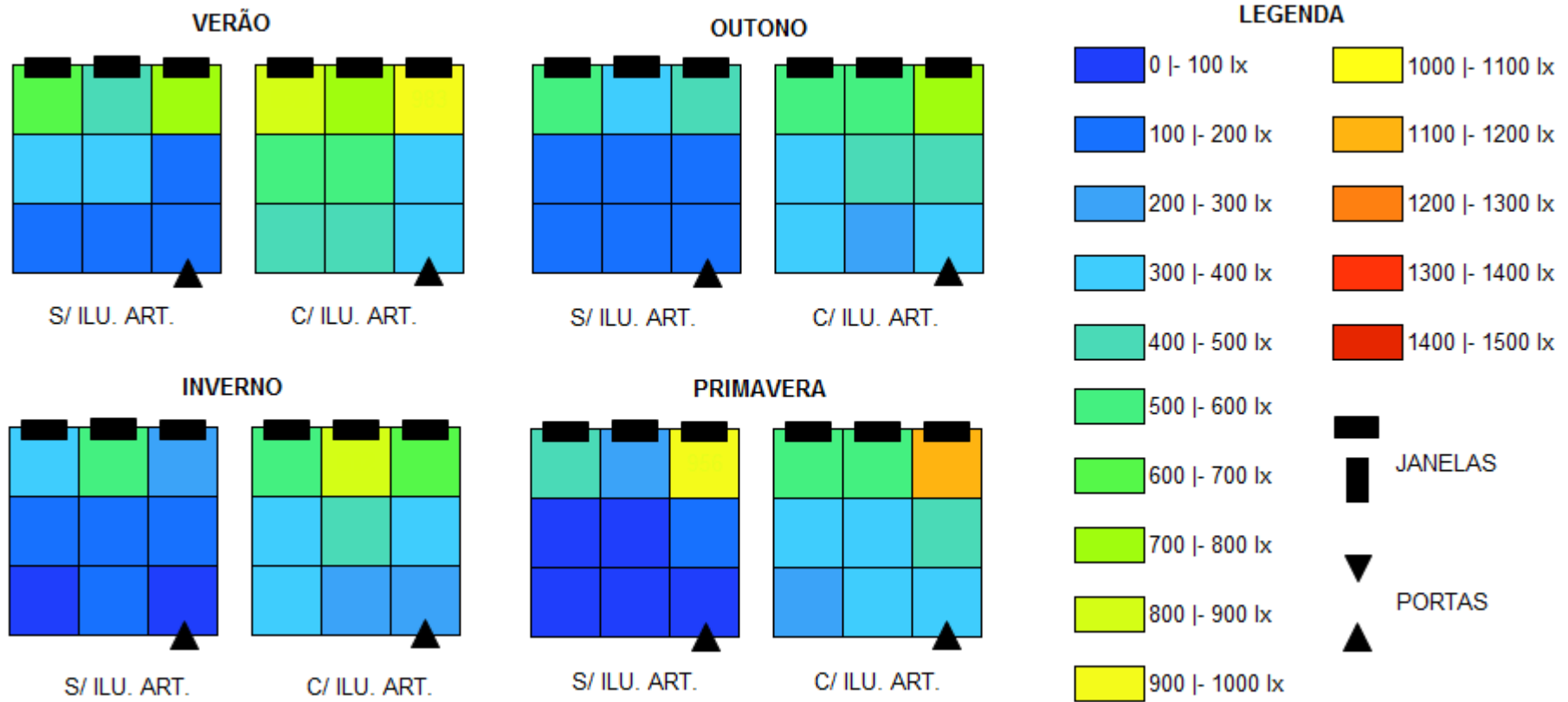
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 17 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



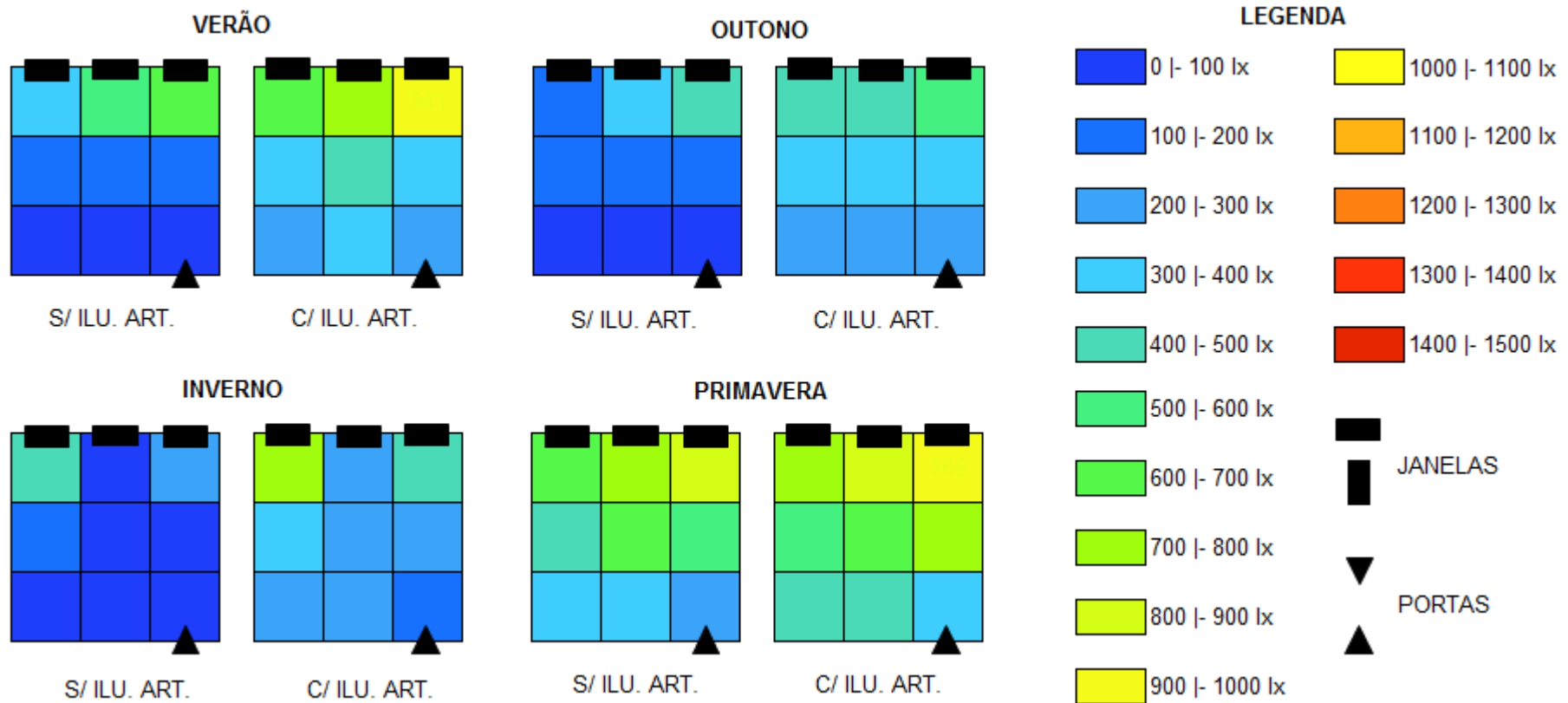
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 18 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula G102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



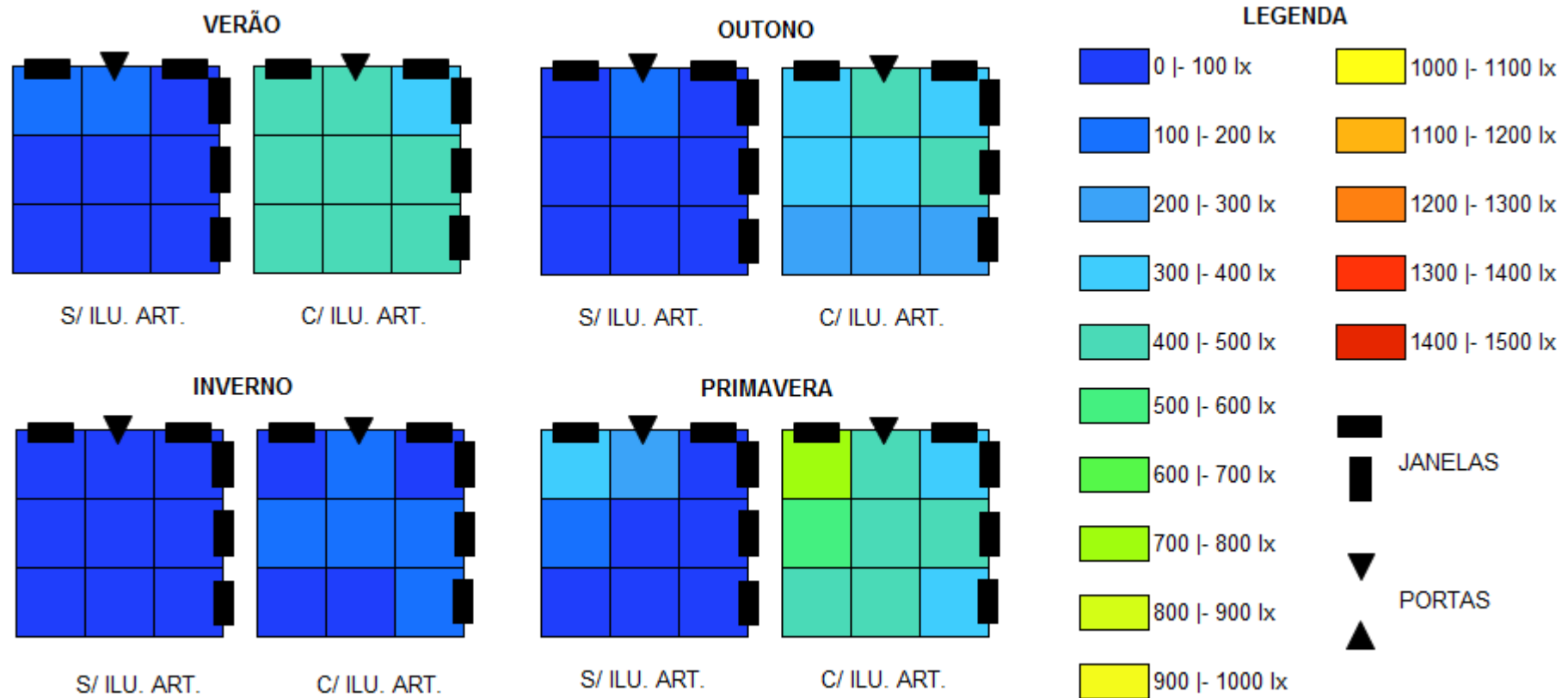
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 19 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de aula G104 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



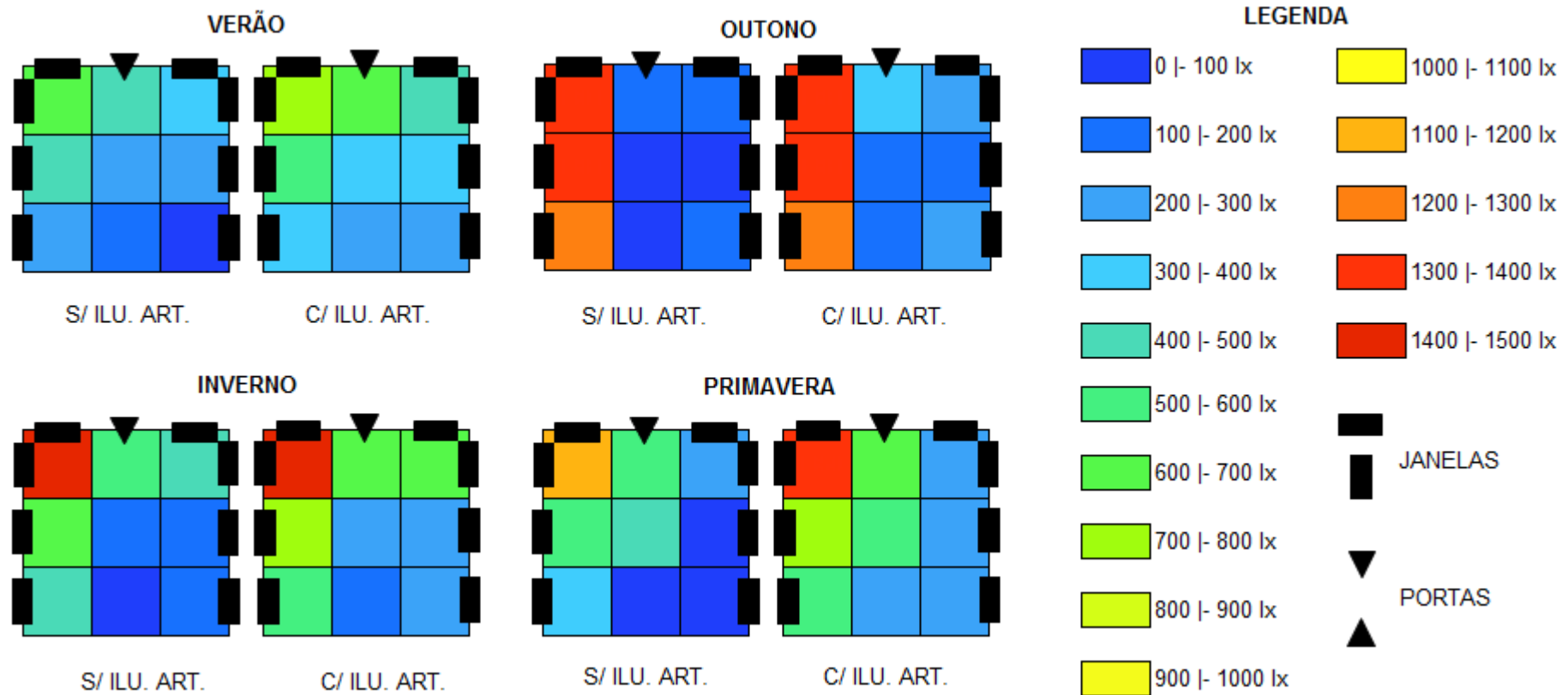
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 20 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, na sala de integração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 21 - Iluminância, sem iluminação artificial e com iluminação artificial, no restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



Fonte: Autoria própria (2019).

4.3 Conforto térmico

Os resultados das medições dos parâmetros relacionados ao conforto térmico estão apresentados na Tabela 6, onde estão presentes os valores mínimos, médios e máximos de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, registrados em cada ponto de medição (Figura 4) e, em cada estação do ano.

A mínima temperatura do ar (TBS) registrada foi de 10,2 °C (F105), ocorrendo no inverno, enquanto a máxima foi de 30,4 °C (C105), ocorrendo no verão, sendo essas obtidas em ambientes diferentes.

As porcentagens mínima e máxima de umidade relativa (UR) registradas foram de 46,3% e 67%, ocorrendo, respectivamente, no outono e no inverno no mesmo ambiente (F105).

Os ambientes, de maneira geral, apresentaram-se em ausência de velocidade do ar (V_A) ou com baixos valores; dos quadrantes aferidos, com valores acima de 0 m.s⁻¹, o maior valor observado para a velocidade do ar foi de 2,1 m.s⁻¹.

Em relação aos valores de temperatura do ar mensurados, 33,33% encontram-se fora do intervalo (18 a 29 °C) da zona de conforto baseada nos estudos de Givoni (1992).

Os valores registrados de umidade relativa mantiveram-se em sua totalidade dentro intervalo do mesmo estudo (40 a 80%). Segundo Gemelli (2009), valores de umidade acima de 80% causam desconforto aos usuários. Sendo assim, esse parâmetro ao ser correlacionado com os outros, proverá pouca ou nenhuma interferência adversa no conforto térmico do ambiente.

No que diz respeito a velocidade do ar, os ventos que o local de estudo está sujeito de acordo com Guicho (2016) são decorrentes do Leste (E), porém, as edificações na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão apresentam inclinação de, aproximadamente, 33,97° em relação ao norte verdadeiro (Figura 9), assim essa condição dificulta a circulação natural dos ventos em que a edificação acaba atuando como uma barreira física.

Isto posto, situações de desconforto térmico nos ambientes avaliados serão consequentes, majoritariamente, causadas por valores extremos no parâmetro de temperatura do ar (TBS), bem como por valores nulos no parâmetro de velocidade do ar (V_A) (OCHOA, 2010).

Tabela 6 - Valores mínimos, médios e máximos de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar mensurados em ambientes internos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

(continua)

B103																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,2	23,2	56,9	0,0	20,6	15,6	58,3	0,0	12,6	8,4	56,7	0,0	23,7	18,6	60,9	0,0
Média	29,7	23,4	58,8	0,0	21,2	16,0	59,5	0,2	13,0	8,9	59,0	0,0	23,9	18,8	62,1	0,1
Máxima	30,1	23,8	62,6	0,0	21,8	16,6	61,0	1,2	13,2	9,6	63,0	0,0	24,1	19,0	63,6	1,1
B105																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,6	23,3	58,5	0,0	20,2	14,9	55,8	0,0	17,7	12,6	53,7	0,0	24,7	19,0	58,3	0,0
Média	29,7	23,5	59,3	0,2	20,4	15,0	56,8	0,0	17,9	12,7	55,1	0,0	25,0	19,4	59,7	0,3
Máxima	29,8	23,7	60,6	1,4	20,7	15,3	58,2	0,0	18,2	12,8	56,3	0,0	25,3	19,9	62,3	1,3
C102																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,1	22,8	59,1	0,0	22,2	16,7	56,1	0,0	18,2	13,2	57,7	0,0	25,1	19,6	59,5	0,0
Média	29,3	23,2	60,4	0,0	22,9	17,3	57,7	0,2	18,7	13,9	60,3	0,0	25,3	19,8	60,6	0,1
Máxima	29,5	23,6	62,8	0,0	23,3	17,7	60,4	1,1	18,9	14,3	66,0	0,0	25,4	20,0	62,7	0,6
C105																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	30,1	23,5	57,4	0,0	19,7	14,7	58,5	0,0	19,4	13,3	53,7	0,0	25,4	19,7	59,4	0,0
Média	30,2	23,6	58,0	0,0	19,8	14,8	59,0	0,0	19,6	14,1	55,8	0,0	25,6	19,9	60,5	0,0
Máxima	30,4	23,8	58,7	0,0	19,9	15,0	59,3	0,0	19,9	14,4	59,1	0,0	25,8	20,2	62,7	0,0

(continua)

D105																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,3	22,1	53,2	0,0	22,2	17,2	60,9	0,0	15,9	11,3	56,5	0,0	25,2	19,5	59,6	0,0
Média	29,3	22,3	54,2	0,0	22,3	17,3	61,3	0,1	16,1	11,5	58,0	0,0	25,4	19,8	60,8	0,3
Máxima	29,4	22,3	55,3	0,0	22,4	17,4	61,7	0,6	16,4	11,6	60,3	0,1	25,7	20,1	62,1	1,3
D108																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,4	21,0	60,5	0,0	18,3	13,8	61,3	0,0	17,9	13,5	60,1	0,0	25,8	20,2	60,1	0,0
Média	29,5	23,3	62,2	0,1	18,4	14,0	61,9	0,0	18,1	13,6	60,8	0,0	25,9	20,3	61,0	0,1
Máxima	29,6	23,9	66,6	0,3	18,6	14,1	62,9	0,0	18,2	13,9	62,1	0,0	26,1	20,5	61,8	0,7
F105																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,2	21,8	52,4	0,0	23,1	15,8	46,3	0,0	10,2	7,3	62,2	0,0	25,4	19,8	58,7	0,0
Média	29,2	21,9	53,6	0,0	23,6	16,3	47,2	0,1	10,8	7,6	64,6	0,1	25,7	20,0	59,4	0,6
Máxima	29,3	22,1	58,4	0,0	24,3	17,3	48,9	0,7	11,6	8,1	67,0	0,6	26,3	20,6	60,0	2,1
F110																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,9	24,0	60,7	0,0	22,7	17,2	57,1	0,0	12,2	8,2	57,9	0,0	25,3	20,0	60,5	0,0
Média	30,1	24,3	61,9	0,0	22,8	17,4	59,6	0,1	12,3	8,3	58,8	0,0	25,6	20,2	62,0	0,0
Máxima	30,3	24,8	63,3	0,0	22,9	17,6	61,1	0,9	12,5	8,5	60,4	0,0	26,0	20,7	63,2	0,0

(conclusão)

G102																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	28,3	22,7	60,0	0,0	21,4	15,2	51,3	0,0	13,9	9,2	52,3	0,0	25,5	20,0	58,4	0,0
Média	28,7	23,0	61,5	0,0	21,8	15,6	52,4	0,2	14,1	9,4	54,9	0,2	25,8	20,1	60,0	0,1
Máxima	29,2	23,8	63,2	0,0	22,2	16,1	55,1	1,7	14,7	10,1	58,1	1,0	26,0	20,2	62,4	0,6
G104																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	25,8	21,5	68,1	0,0	19,1	14,4	52,1	0,0	18,1	13,4	59,9	0,0	27,2	20,6	54,4	0,0
Média	26,0	21,6	68,8	0,0	19,4	14,6	59,4	0,0	18,2	13,7	61,1	0,0	27,5	21,0	57,8	0,1
Máxima	26,2	21,9	69,8	0,0	19,6	14,8	61,7	0,0	18,5	14,0	64,1	0,0	27,9	21,3	61,9	0,7
SALA DE INTEGRAÇÃO																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	25,7	22,3	74,4	0,0	21,5	17,0	63,3	0,0	19,8	14,0	53,0	0,0	25,4	20,4	63,0	0,0
Média	25,8	22,4	74,8	0,0	21,7	17,2	64,5	0,0	20,0	14,3	54,4	0,0	25,5	20,5	64,1	0,0
Máxima	25,9	22,6	75,9	0,0	21,9	17,6	66,4	0,0	20,2	14,6	57,2	0,0	25,6	20,6	65,4	0,0
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO																
	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	V _A (m.s ⁻¹)
Mínima	29,0	22,9	61,7	0,0	23,2	16,2	45,7	0,0	15,3	11,1	57,9	0,0	24,9	20,3	65,5	0,0
Média	29,2	23,1	64,1	0,0	23,7	16,4	47,3	0,1	15,6	11,3	59,5	0,0	25,2	20,7	67,4	0,0
Máxima	29,4	23,5	66,6	0,0	24,5	16,8	48,2	0,6	15,9	11,5	61,0	0,0	25,6	21,2	70,4	0,0

Fonte: Autoria própria (2019).

Buscando avaliar o conforto térmico dos ambientes internos, por meio da combinação dos parâmetros de temperatura do ar (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do ar (V_A), foram geradas cartas psicométricas (Figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33) com auxílio do *software* Analysis BIO® 2.1.5, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, da Universidade Federal de Santa Catarina.

O *software*, a partir da inserção dos parâmetros mensurados, gera zonas com estratégias a serem adotadas para a adequação térmica do ambiente.

Em relação aos ambientes avaliados, observou-se que por meio da combinação dos parâmetros aferidos, obteve-se condições de conforto térmico (zona 1), sem a necessidade de adequações/estratégias a serem adotadas no ambiente, predominantemente no período do outono e da primavera (APÊNDICES Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI e AJ). Por outro lado, nas estações de verão e inverno os ambientes se demonstraram em estado de desconforto, estando sujeitos a necessidade de arrefecimento e aquecimento (zonas 4, 7, 8 e 10).

Verificou-se que para os ambientes avaliados, 16,67% do total (G104 e sala de integração) se encontram em condição de conforto térmico, sem necessidade de estratégias a serem tomadas em qualquer das estações do ano.

Salienta-se que embora o *software* demonstre que o ambiente, por meio dos parâmetros avaliados, proporcione uma determinada condição de conforto/desconforto térmico, é possível que um usuário inserido nesse ambiente não esteja em tal condição, devido à aclimação do seu organismo a condições climáticas divergentes das que está sujeito no momento ou ainda a desconfortos localizados, como: assimetria de radiação, correntes de ar e diferença na temperatura do ar no sentido vertical (SZOKOLAY, 1980; OCHOA, 2010; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014; LAMBERTS et al., 2016b).

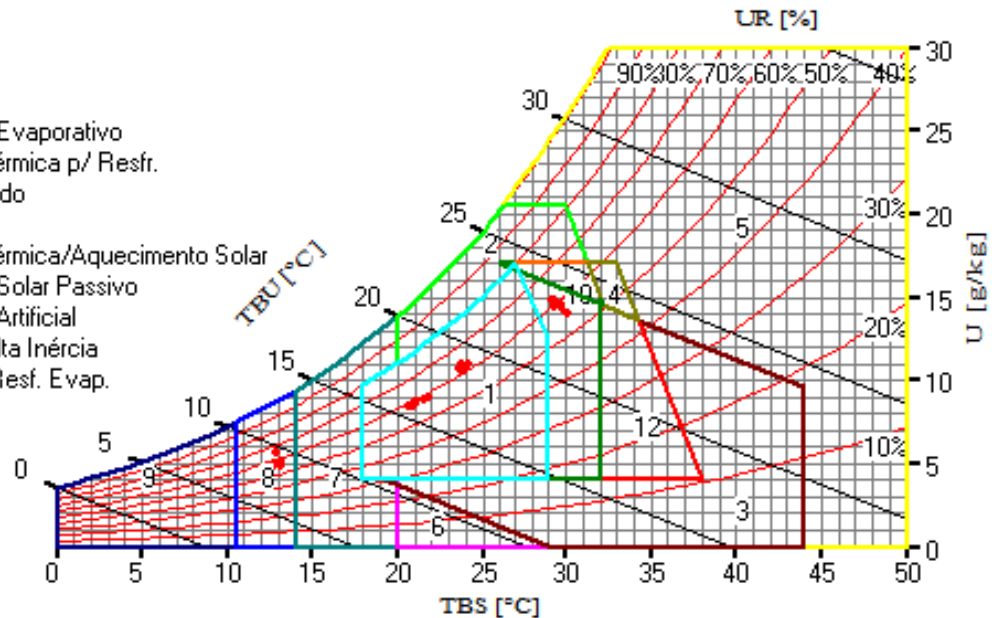
O ambiente interno que apresentou o melhor desempenho térmico foi a sala de integração (Figura 32). Esse ambiente, independentemente da estação do ano (APÊNDICE AI), manteve-se dentro da zona de conforto térmico.

Supõe-se que tal condição esteja relacionada a localização do ambiente na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, visto que seu entorno faz limite com outros ambientes edificados ou áreas cobertas, fazendo que esse, por sua vez, não sofra diretamente os efeitos das variações das condições atmosféricas externas.

Figura 22 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula B103 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

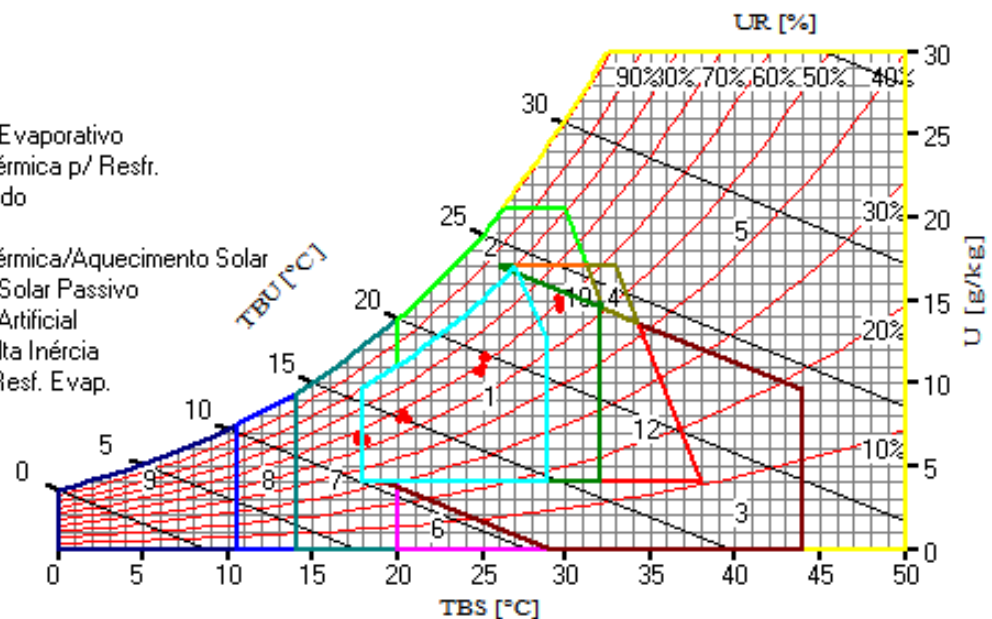


Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 23 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula B105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

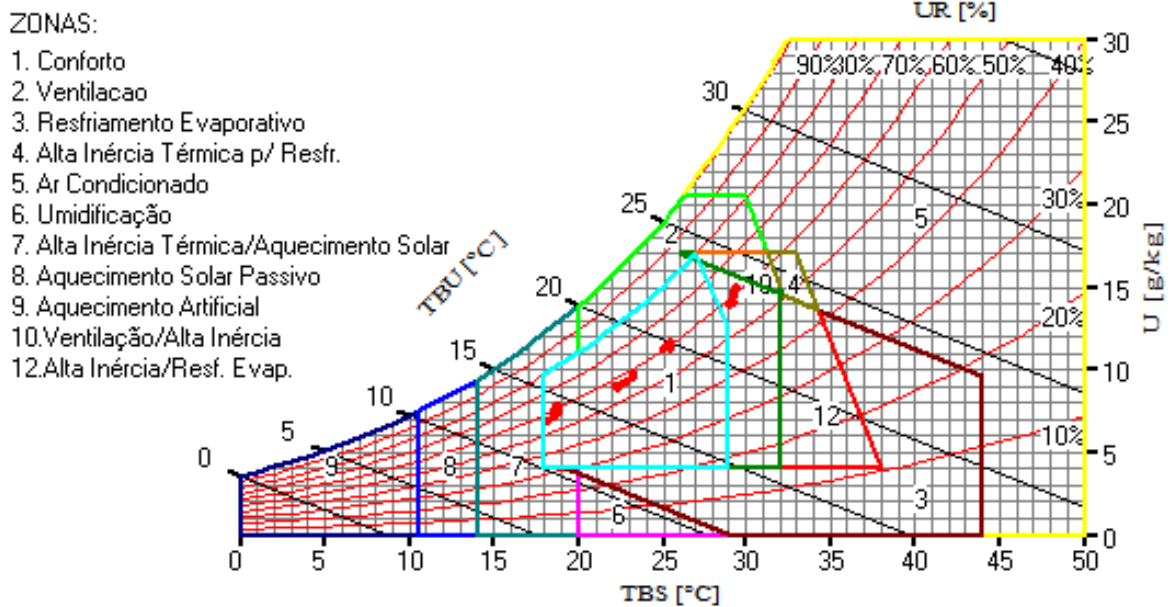
ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.



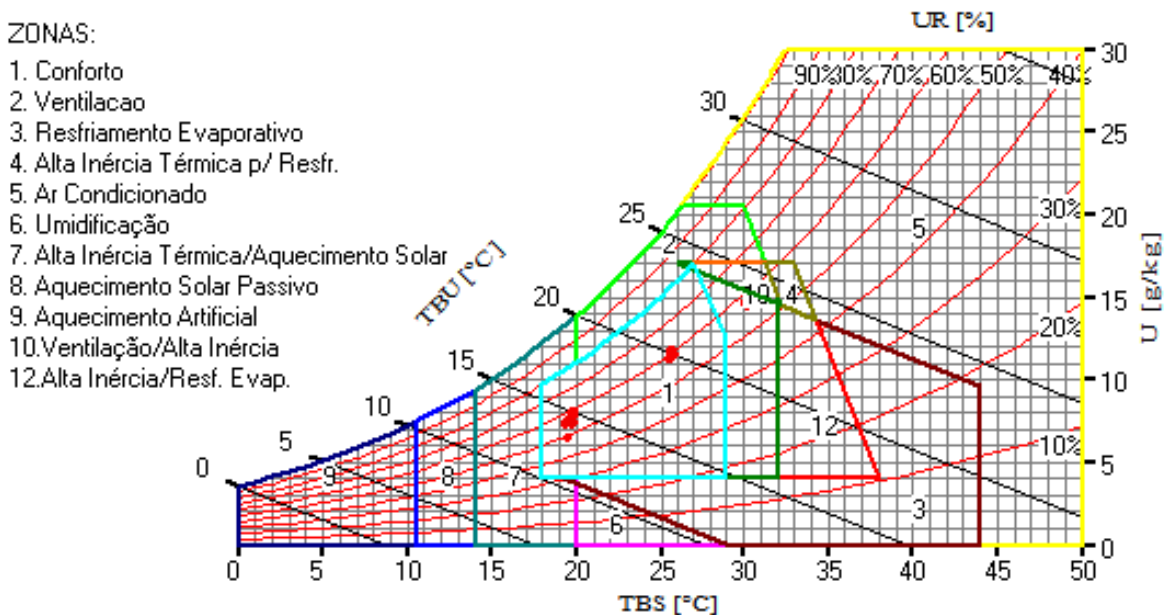
Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 24 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do laboratório C102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 25 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do laboratório C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

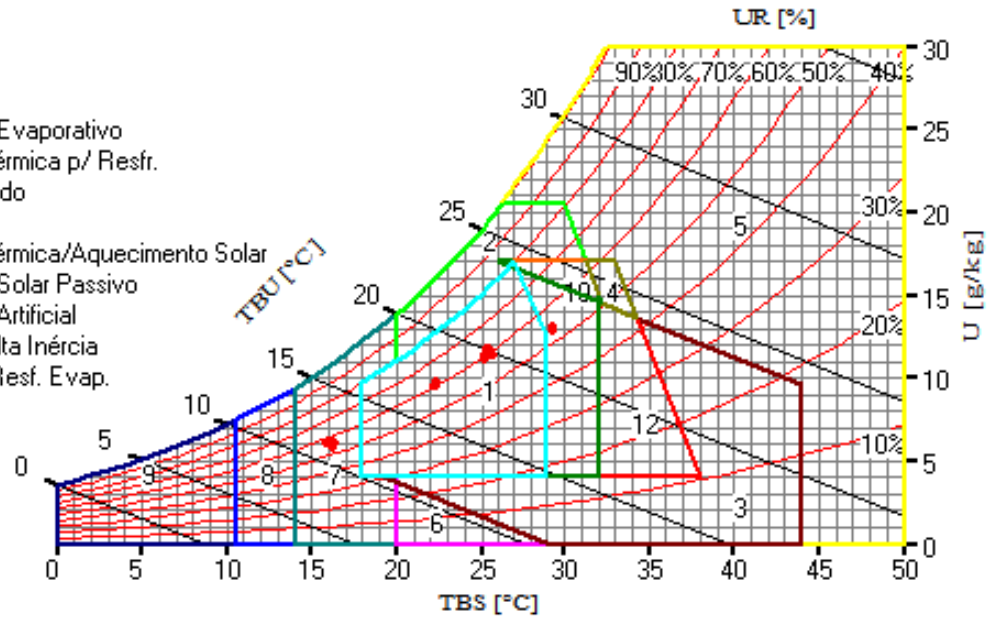


Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 26 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula D105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

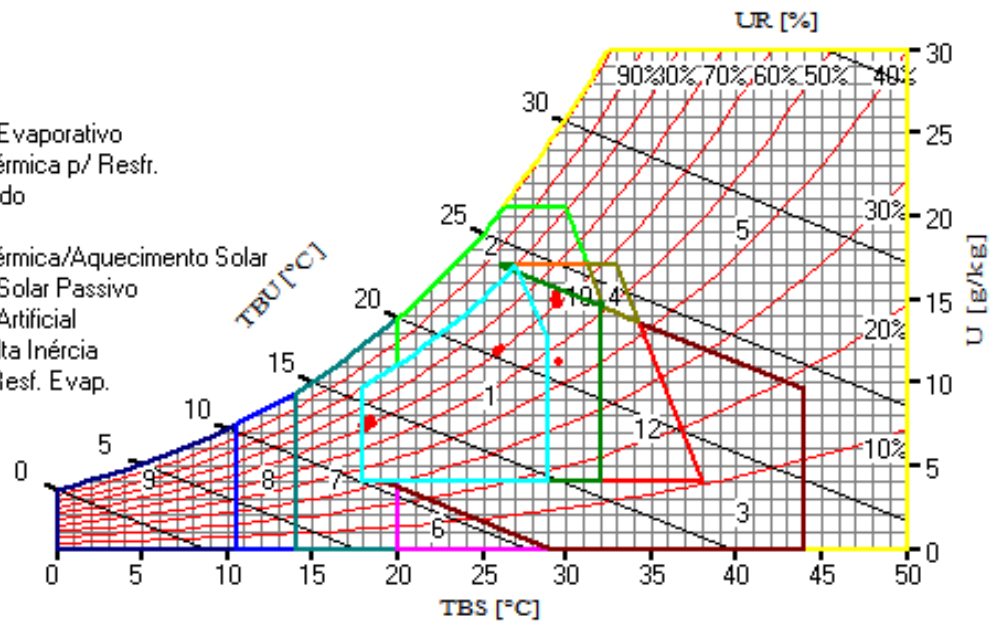


Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 27 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula D108 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

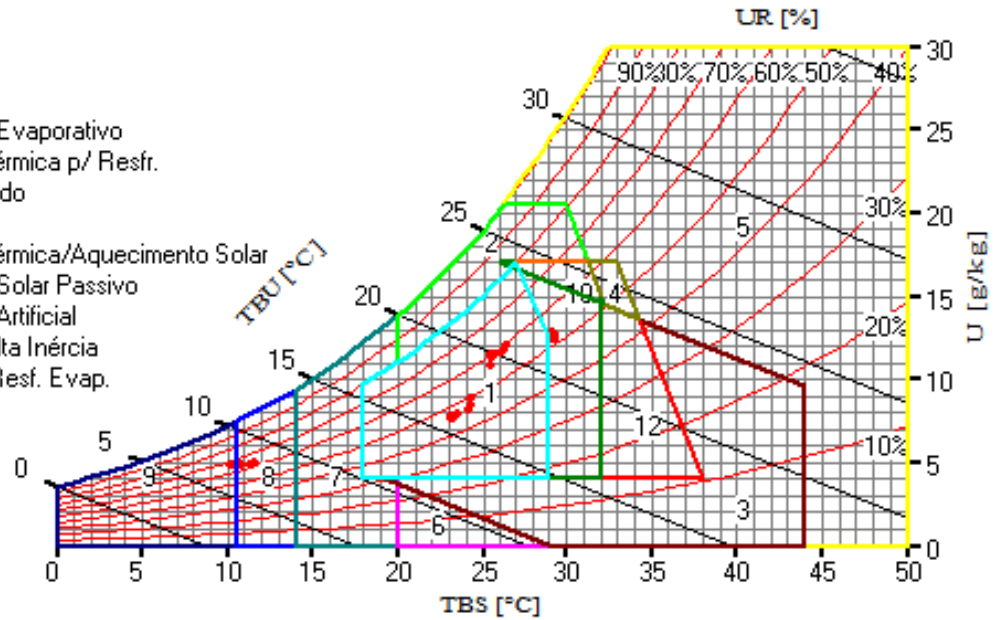


Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 28 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula F105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

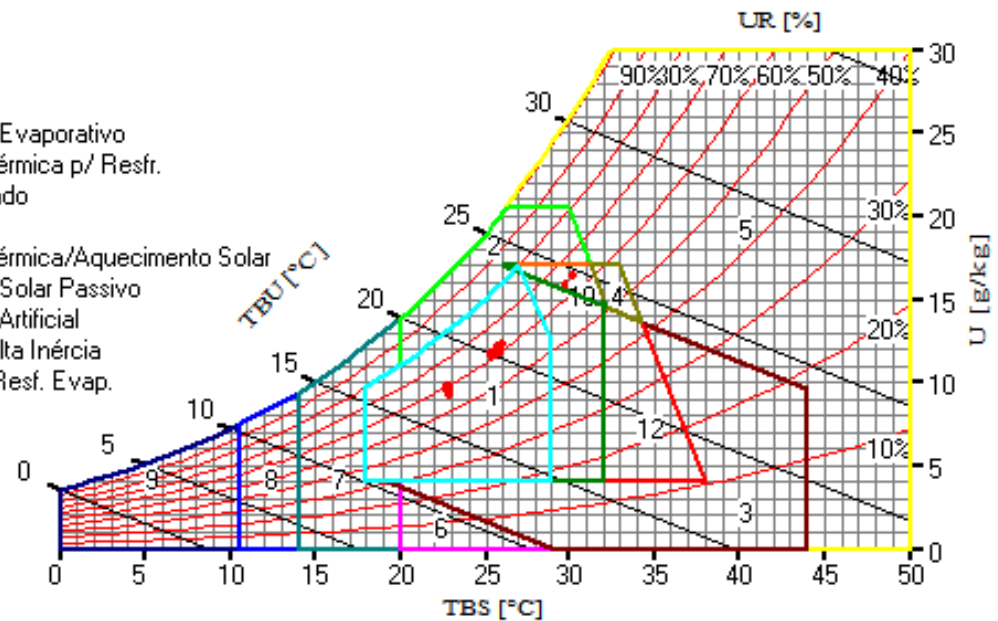


Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 29 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.

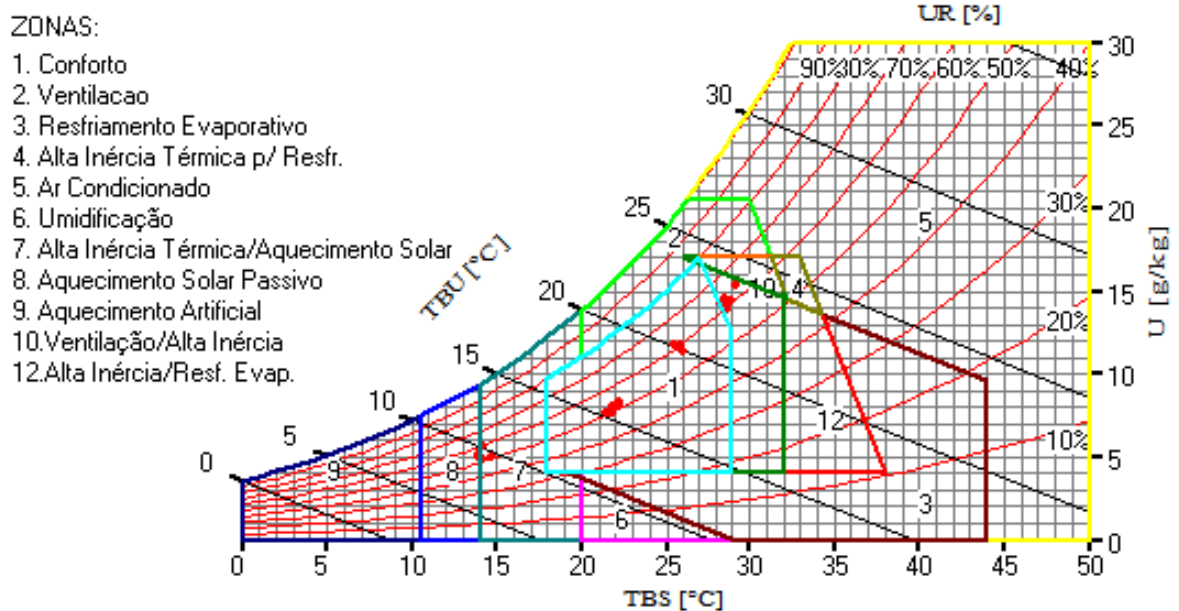
ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.



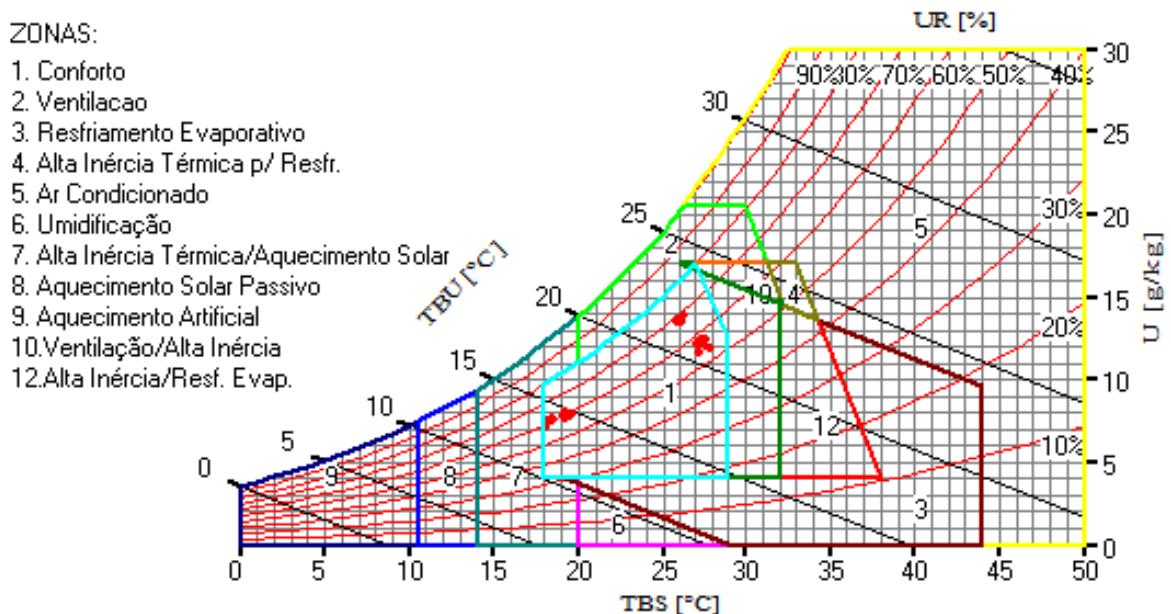
Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 30 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula G102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.



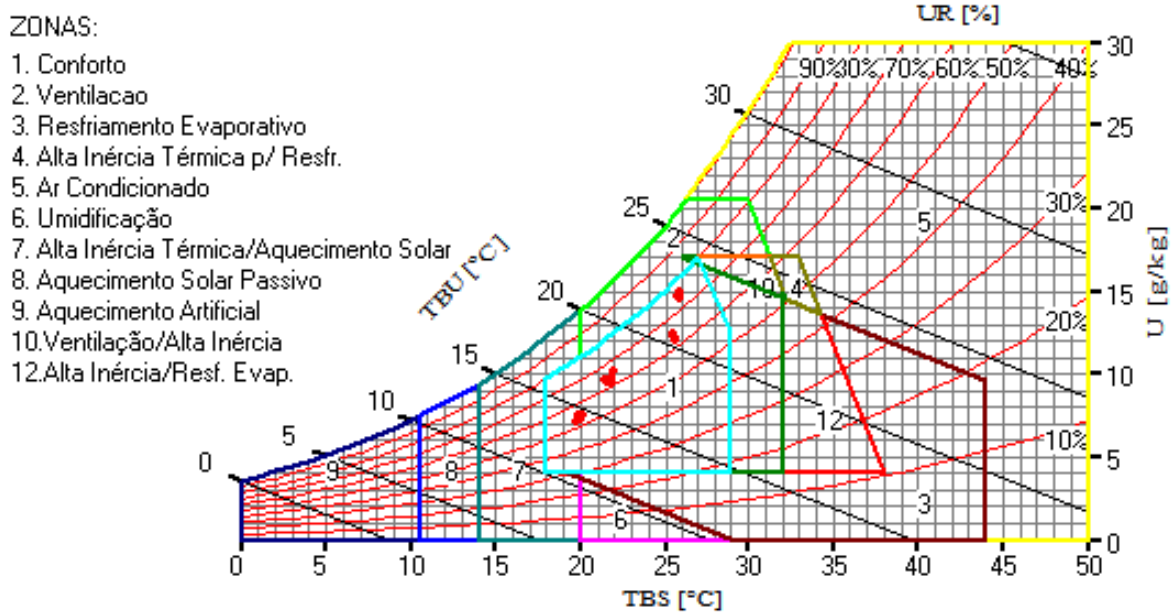
Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 31 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula G104 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.



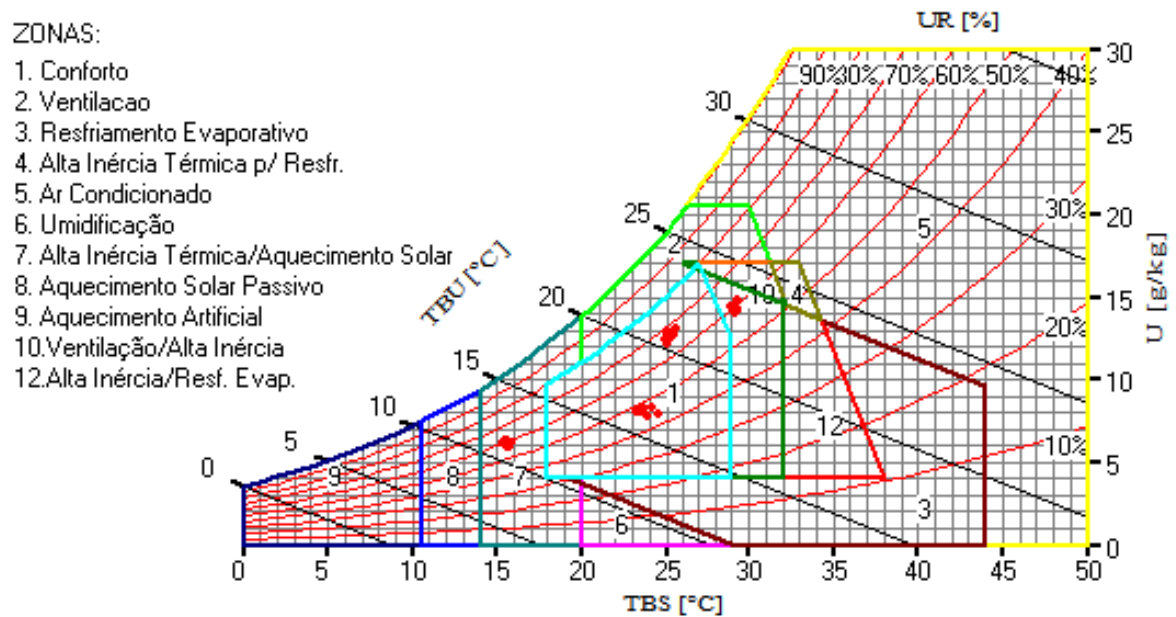
Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 32 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de integração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Figura 33 - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (2010).

Ochoa (2010) obteve resultados similares, em que o comportamento térmico se mostrou suscetível a sua localização no espaço e na sua concepção, havendo menores amplitudes térmicas devido a maiores amortecimentos térmicos da edificação em relação ao exterior do ambiente.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), o amortecimento térmico está relacionado a capacidade de armazenar calor dos componentes que constituem uma edificação (tais como pisos, paredes, coberturas). Assim, uma edificação com elevada capacidade de armazenamento térmico, ou seja, alta inércia térmica, proporcionará uma diminuição das amplitudes térmicas internas e um atraso térmico no fluxo de calor.

Logo, os ambientes internos que obtiveram desempenhos térmicos aquém das condições de conforto térmico, podem por meio dessa estratégia alcançar condições de conforto, tal como é sugerido pelos resultados obtidos pela avaliação realizada no *software* Analysis BIO® 2.1.5.

Nas cartas psicrométricas (Figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33) o desempenho dos componentes da edificação dos ambientes avaliados, podem ser observados sendo eficazes no amortecimento térmico das condições mais críticas, em que há a tendência de ausência de pontos nas zonas 5 (ar condicionado) e 9 (aquecimento artificial).

4.4 Panorama do conforto ambiental nos ambientes

Constatou-se, ao avaliar os dados, a ausência de ambientes em condição de conforto ambiental pleno, havendo deficiências em algum de seus componentes.

Situações similares foram observadas em estudos (KOWALTOWSKI et al., 1999; BERNARDI, 2001; GEMELLI, 2009; OCHOA, 2010; OCHOA; ARAÚJO; SATTLER, 2012), em que características como a localização do ambiente ou de elementos arquitetônicos que compõe as edificações, causavam problemas na compatibilização dos confortos acústico, lumínico e térmico, fazendo com que atingir a condição conforto em uma dessas áreas significava a penalização em alcançar a condição de outra.

Pode-se observar no Quadro 1 um resumo do atendimento as condições de conforto acústico (CA), lumínico (CL) e térmico (CT), nos ambientes de forma total (verde), parcial (amarelo) ou nula (vermelho).

Quadro 1 - Atendimento das condições de conforto acústico, lumínico e térmico, de forma total, parcial ou nula, nos ambientes avaliados da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Campo Mourão.

Ambiente	CA	CL	CT
B103	Red	Green	Yellow
B105	Green	Yellow	Yellow
C102	Red	Yellow	Yellow
C105	Yellow	Yellow	Yellow
D105	Red	Green	Yellow
D108	Red	Yellow	Yellow
F105	Yellow	Yellow	Yellow
F110	Green	Yellow	Yellow
G102	Yellow	Yellow	Yellow
G104	Red	Yellow	Green
Sala de Integração	Red	Green	Green
Restaurante Universitário	Red	Yellow	Yellow

Fonte: Autoria própria (2019).

Destaca-se que, ao avaliar o Quadro 1 e os dados levantados presentes nos anexos, as salas de aula B105 e F110 foram as que atenderam a maioria das condições de conforto ambiental avaliadas nesse estudo, necessitando avaliações mais aprofundadas para implantação de adequações quanto ao conforto térmico (verão) e melhor uniformidade na iluminação do ambiente. Contudo, supõe-se que com o funcionamento dos equipamentos de ventilação já instalados nos ambientes e a manutenção dos elementos que são fonte de luz, o conforto ambiental nesses locais, provavelmente, será alcançado.

A sala de integração ainda que tenha apresentado condição de conforto lumínico e térmico, sua adequação em relação ao conforto acústico seria complexa, visto que está sujeita a um fluxo considerável de usuários em seu entorno, o que insere carga sonora elevada no ambiente.

5 CONCLUSÃO

Verificou-se nos ambientes avaliados comportamentos, tanto favoráveis, quanto desfavoráveis, no desempenho das componentes que constituem o conforto ambiental.

Realizar o estudo do conforto ambiental, de maneira conjunta, abrangendo os aspectos acústico, lumínico e térmico, torna possível uma melhor compreensão das necessidades do ambiente, visto que essas componentes tem influência entre si.

Ainda que existam, em alguns casos, incompatibilidade entre as condições ideais de conforto ambiental, é necessário buscar soluções que objetivem o conforto ambiental para o melhor desempenho de seus usuários. Pois, mesmo que seja difícil otimizar o desempenho da edificação de maneira holística, devido à complexidade inerente a quantidade de fatores associados, é algo necessário devido a tantos prejuízos que situações de desconforto acústico, lumínico e/ou térmico podem causar.

Assim, salienta-se a importância da continuidade da avaliação do conforto ambiental nos ambientes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, a fim de realizar um diagnóstico mais completo na instituição.

Recomenda-se para futuros trabalhos, como forma de continuar o presente estudo, aprofundar a avaliação em relação a cada componente do conforto ambiental nos ambientes que compõe a instituição, a fim de elaborar um histórico de dados para os problemas relacionados ao conforto ambiental, onde esse possibilite soluções viáveis e, conseqüentemente, evite intervenções pouco eficientes e desperdícios econômicos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Joana Maria Figueiredo Mota de. **Caracterização do conforto acústico em escolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10152**: Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.
- ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 55-2013**: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ANSI/ASHRAE, 2013.
- BEHLAU, Mara; DRAGONE, Maria Lúcia Suzigan; NAGANO, Lúcia. **A voz que ensina**: o professor e a comunicação oral em sala de aula. Rio de Janeiro: Revinter, 2004. 68 p.
- BENYA, James; HESCHONG, Lisa; MCGOWAN, Terry; MILLER, Naomi; RUBINSTEIN, Francis. **Advanced Lighting Guidelines**. Washington: New Buildings Institute, 2003. 445 p.
- BERNARDI, Núbia. **Avaliação da interferência comportamental do usuário para a melhoria do conforto ambiental em espaços escolares**: estudo de caso em Campinas - SP. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- BERTOLI, Stelamaris Rolla. Quanto custa o conforto ambiental?. *In*: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais** [...] Foz do Iguaçu, 2002.
- BESTETTI, Maria Luisa Trindade. **Ambiência: espaço físico e comportamento**. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 601-610, 2014.
- BING. **Bing Maps**: Aéreo. 2019. Disponível em: <<https://www.bing.com/maps/aerial>>. Acesso em: 25 out. 2019.
- BISTAFA, Sylvio Reynaldo. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 1. ed. São Paulo: Eduardo Blücher, 2006. 436 p.

COSTA, Vera Helena Coelho da. O ruído e suas interferências na saúde e no trabalho. **Revista Acústica e Vibrações**, v. 13, p. 41-60, 1994.

ÇENGEL, Yunus Ali; GHAJAR, Afshin Jahanshahi. **Transferência de calor e massa: uma abordagem prática**. Porto Alegre: Amgh Editora, 2012. 906 p.

DIAS, Amanda Fontes Aragão. **Análise do estudo da luz natural em salas de aula: estudo de caso em Aracaju-SE**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

FANGER, Povi Ole. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering**. New York: McGraw-Hill, 1970. 244 p.

FEKRY, Ahmed Ahmed; EL ZAFARANY, Abbas Mohamed; SHAMSELDIN, Amal Kamal Mohamed. Develop an environmental assessment technique for human comfort requirements in buildings. **Housing and Building National Research Center Journal**, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2014.

FREIRE, Márcia Rebouças. **Iluminação natural em salas de aula: o caso das escolas FAEC em Salvador**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FROTA, Anesia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual do conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 244 p.

GEMELLI, Carolina Silveira Barlem. **Avaliação de conforto térmico, acústico e lumínico de edificação escolar com estratégias sustentáveis e bioclimáticas: o caso da Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Pacífico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GERALDINO, Henrique Cesar Lopes; CAXAMBU, Marcelo Galeazzi; SOUZA, Débora Cristina de. Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares em uma área de ecótono em Campo Mourão, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 469-482, 2010.

GIVONI, Baruch. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, v. 18, n. 1, p. 11-23, 1992.

GRAÇA, Valéria Azzi Collet; KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz; PETRECHE, João Roberto Diego. An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the state São Paulo in Brazil. **Building and Environment**, v. 42, n. 2, p. 984-999, 2007.

GUICHO, Ricardo. **Mapeamento do potencial eólico de micro e minigeração da cidade de Campo Mourão – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

HALPERN, Steven; SAVARY, Louis. **Som - Saúde: magnetismo e força**. Rio de Janeiro: Tek Box, 1985. 231 p.

HYBINER, Juliana Mara Batista Menezes. **Análise da iluminação em salas de aulas de escolas da rede de ensino pública das Superintendências Regionais de Ensino de Juiz de Fora, Ponte Nova e Ubá, MG**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2019. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410430>>. Acesso em: 02 out. 2019.

INSTRUTEMP. **Luxímetro Digital Portátil - ITLD-260**. 2019a. Disponível em: <<https://www.instrutemp.com.br/produto/461/luximetro+portatil+itld260>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

INSTRUTEMP. **O que é medidor de stress térmico ou termômetro de globo?**. 2019b. Disponível em: <<https://it.instrutemp.com.br/o-que-e-medidor-de-stress-termico-ou-termometro-de-globo/>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

INSTRUTHERM. **Decibelímetro mod. DEC-490, faixa de medição de 30 a 130, datalogger, software, interface USB**. 2019a. Disponível em: <<https://www.instrutherm.net.br/anemometro-digital-portatil-escala-0-4-a-30-0-m-smod-ad-250.html>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

INSTRUTHERM. **Anemômetro mod. AD-250 Digital Portátil, faixa de medição de 0,4 a 30 m/s**. 2019b. Disponível em: <<https://www.instrutherm.net.br/decibelimetro-mod-dec-490-digital-c-dataloger-escala-30-a-130db-a-e-c.html>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996-1: Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures**. Switzerland, 2016.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz. **Humanization in architecture: analysis of themes through high school building problems**. Tese (Doutorado em Filosofia) - University of California, Berkeley, 1980.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz; BORGES FILHO, Francisco; LABAKI, Lucila Chebel; RUSCHEL, Regina Coeli; BERNARDI, Núbia; BERTOLI, Stelamaris Rolla; PINA, Silvia Aparecida Mikami Gonçalves; CAMARGO, Renata Faccin de. **Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares na região de Campinas**. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais [...]** Fortaleza, 1999.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz; BORGES FILHO, Francisco; LABAKI, Lucila Chebel; RUSCHEL, Regina Coeli; BERTOLI, Stelamaris Rolla; PINA,

Silvia Aparecida Mikami Gonçalves. O conforto no ambiente escolar: elementos para intervenções de melhoria. *In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e III Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Anais [...]* Foz do Iguaçu, 2002.

KRÜGER, Eduardo Leite; ADRIAZOLA, Marcia Keiko Ono; TAKEDA, Neli Ikue. Avaliação de desempenho térmico em escolas emergenciais da região de Curitiba. *In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais [...]* São Paulo, 2004.

KRYTER, Karl David. **The effects of noise on man**. New York: Academic Press, 1970. 654 p.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Analysis BIO**. 2010. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-bio>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. 382 p.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Eneidir; ABREU, Ana Lígia Papst de; CARLO, Joyce Correna; BATISTA, Juliana Oliveira; MARINOSKI, Deivis Luis; NARANJO, Alejandro; DUARTE, Vanessa Cavalcante Paes. **Desempenho térmico de edificações**. 7. ed. Universidade Federal de Santa Catarina - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2016a. 239 p. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2019.

LAMBERTS, Roberto; XAVIER, Antonio Augusto; GOULART, Solange; VECCHI, Renata de. **Conforto térmico e stress térmico**. Universidade Federal de Santa Catarina - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2016b. 87 p.

LOSSO, Marco Aurélio Faria. **Qualidade acústica de edificações escolares em Santa Catarina**: avaliação e elaboração de diretrizes para projeto e implantação. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MAGIOLI, Flavia Benevides; TORRES, Julio Cesar Boscher. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. **urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 2, p. 400-413, 2018.

NAGEM, Miriam Pompeu. **Mapeamento e análise do ruído ambiental**: diretrizes e metodologia. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2004.

NUDELMANN, Alberto Alencar; COSTA, Everardo Andrade da; SELIGMAN, José; IBAÑEZ, Raul Nielsen. **PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**. Porto Alegre: Bagagem Comunicação, 1997. 297 p.

NUNES, Maria Fernanda de Oliveira. **Avaliação de percepção do ruído aeronáutico em escolas**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

OCHOA, Juliana Herlemann. **Análise do conforto ambiental em salas de aula da Universidade Federal de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

OCHOA, Juliana Herlemann; ARAÚJO, Daniel Lima; SATTLER, Miguel Aloysio. Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 91-114, 2012.

OLIVEIRA, Gimaoli Cavalcanti de. **Estudo do potencial de aproveitamento da iluminação natural em escolas municipais de João Pessoa-PB**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; BRUNA, Gilda Collet; ROMÉRO, Marcelo de Andrade. **Ambiente construído e comportamento: a avaliação pós-ocupação e a qualidade ambiental**. São Paulo: Studio Nobel, 1995. 212 p.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; ROMÉRO, Marcelo de Andrade. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel, 1992. 223 p.

PAGNOSSIN, Elaine Medianeira; BURIOL, Galileo Adeli; GRACIOLLI, Michele de Araujo. Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas. **Disciplinarum Scientia**, v. 2, n. 1, p. 149-161, 2001.

PIMENTEL, Bianca Nunes; FEDOSSE, Elenir; RODRIGUES, Nathana da Graça Sartori; CRUZ, Karolline Sérgio; SANTOS FILHA, Valdete Alves Valentins dos. Percepção do ruído, saúde auditiva e qualidade de vida de professores de escolas públicas. **Audiology - Communication Research**, v. 21, 2016.

PIZARRO, Paula Roberta. **Estudo das variáveis do conforto térmico e luminoso em ambientes escolares**. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

QUIRINO, Luana Maria de Medeiros. **Arquitetura escolar: análise do conforto lumínico em escolas municipais de ensino fundamental em João Pessoa/PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, 2018.

RODRIGUES, Pierre. **Manual de iluminação eficiente**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2002. 36 p.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; ORNSTEIN, Sheila Walbe. **Avaliação pós-ocupação**: métodos e técnicas aplicados à habitação social. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003. 294 p.

SERVILHA, Emilse Aparecida Merlin. **A voz do professor**: indicador para a compreensão da dialogia no processo ensino-aprendizagem. Tese (Doutorado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2000.

SCHMID, Aloísio Leoni. **A idéia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005. 338 p.

SZOKOLAY, Steven Vajk. **Environmental science handbook for architects and builders**. Lancaster: Construction Press, 1980. 532 p.

TANABE, Shin-ichi; HANEDA, Masaoki; NISHIHARA, Naoe. Workplace productivity and individual thermal satisfaction. **Building and Environment**, v. 91, p. 42-50, 2015.

TOLEDO, Beatriz Guimarães. **Integração de iluminação natural e artificial**: métodos e guia prático para projeto luminotécnico. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

VIANNA, Nelson Solano; GONÇALVES, Joana Carla Soares. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Virtus, 2001. 376 p.

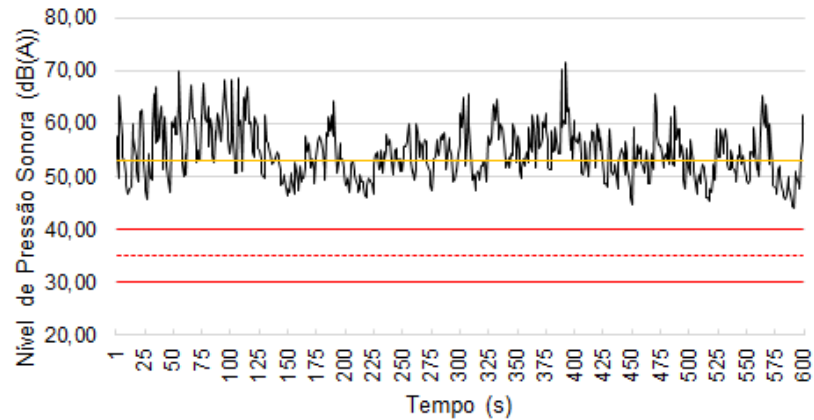
VIEIRA, Elamara Marama de Araujo; SILVA, Luiz Bueno da; NASCIMENTO, João Agnaldo do; SILVA, Jonhatan Magno Norte da; LEITE, Wilza Karla dos Santos. Prioridade perceptiva e critérios de satisfação de atributos ambientais em Unidades de Terapia Intensiva. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 1, p. 181-194, 2019.

VISCHER, Jacqueline. The concept of environmental comfort in workplace performance. **Ambiente Construído**, v. 7, n. 1, p. 21-34, 2007.

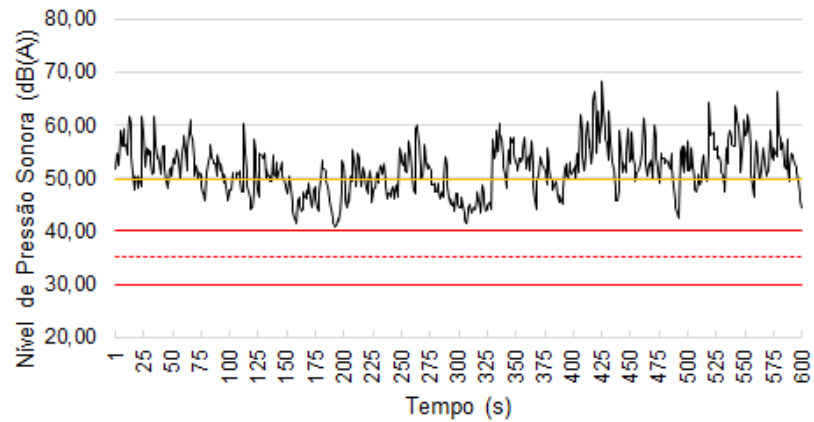
YERGES, Lyle. **Sound, noise e vibration control**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1969. 203 p.

APÊNDICES

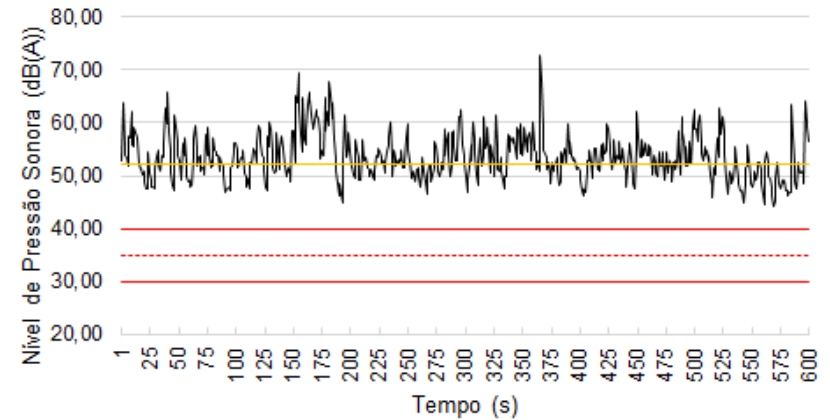
APÊNDICE A - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula B103 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



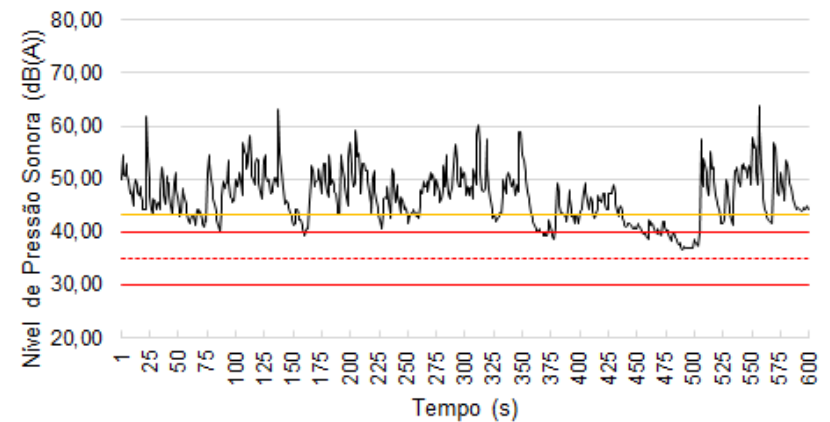
X1 — Nível de Pressão Sonora — RLAeq — LAeq



Z1 — Nível de Pressão Sonora — RLAeq — LAeq

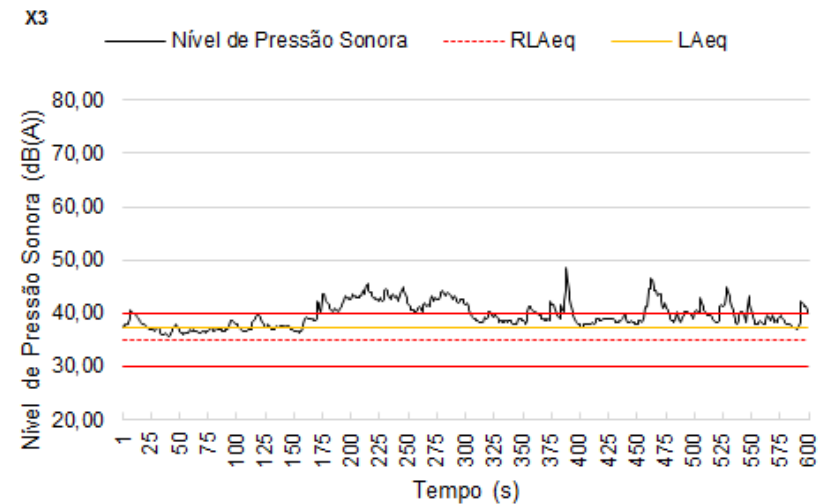
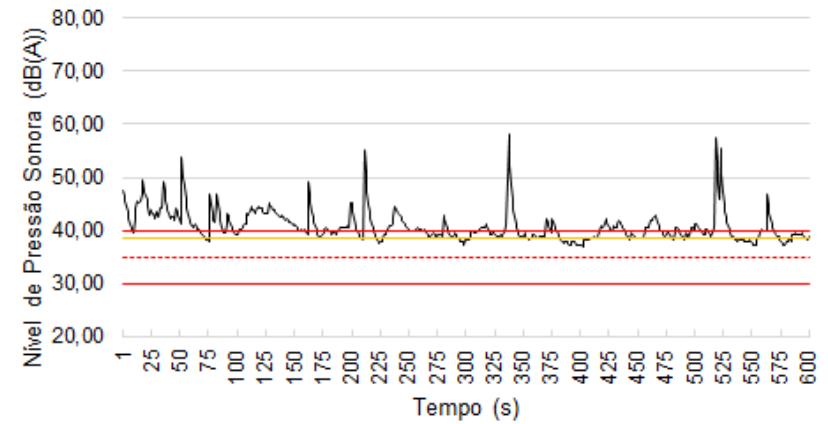
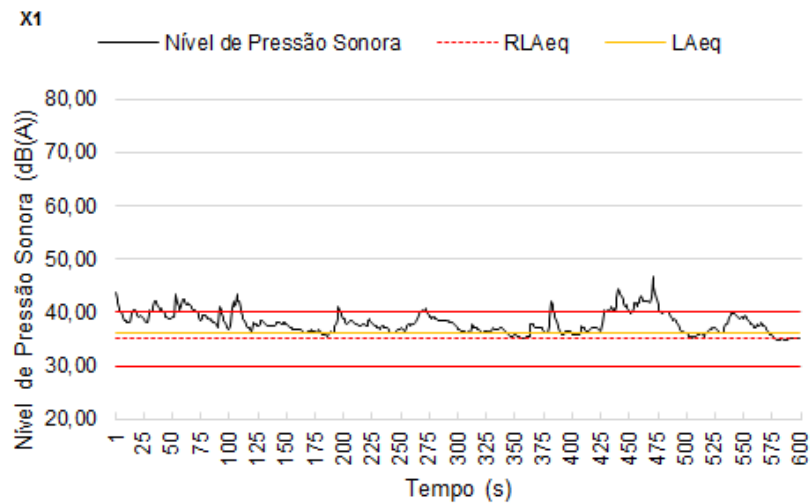
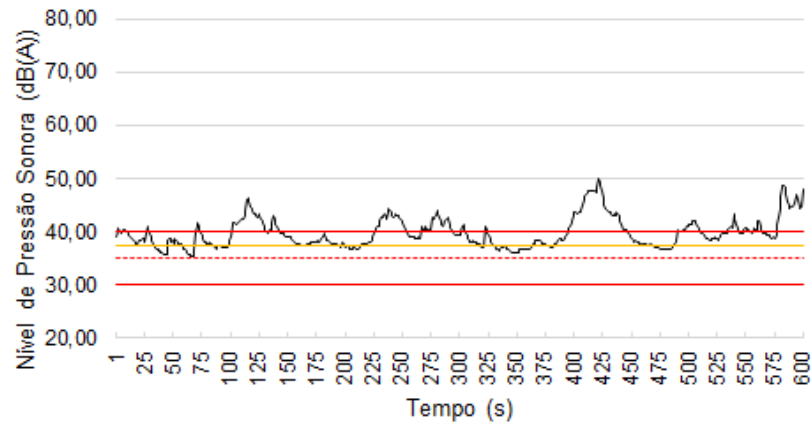


X3 — Nível de Pressão Sonora — RLAeq — LAeq

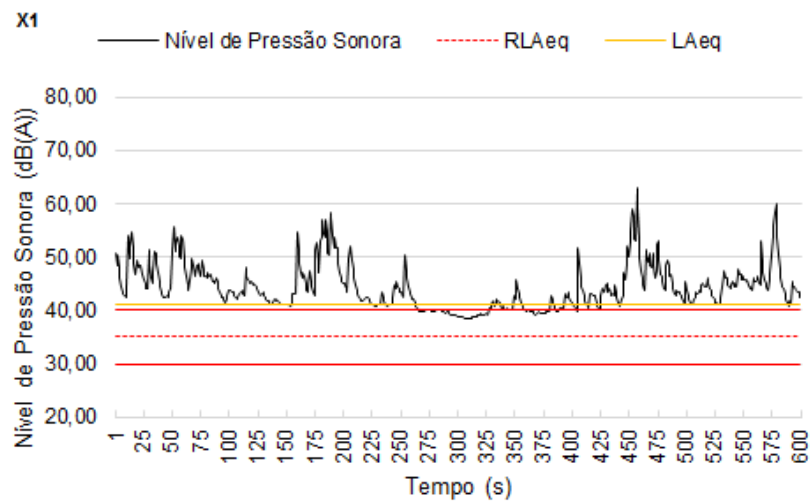
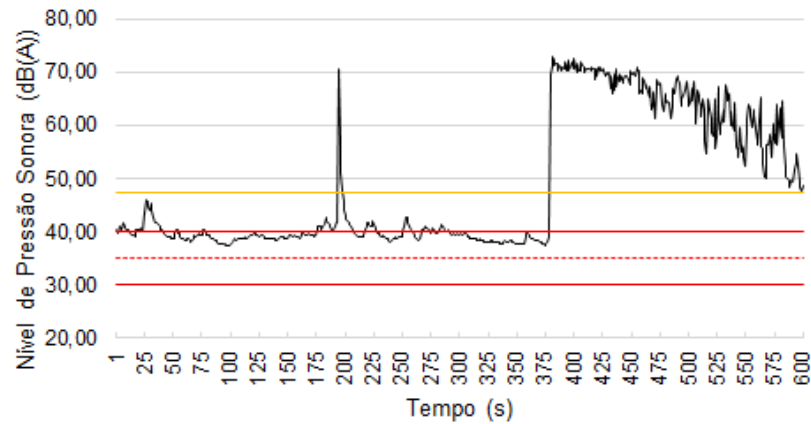


Z3 — Nível de Pressão Sonora — RLAeq — LAeq

APÊNDICE B - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula B105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.

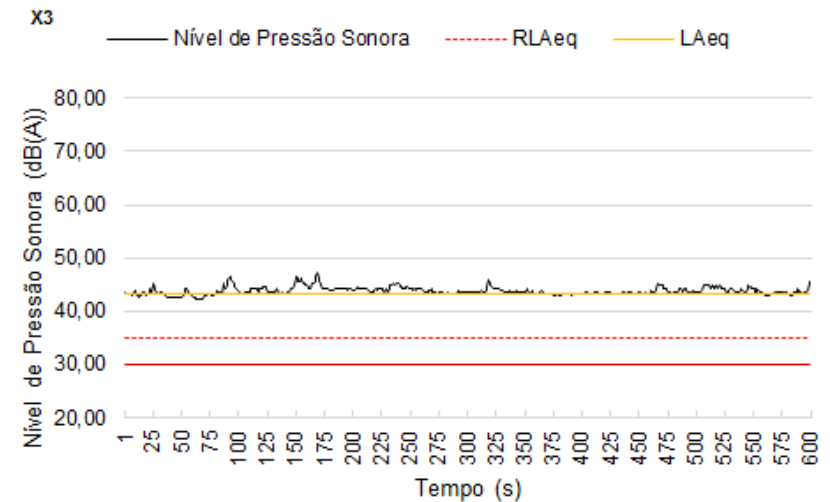
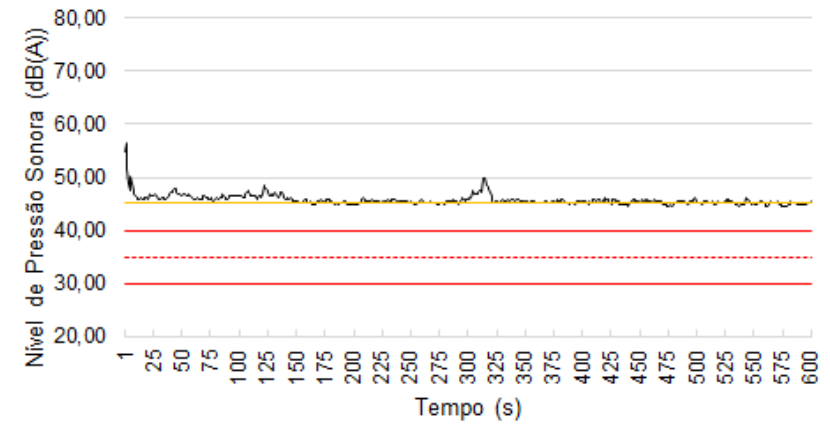


APÊNDICE C - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) do laboratório C102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



Z1

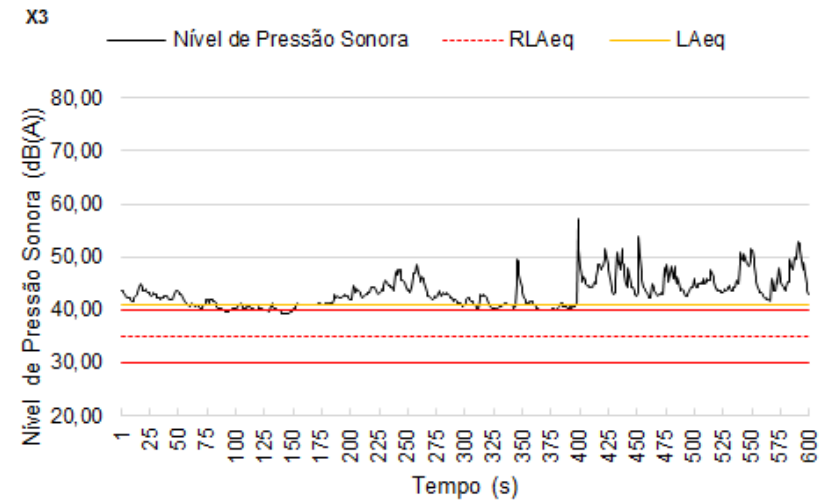
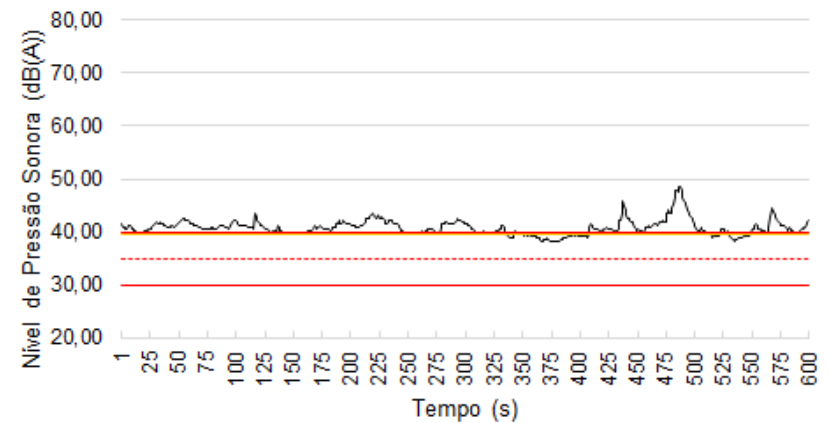
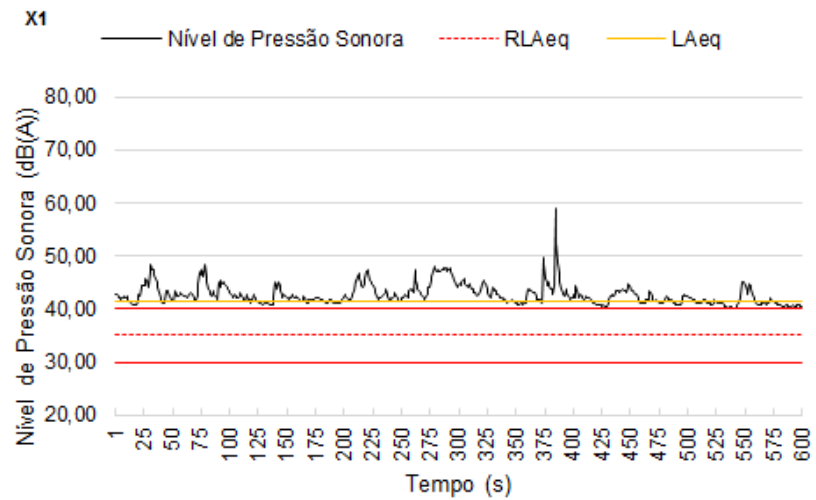
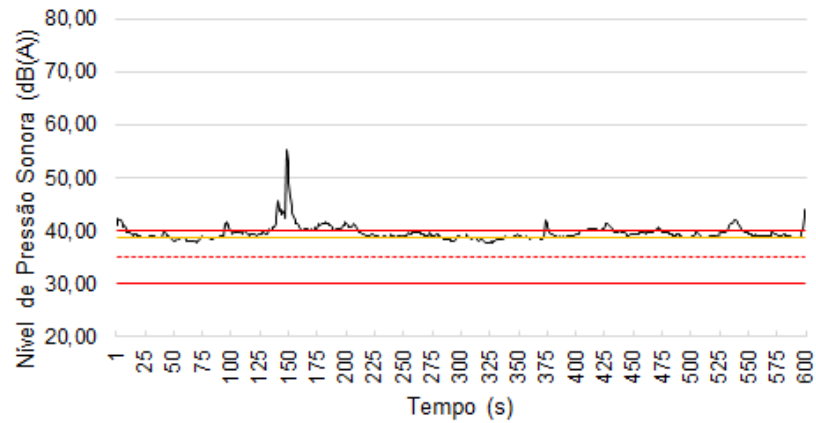
— Nível de Pressão Sonora - - - - RL_{Aeq} — L_{Aeq}



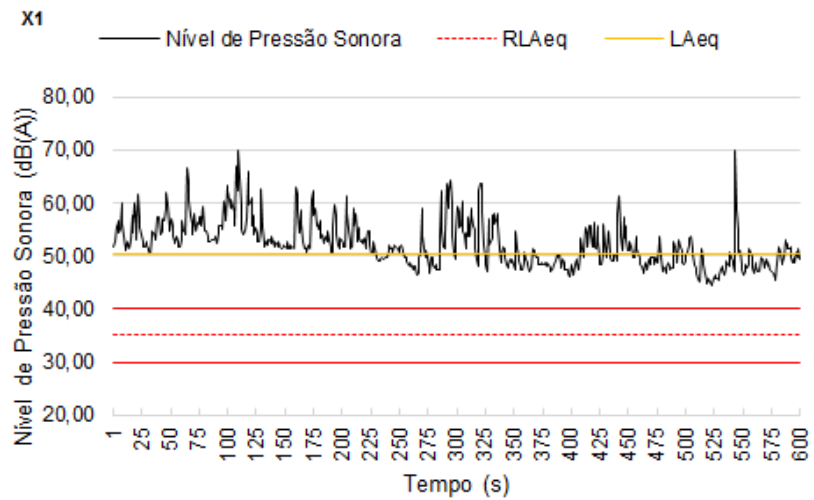
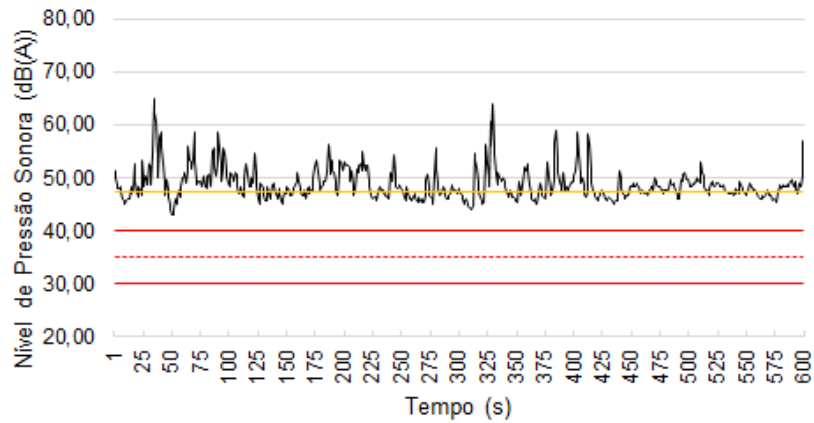
Z3

— Nível de Pressão Sonora - - - - RL_{Aeq} — L_{Aeq}

APÊNDICE D - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) do laboratório C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.

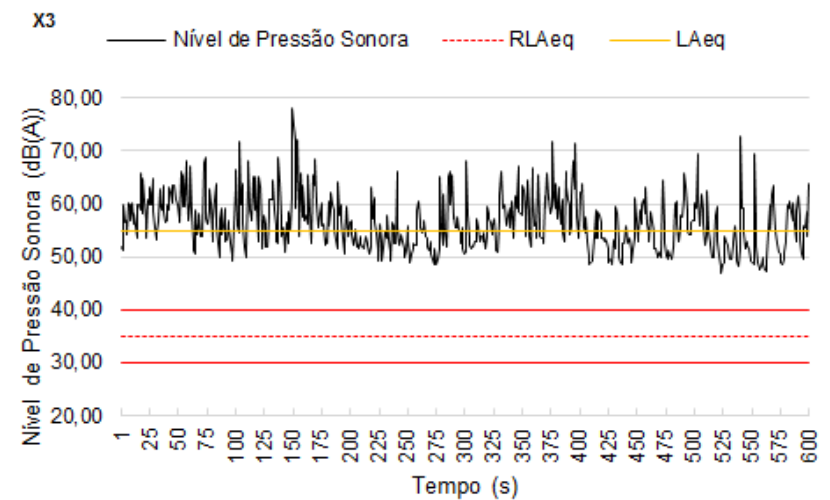
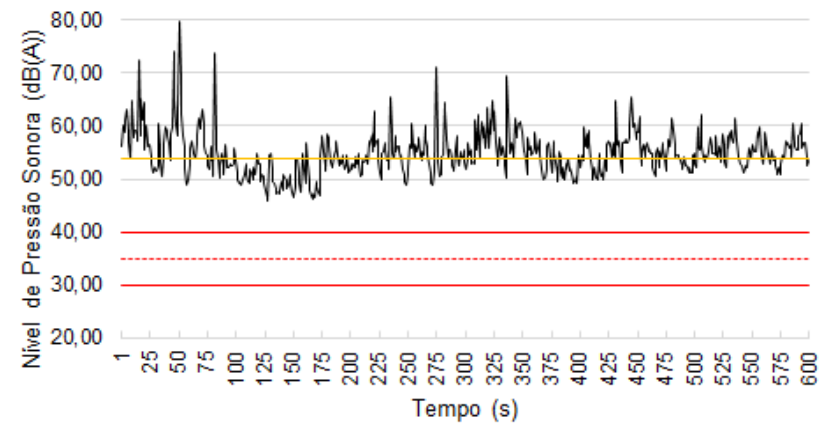


APÊNDICE E - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula D105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



Z1

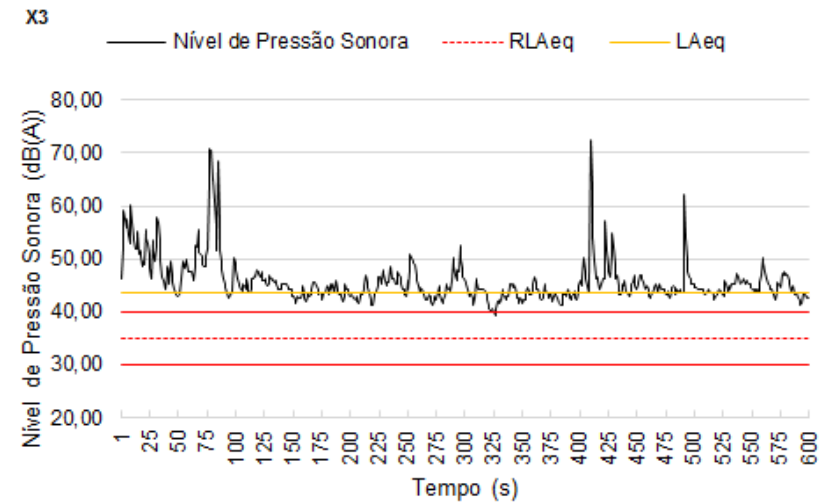
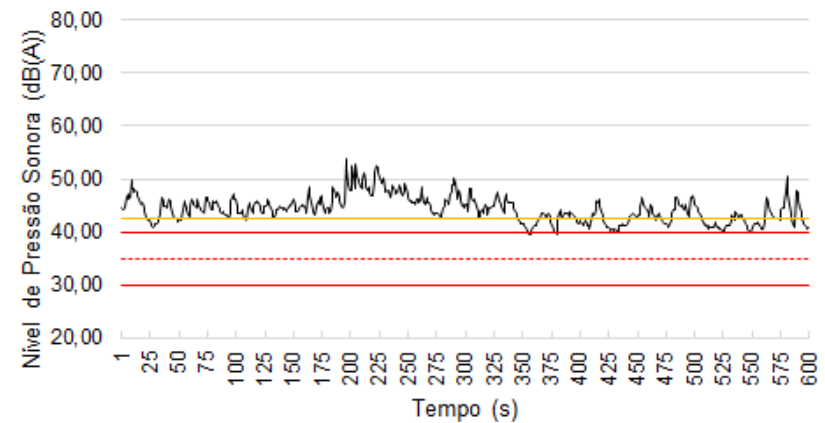
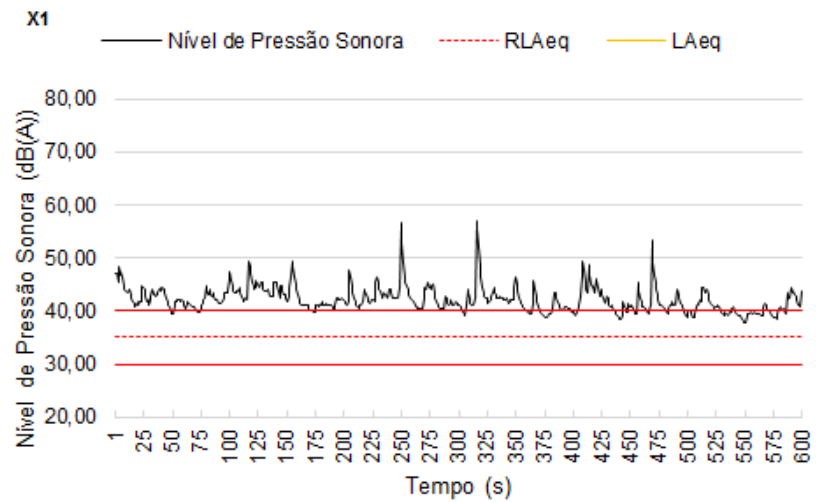
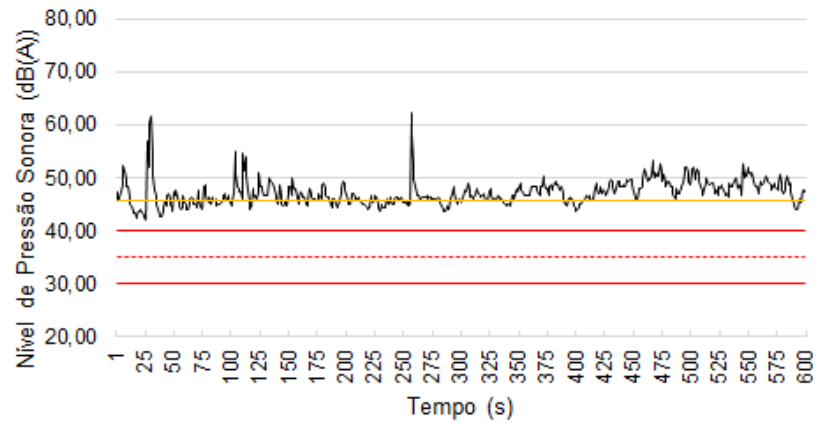
— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — L_{Aeq}



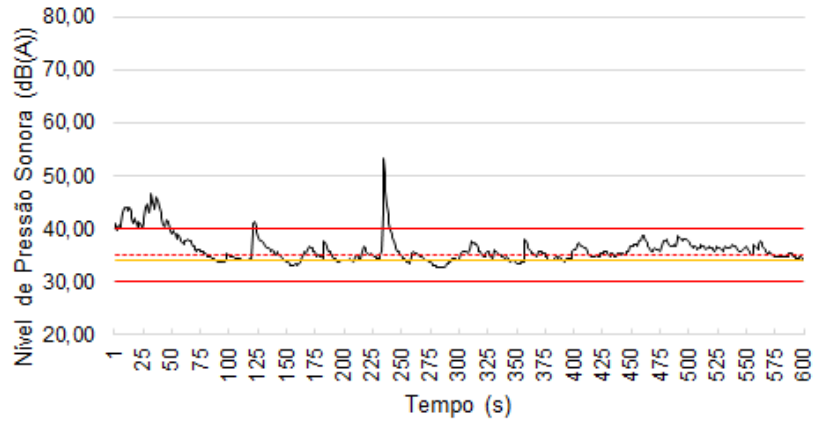
Z3

— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — L_{Aeq}

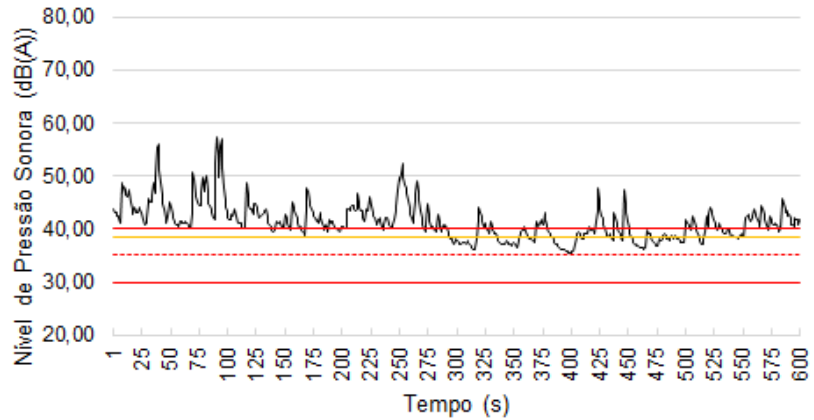
APÊNDICE F - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula D108 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



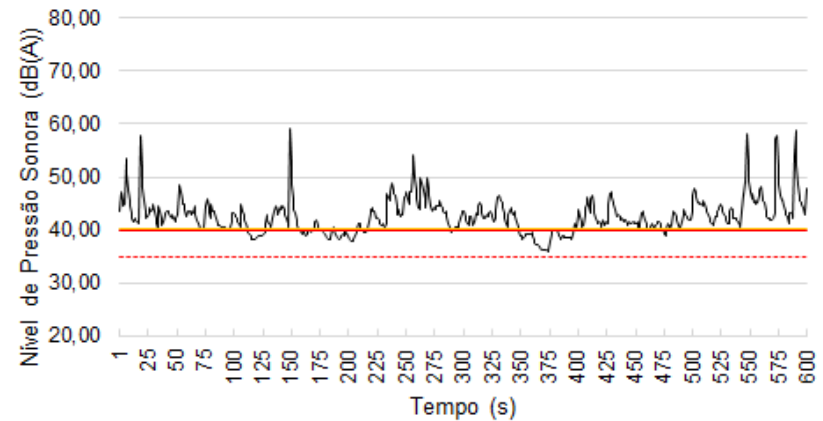
APÊNDICE G - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula F105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



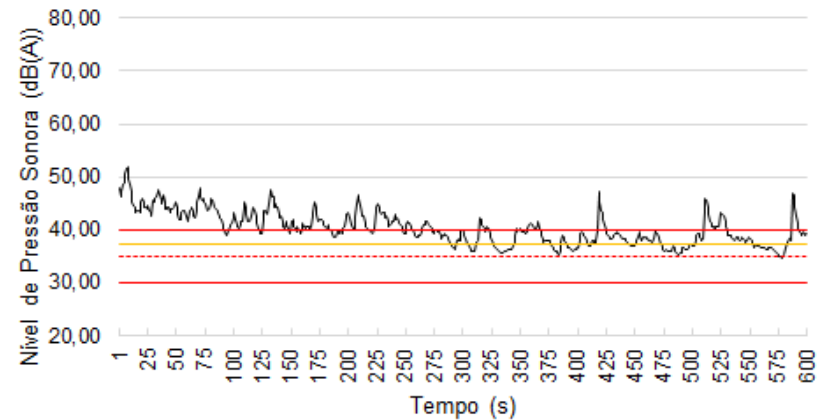
X1
 — Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq



Z1
 — Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq

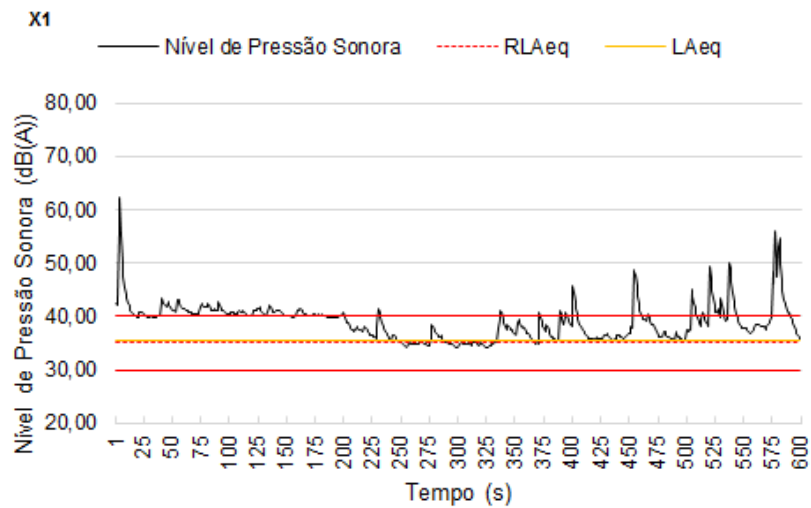
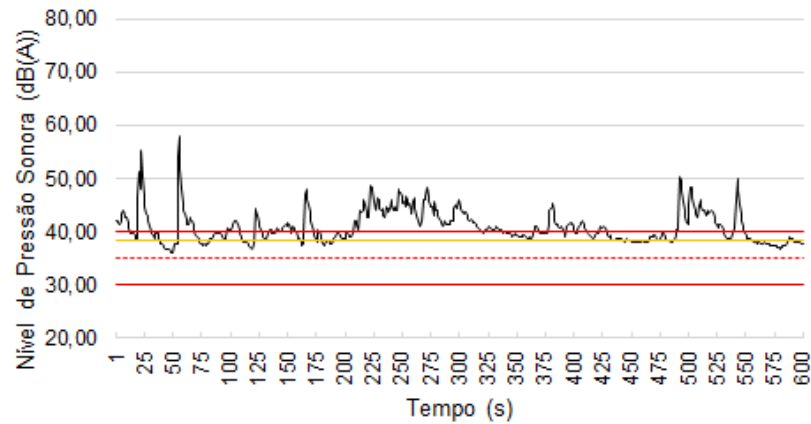


X3
 — Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq



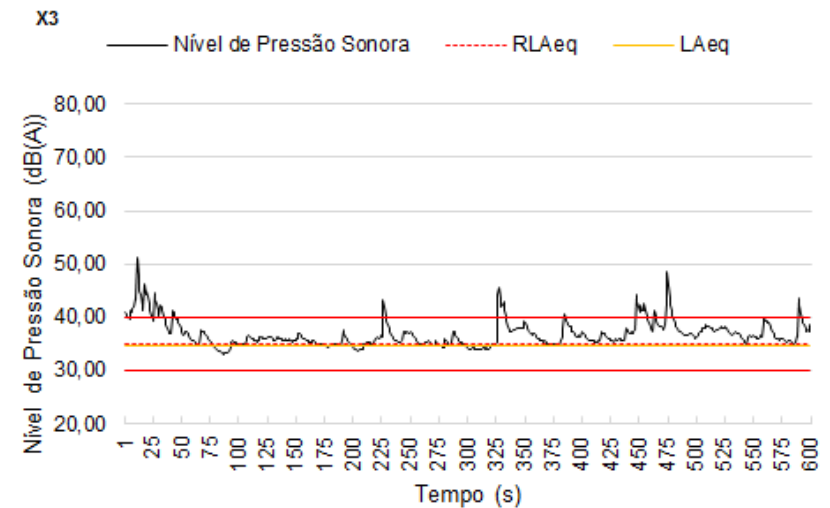
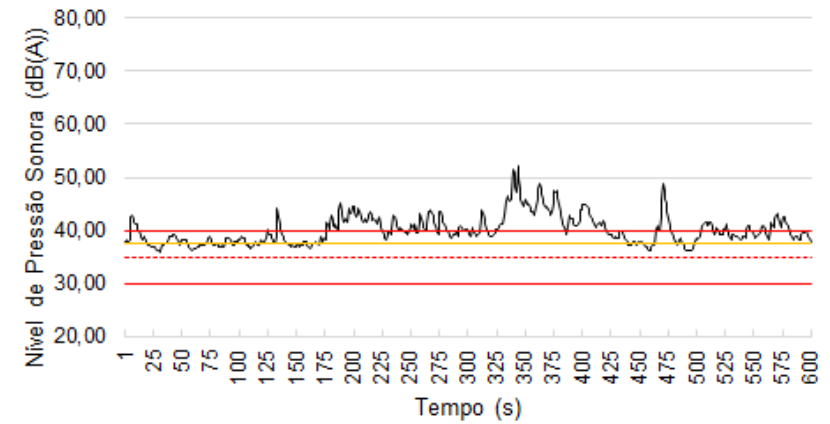
Z3
 — Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq

APÊNDICE H - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



Z1

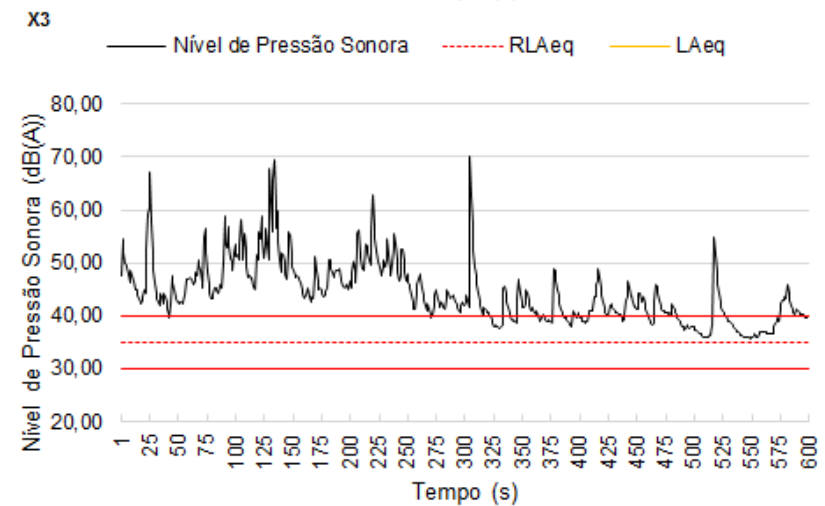
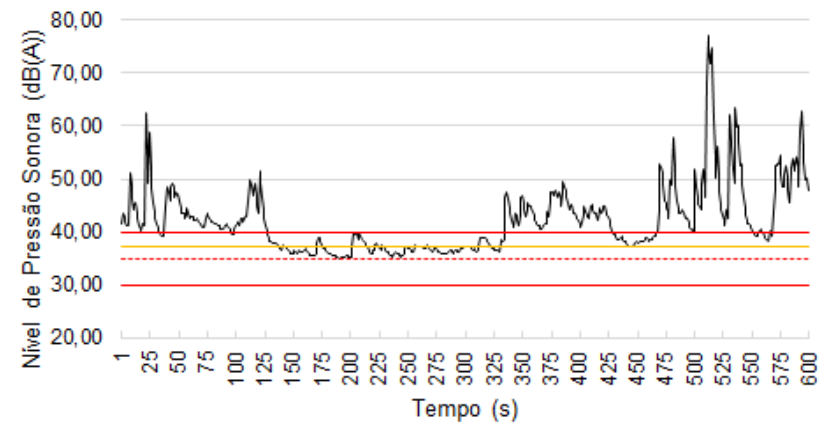
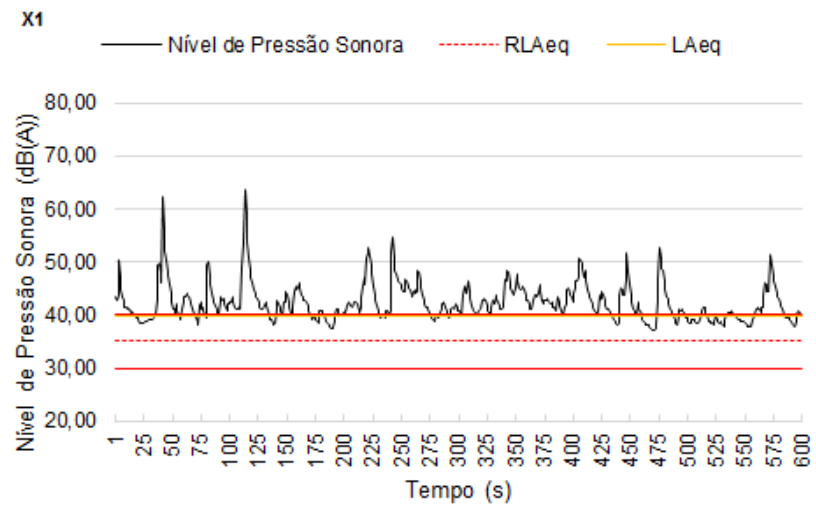
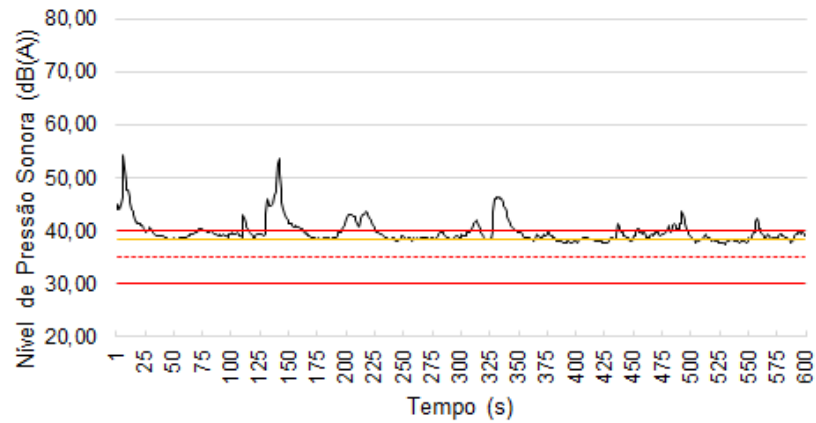
— Nível de Pressão Sonora - - - - RL_{Aeq} — L_{Aeq}



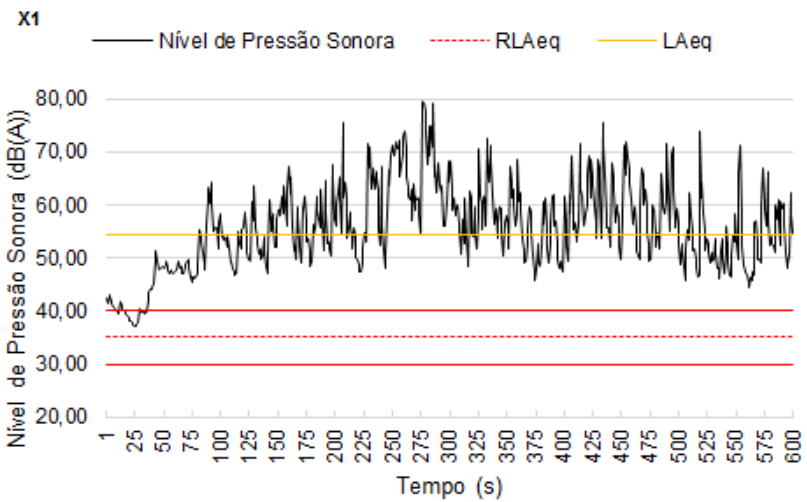
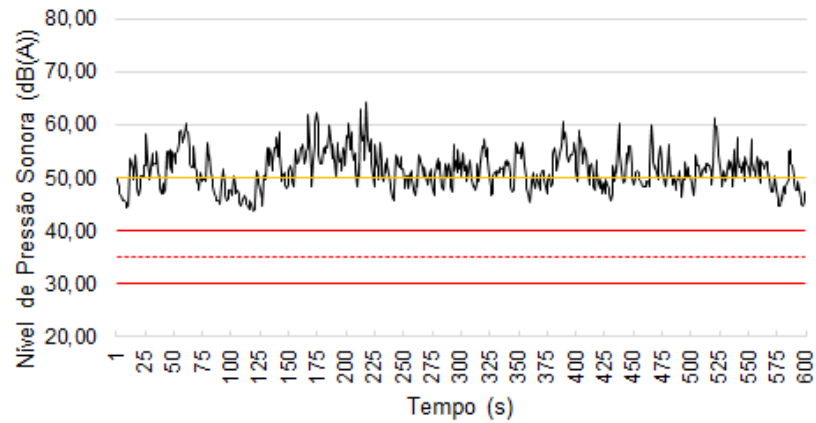
Z3

— Nível de Pressão Sonora - - - - RL_{Aeq} — L_{Aeq}

APÊNDICE I - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula G102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.

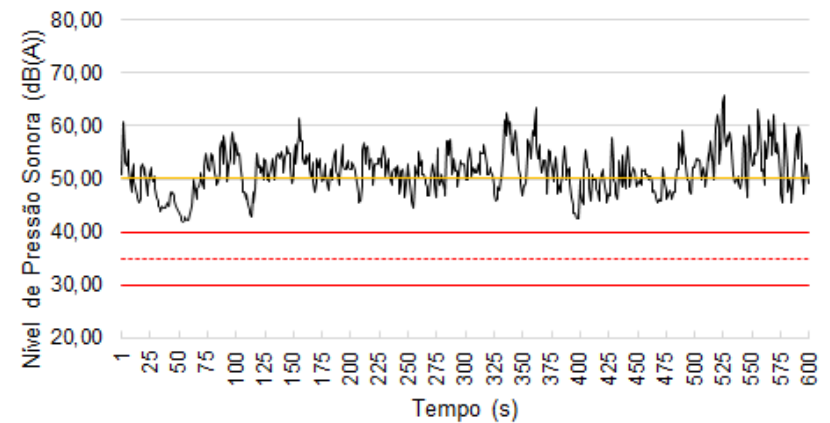


APÊNDICE J - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de aula G104 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



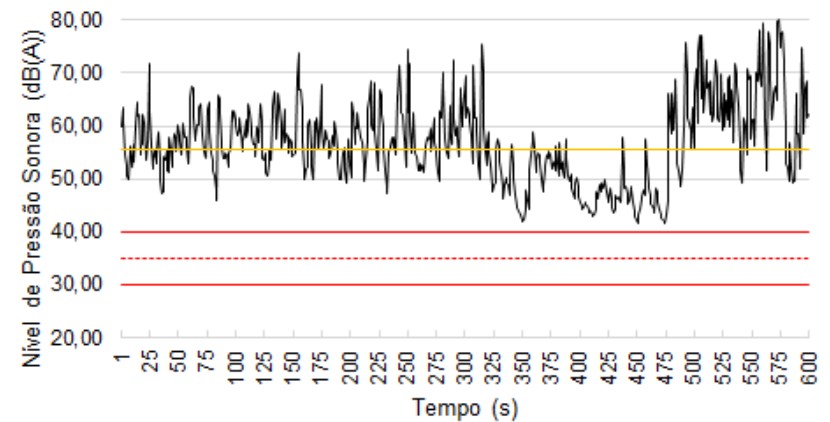
Z1

— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq



X3

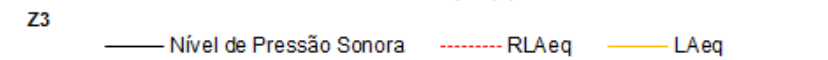
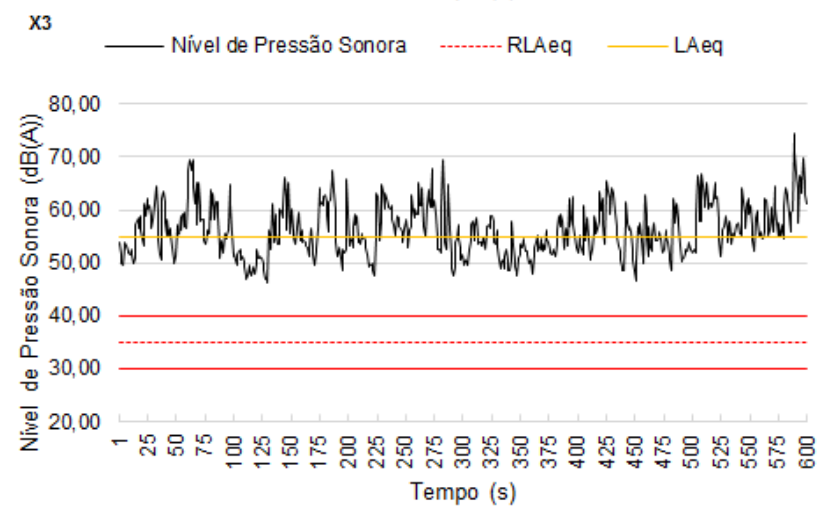
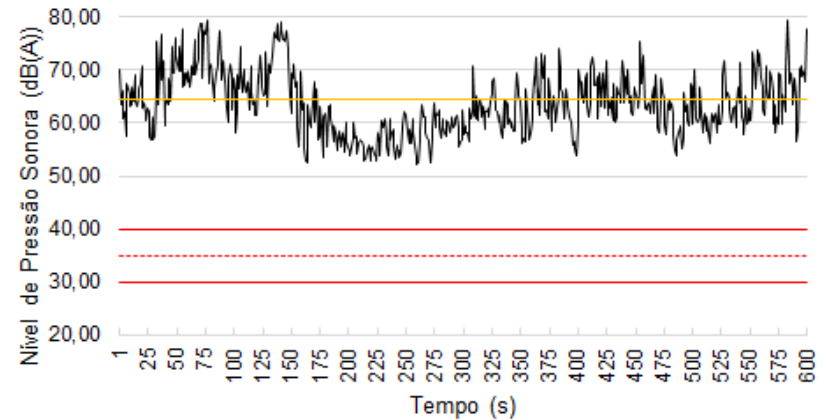
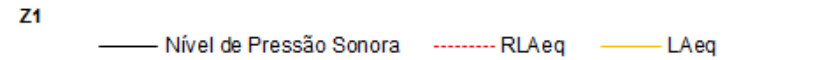
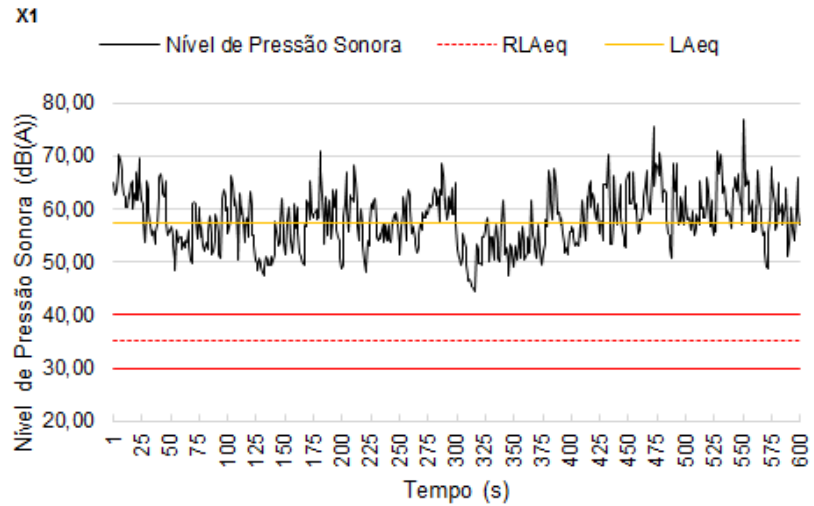
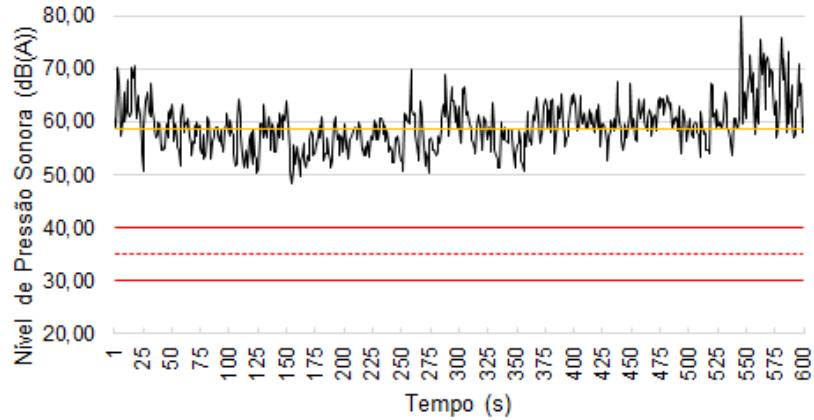
— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq



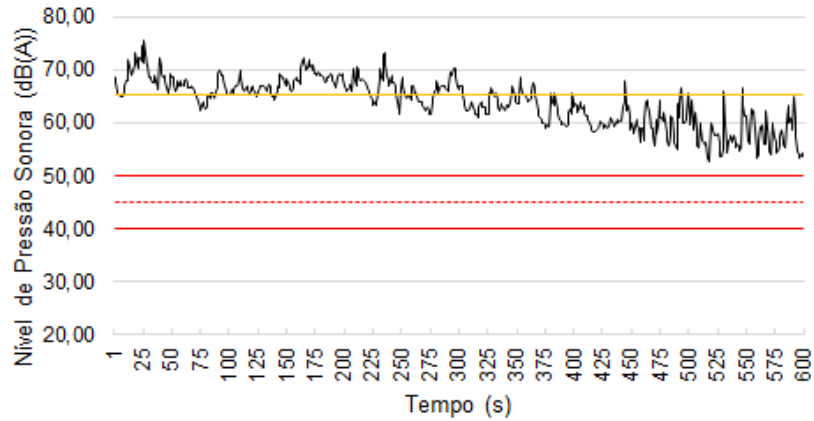
Z3

— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq

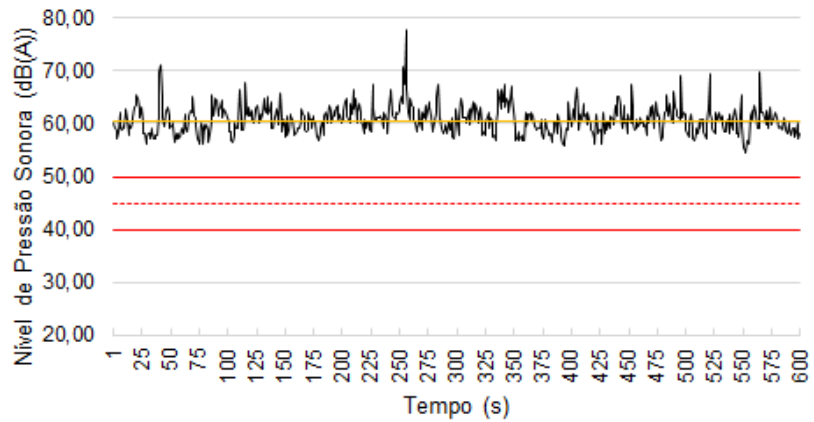
APÊNDICE K - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) da sala de integração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



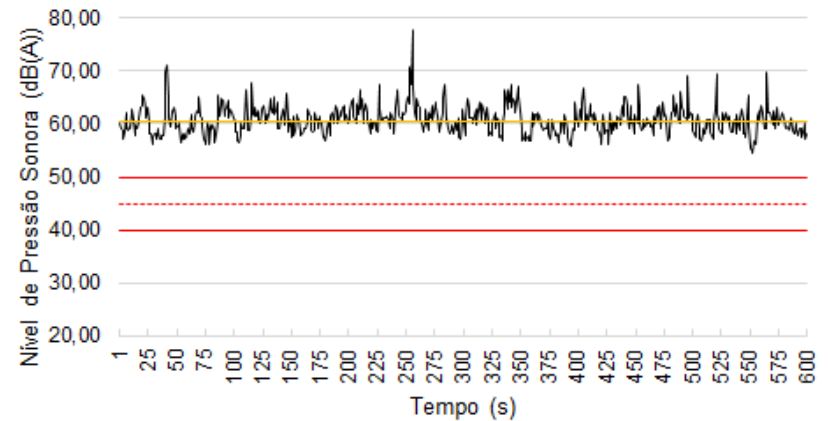
APÊNDICE L - Níveis de Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) do restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão em relação aos valores recomendados pela ABNT NBR 10152:2017.



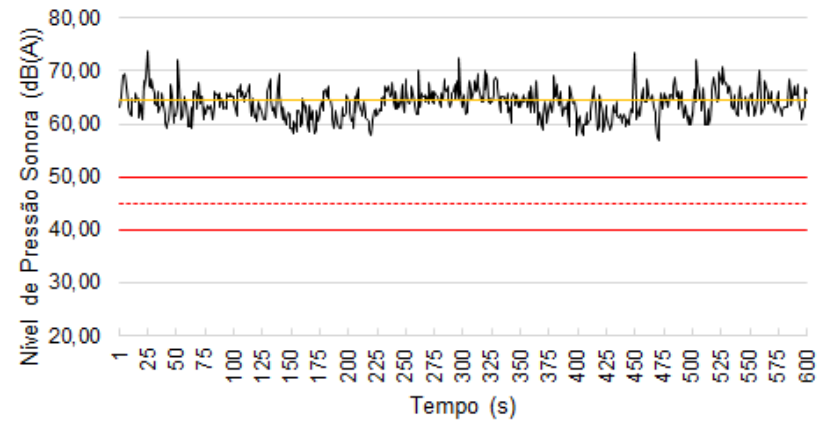
X1
— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq



Z1
— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq

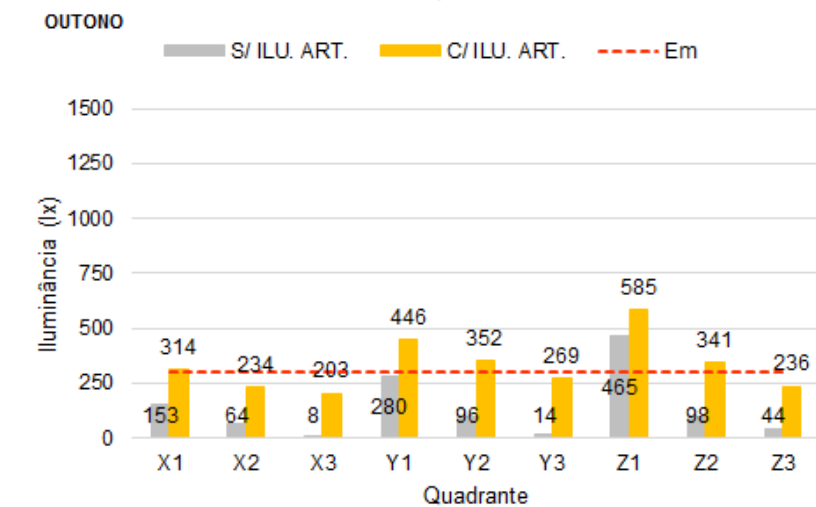
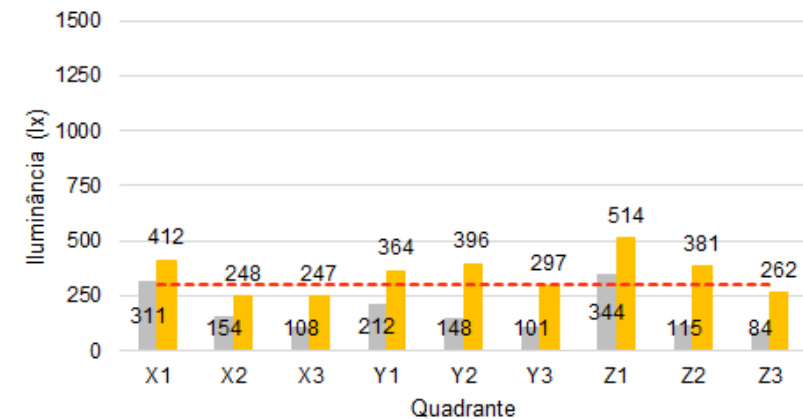
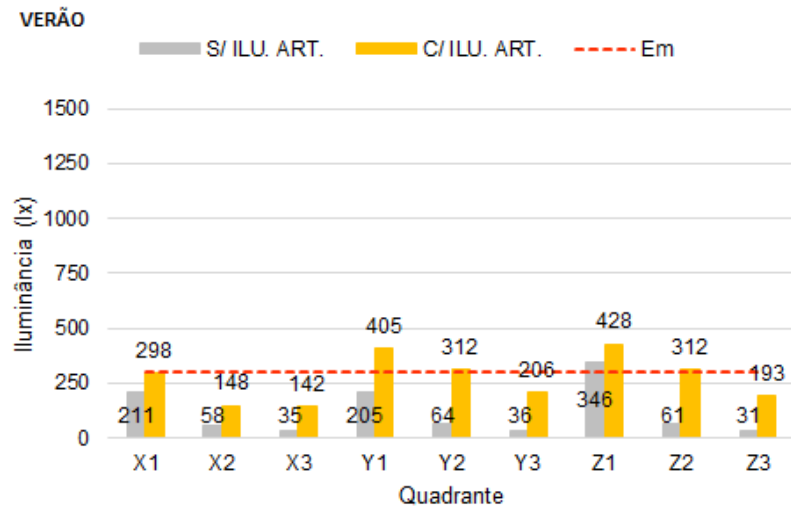
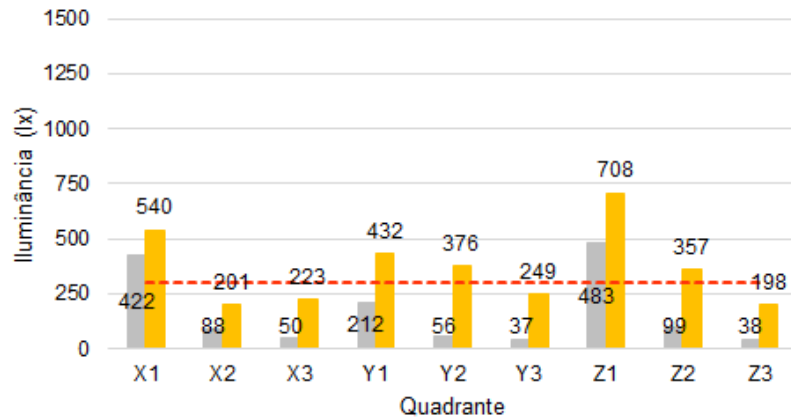


X3
— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq

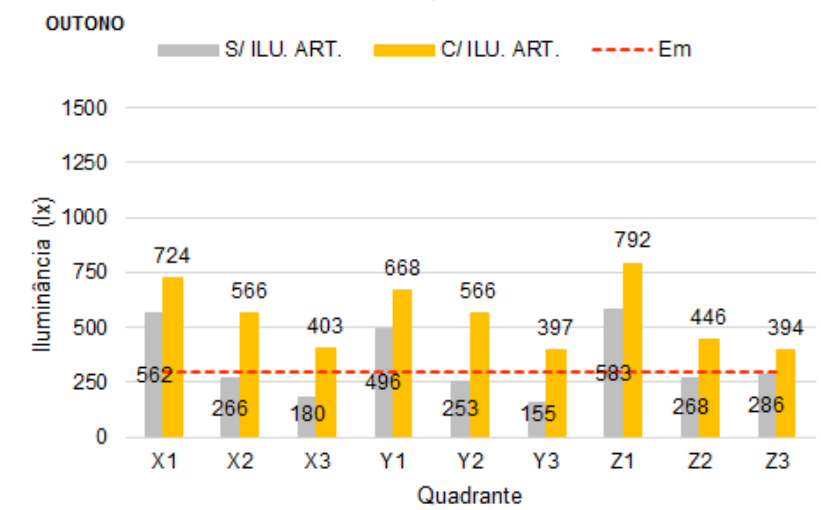
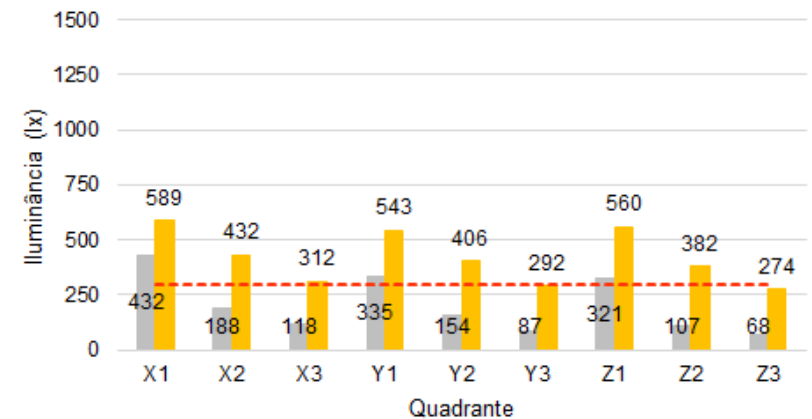
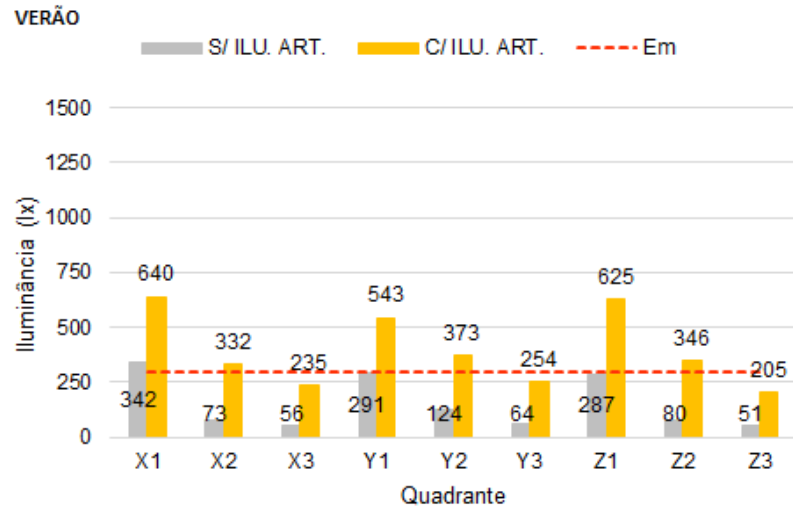
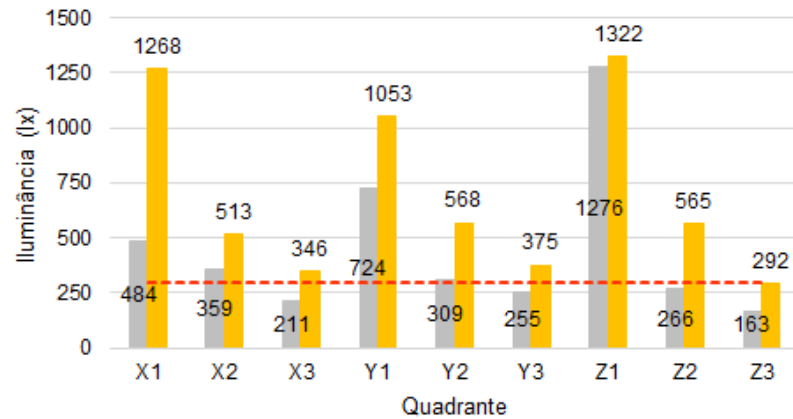


Z3
— Nível de Pressão Sonora - - - - RLAeq — LAeq

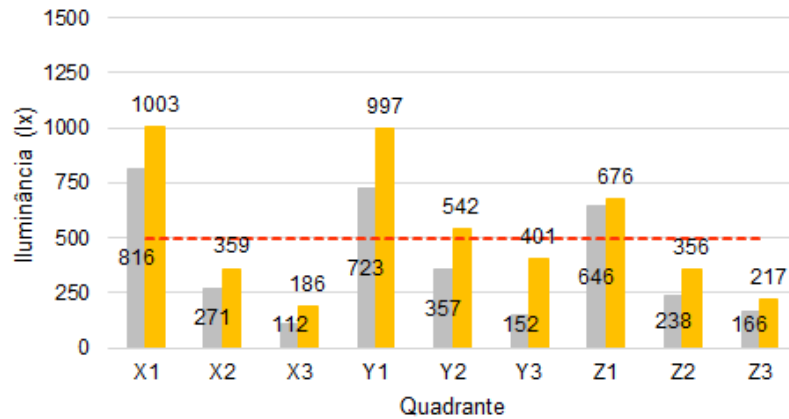
APÊNDICE M - Comparação da iluminância na sala de aula B103, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



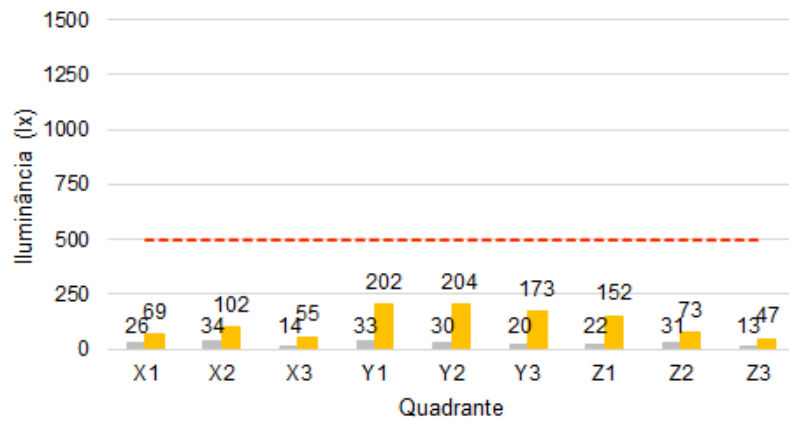
APÊNDICE N - Comparação da iluminância na sala de aula B105, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



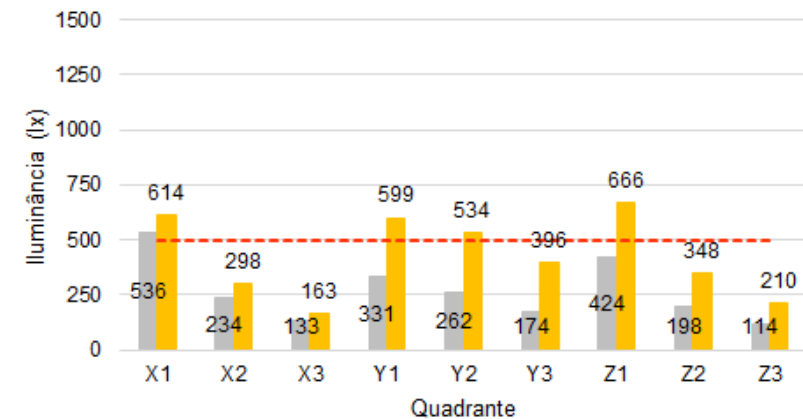
APÊNDICE O - Comparação da iluminância no laboratório C102, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



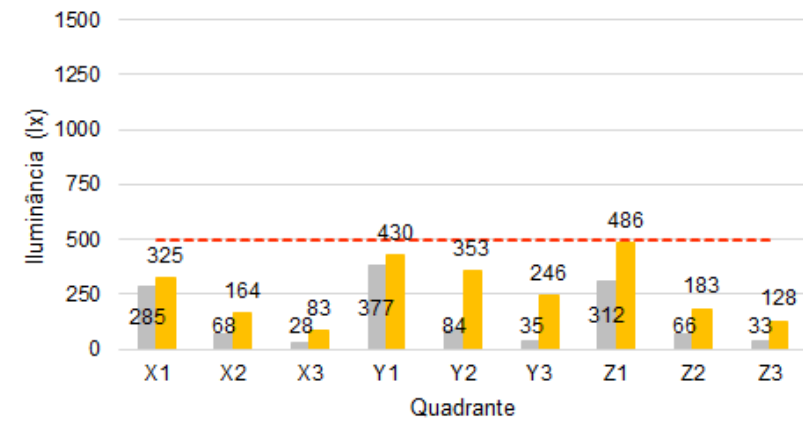
— S/ILU. ART. — C/ILU. ART. - - - Em



— S/ILU. ART. — C/ILU. ART. - - - Em

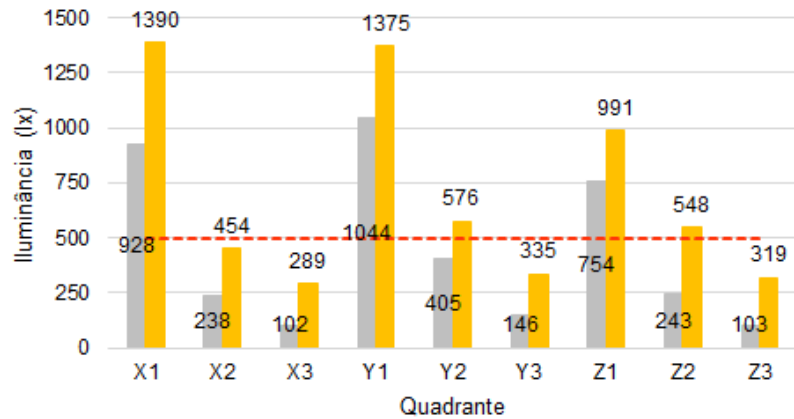


— S/ILU. ART. — C/ILU. ART. - - - Em



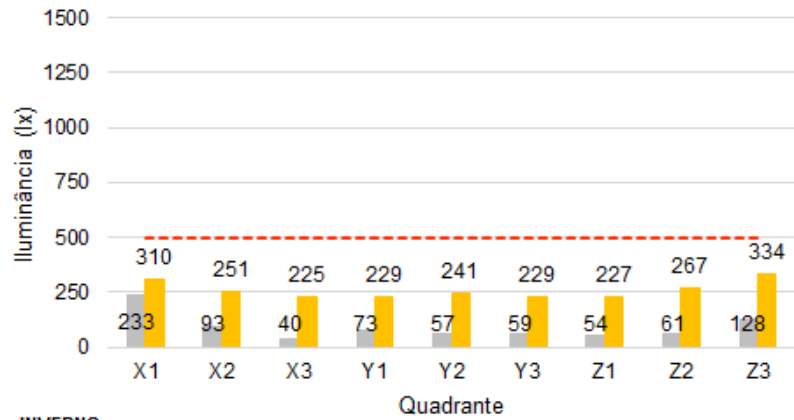
— S/ILU. ART. — C/ILU. ART. - - - Em

APÊNDICE P - Comparação da iluminância no laboratório C105, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



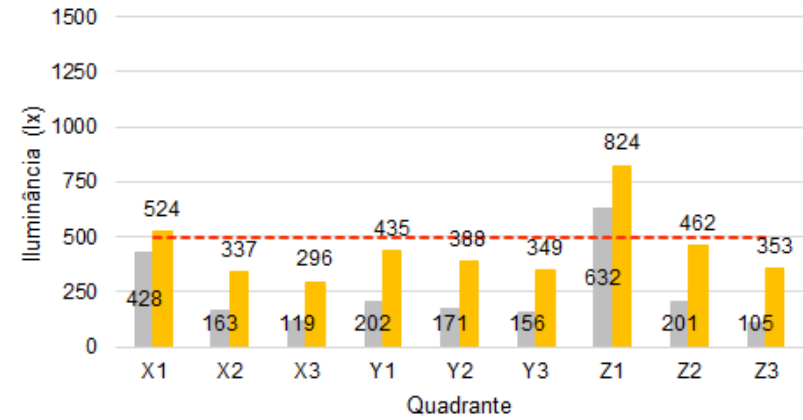
VERÃO

■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em



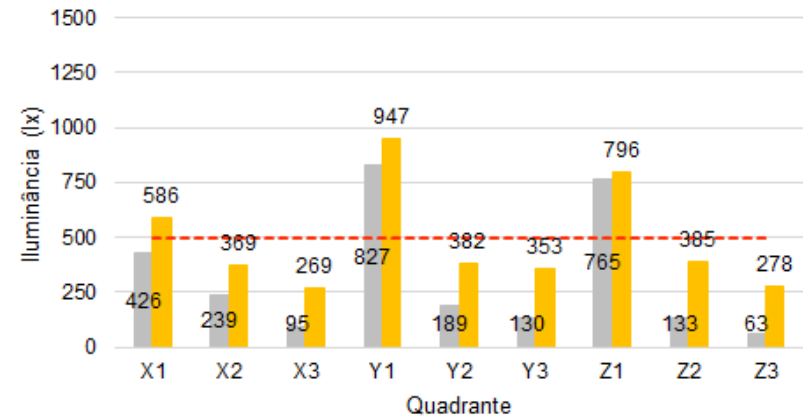
INVERNO

■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em



OUTONO

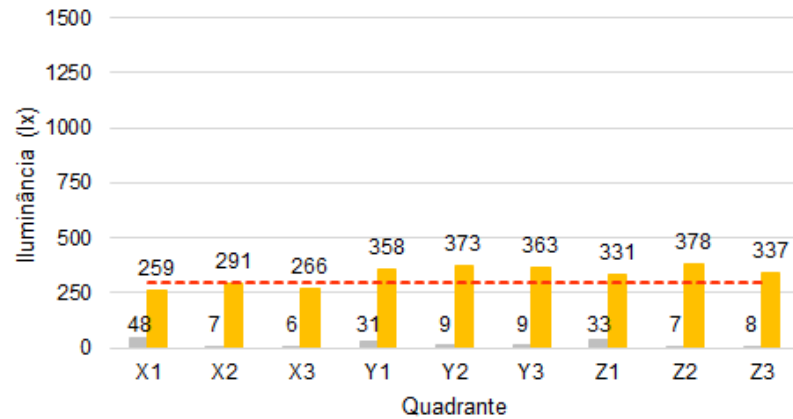
■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em



PRIMAVERA

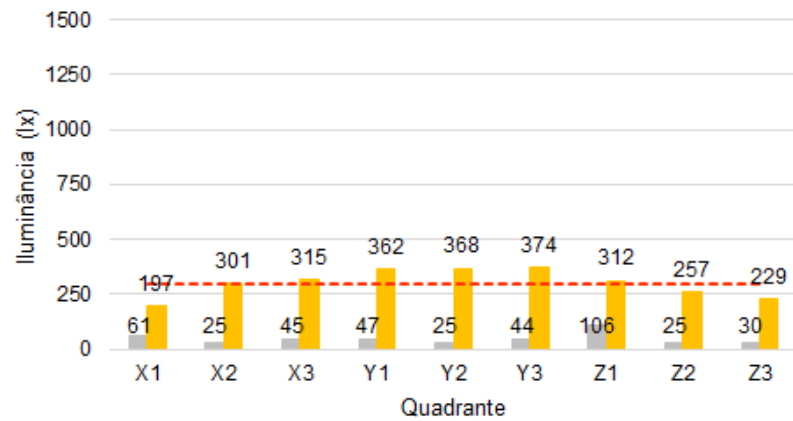
■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em

APÊNDICE Q - Comparação da iluminância na sala de aula D105, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



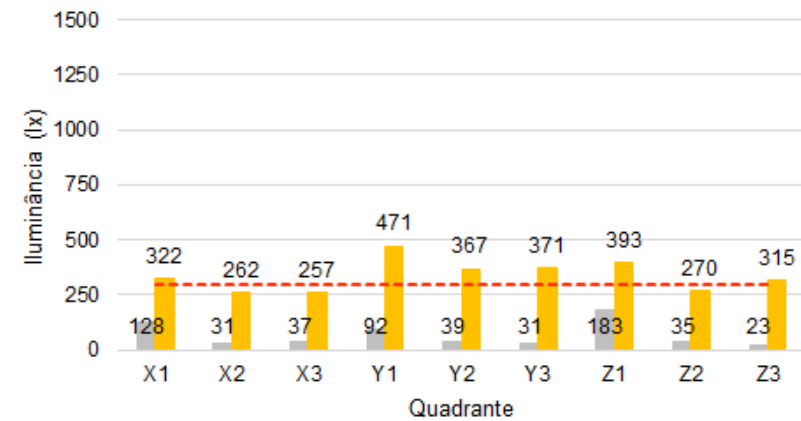
VERÃO

■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em



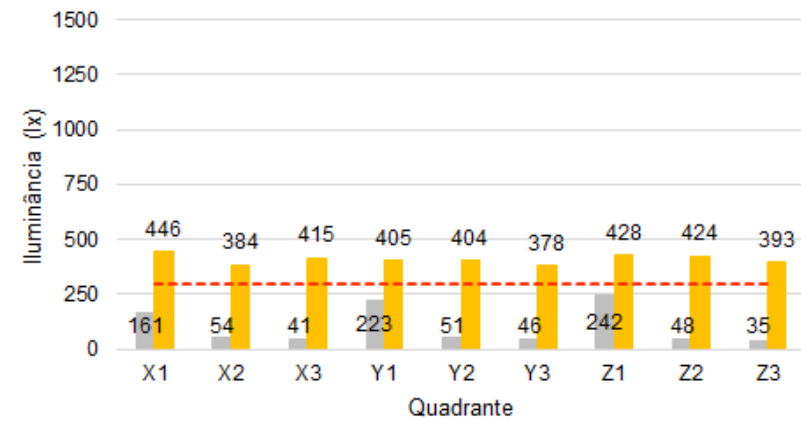
INVERNO

■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em



OUTONO

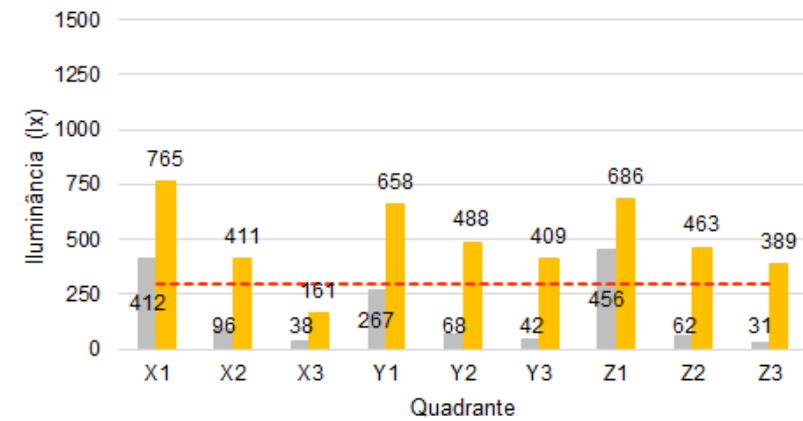
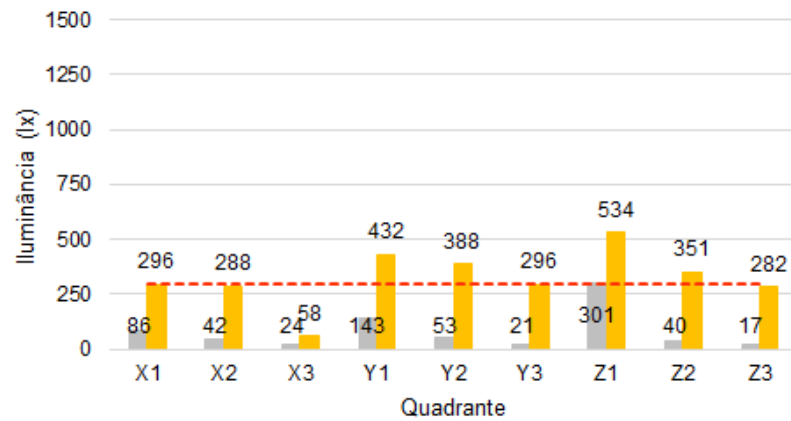
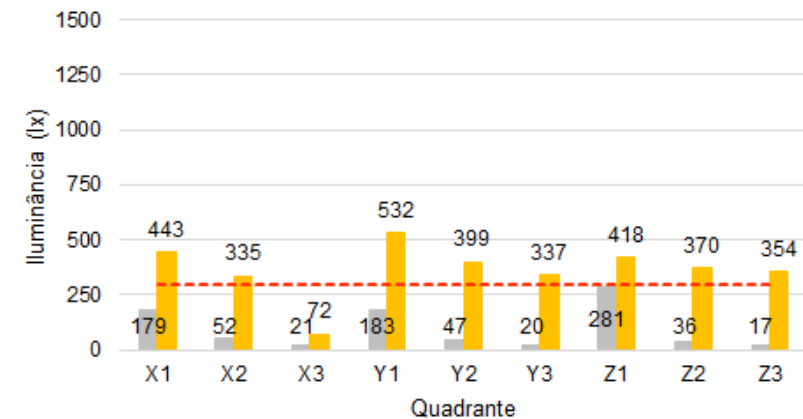
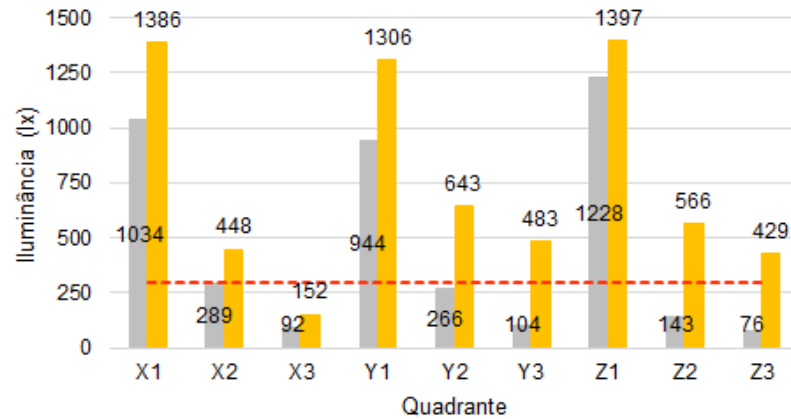
■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em



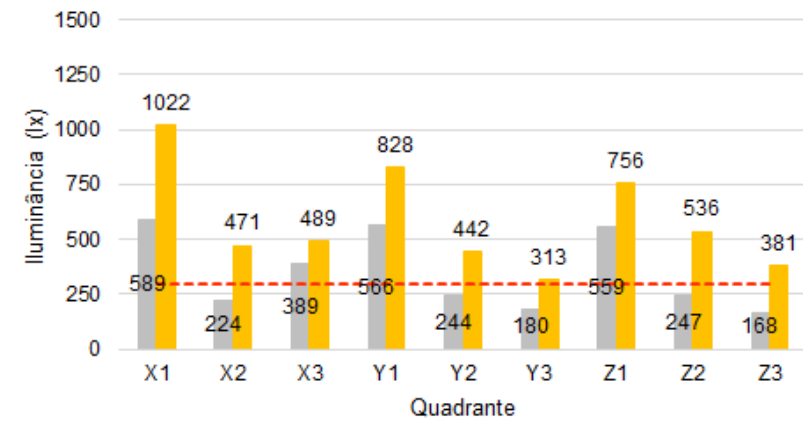
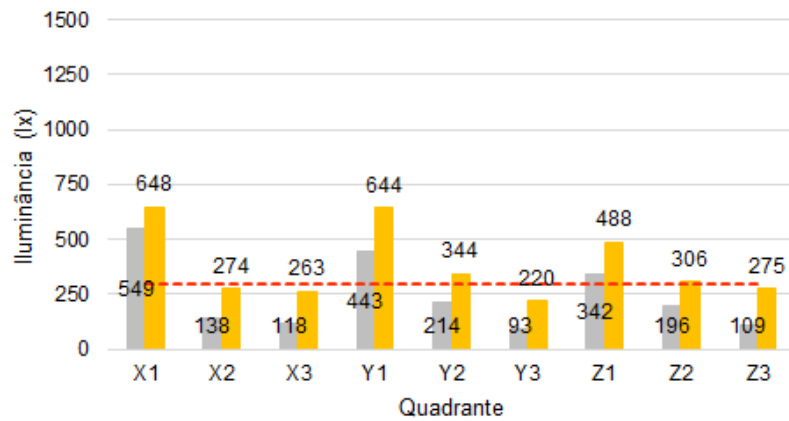
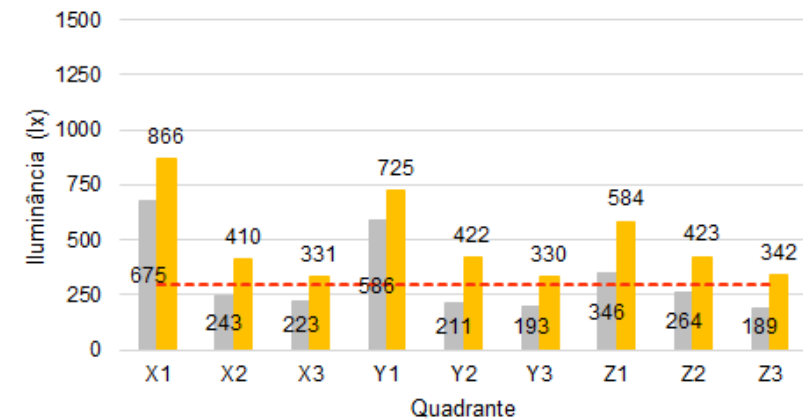
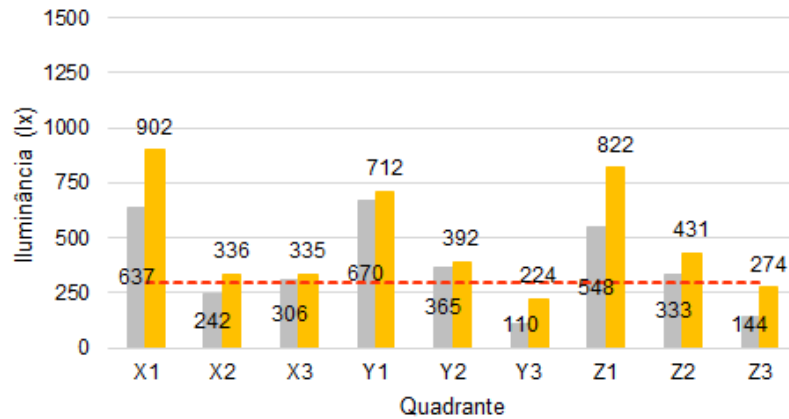
PRIMAVERA

■ S/ ILU. ART. ■ C/ ILU. ART. - - - Em

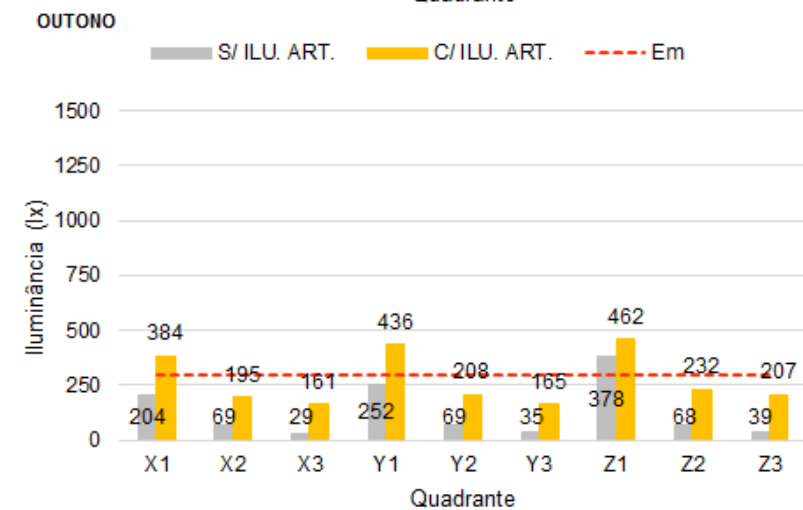
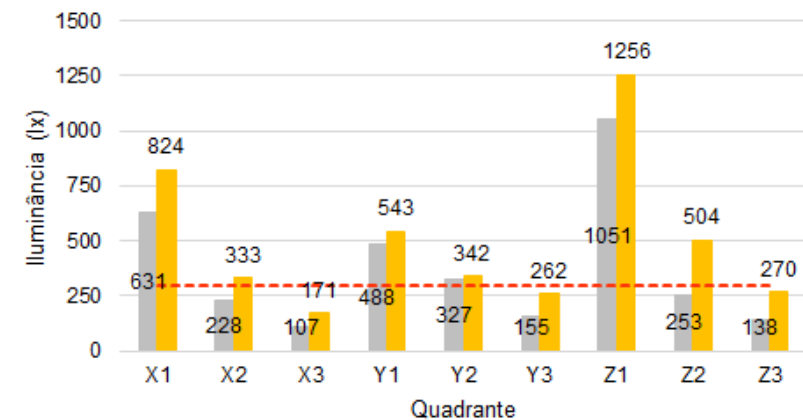
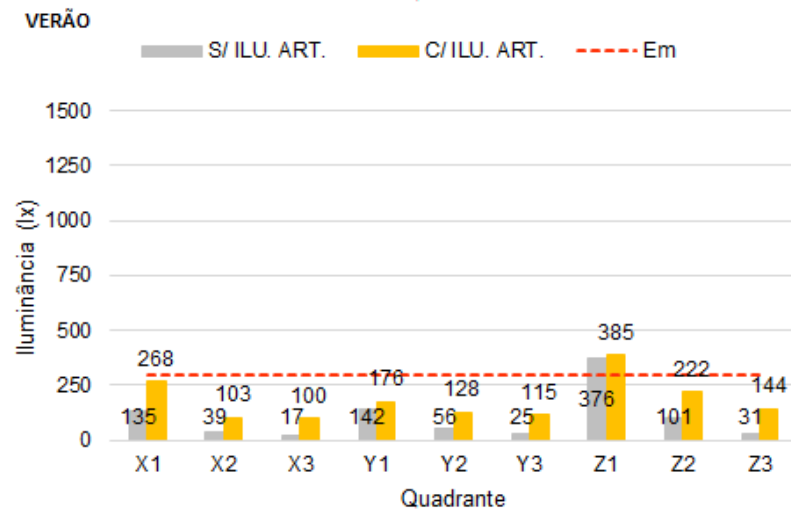
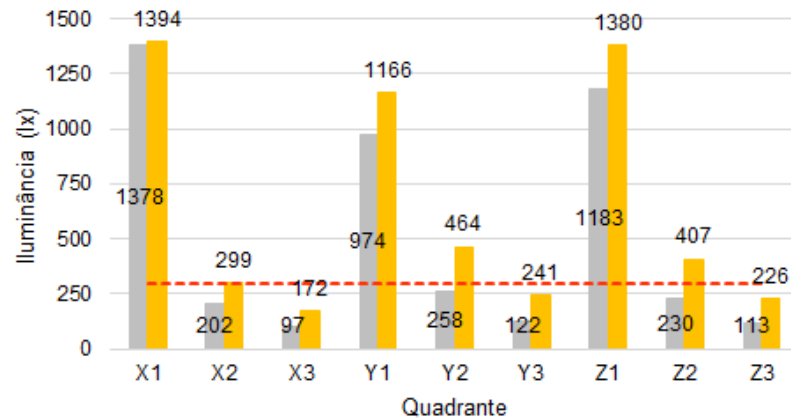
APÊNDICE R - Comparação da iluminância na sala de aula D108, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



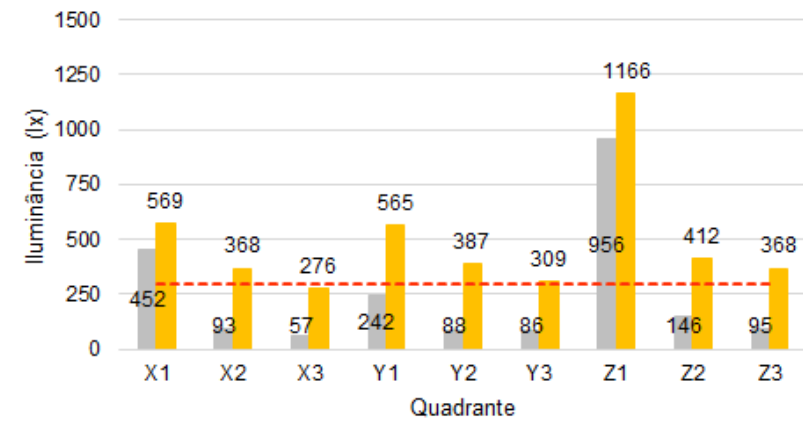
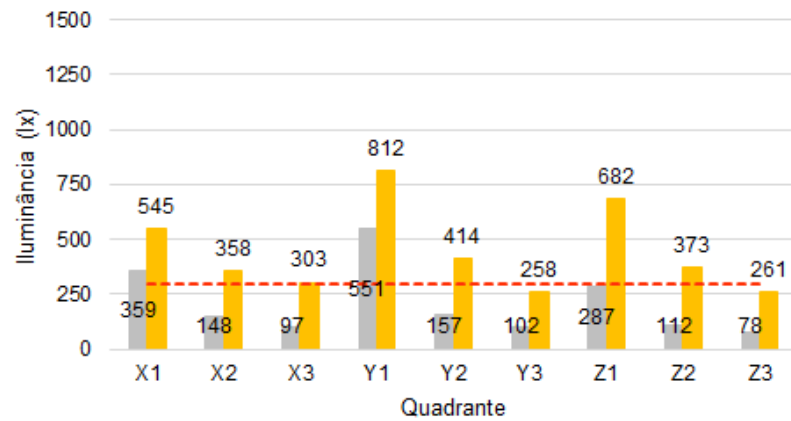
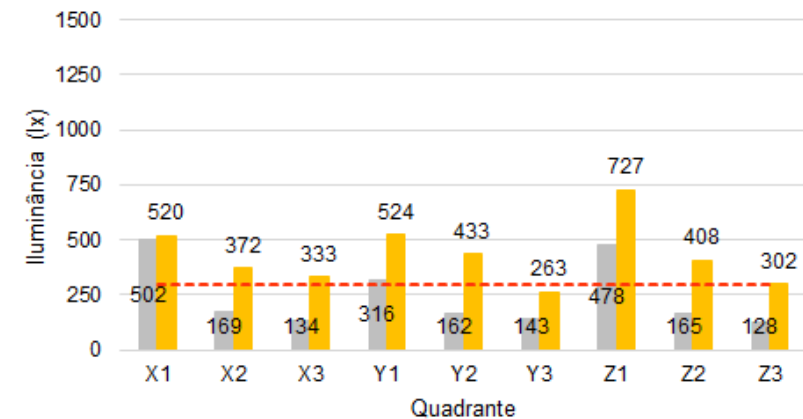
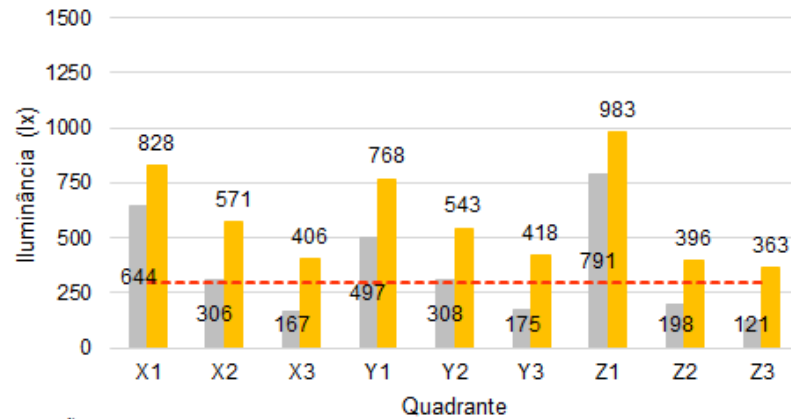
APÊNDICE S - Comparação da iluminância na sala de aula F105, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



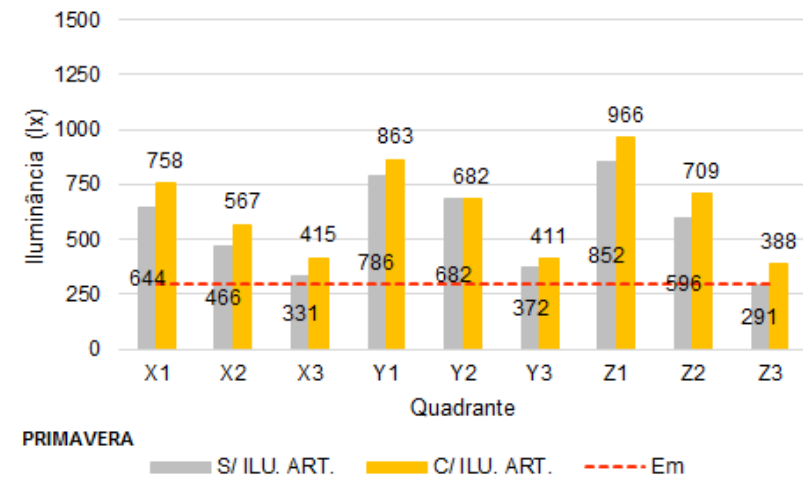
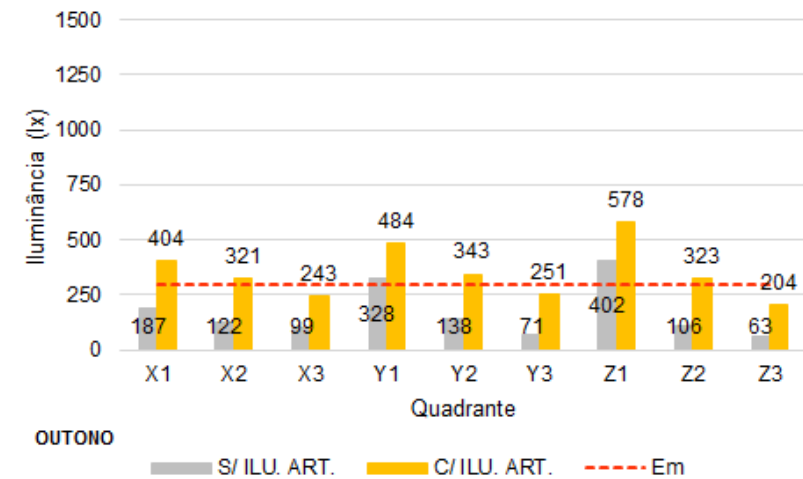
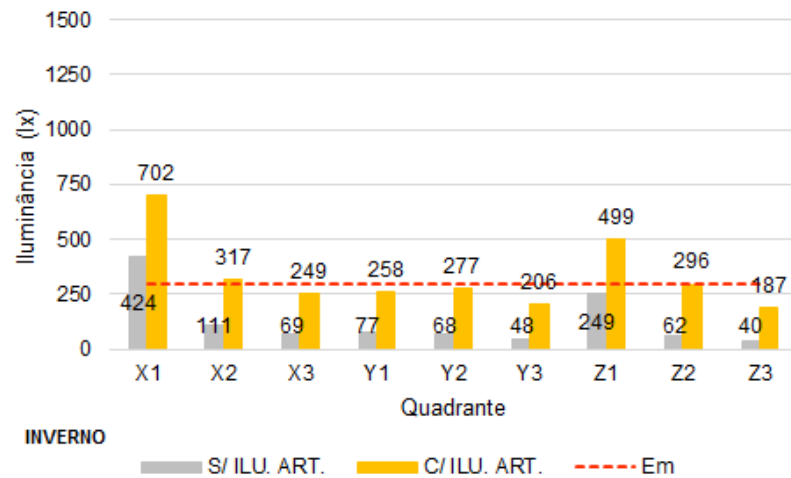
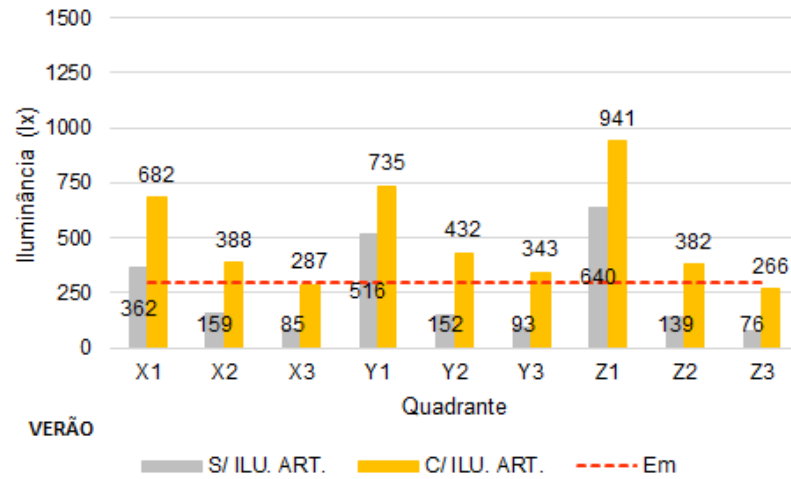
APÊNDICE T - Comparação da iluminância na sala de aula F110, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



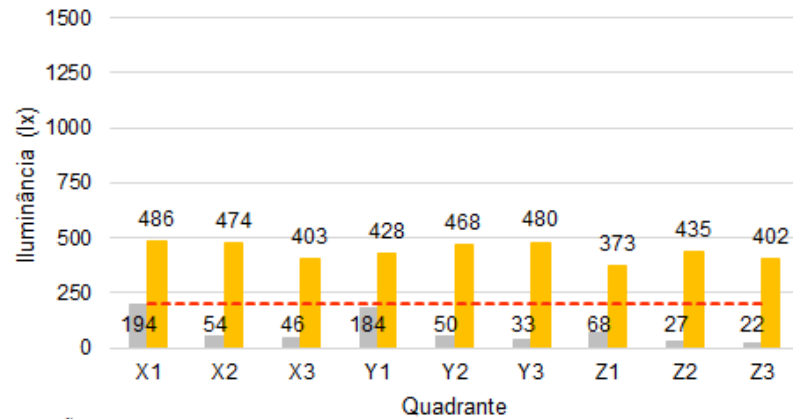
APÊNDICE U - Comparação da iluminância na sala de aula G102, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



APÊNDICE V - Comparação da iluminância na sala de aula G104, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

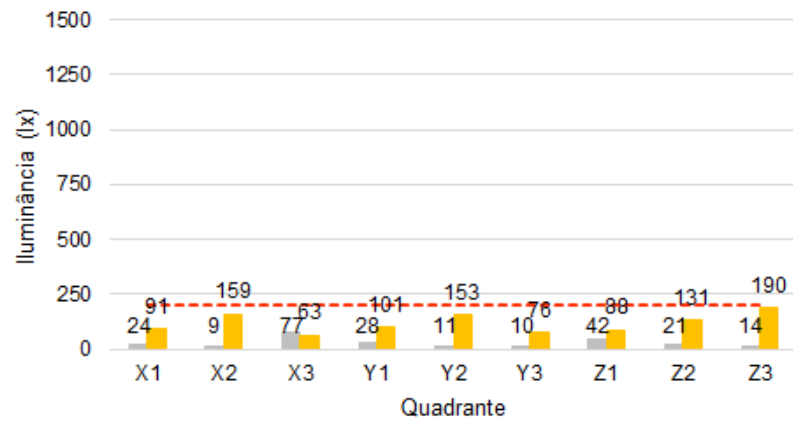


APÊNDICE W - Comparação da iluminância na sala de integração, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



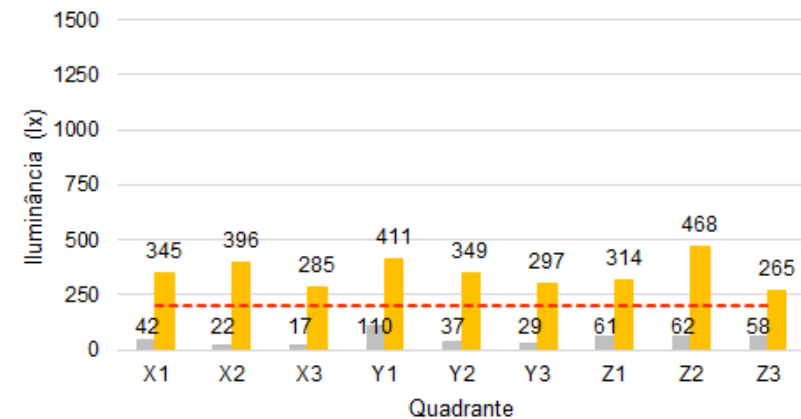
VERÃO

■ S/ILU. ART. ■ C/ILU. ART. - - - Em



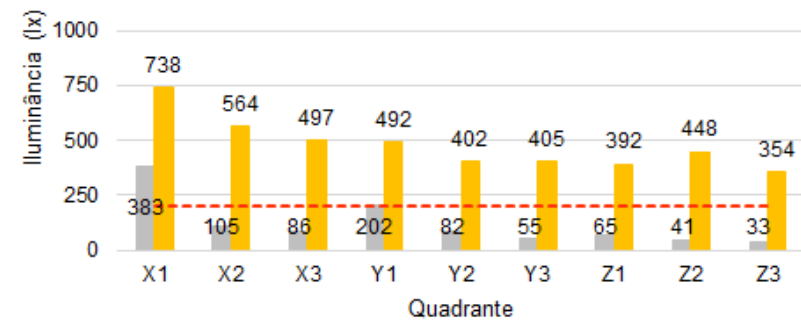
INVERNO

■ S/ILU. ART. ■ C/ILU. ART. - - - Em



OUTONO

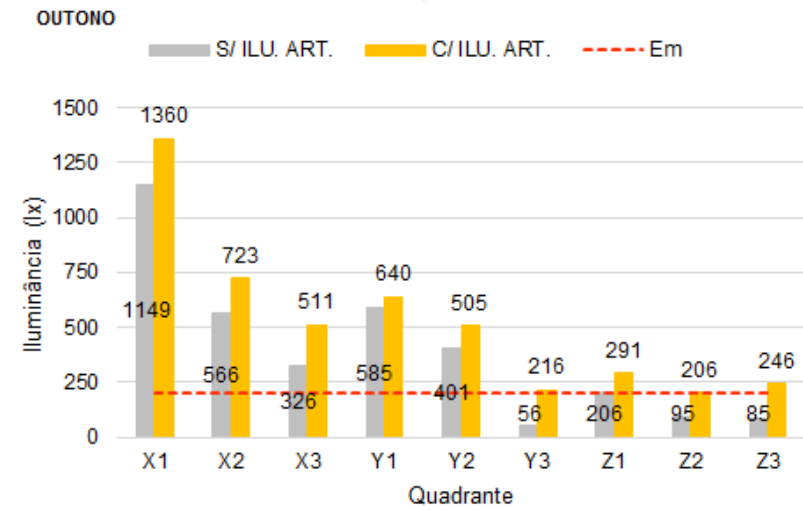
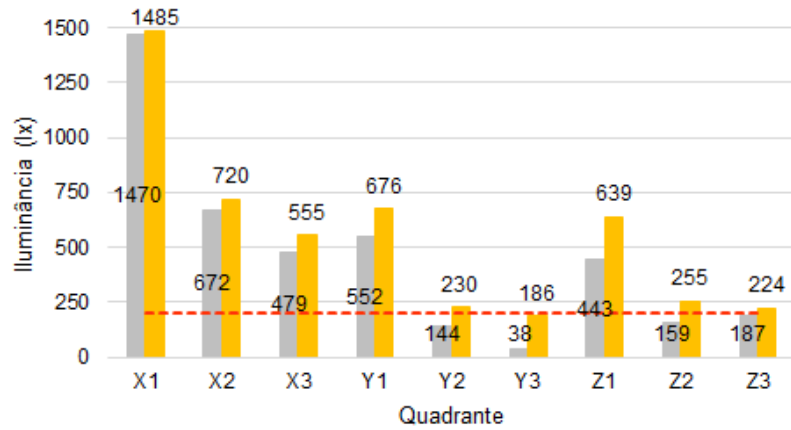
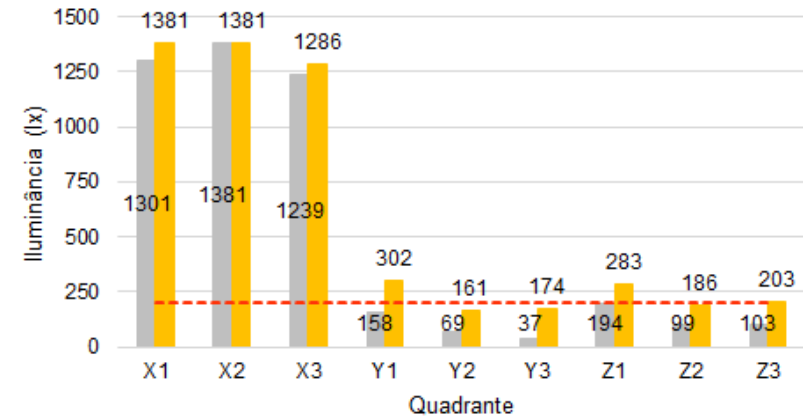
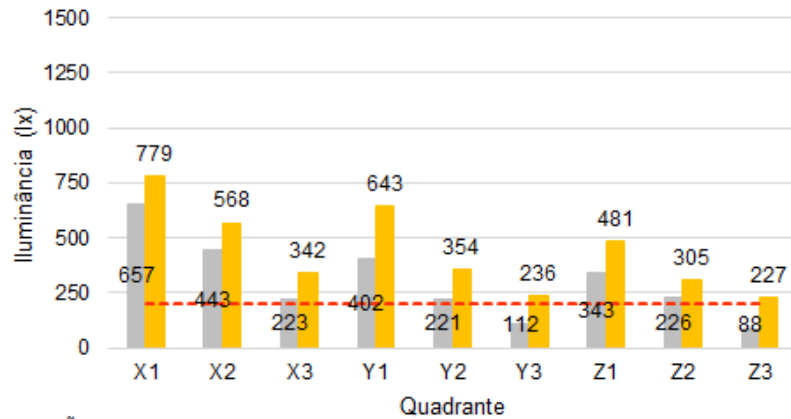
■ S/ILU. ART. ■ C/ILU. ART. - - - Em



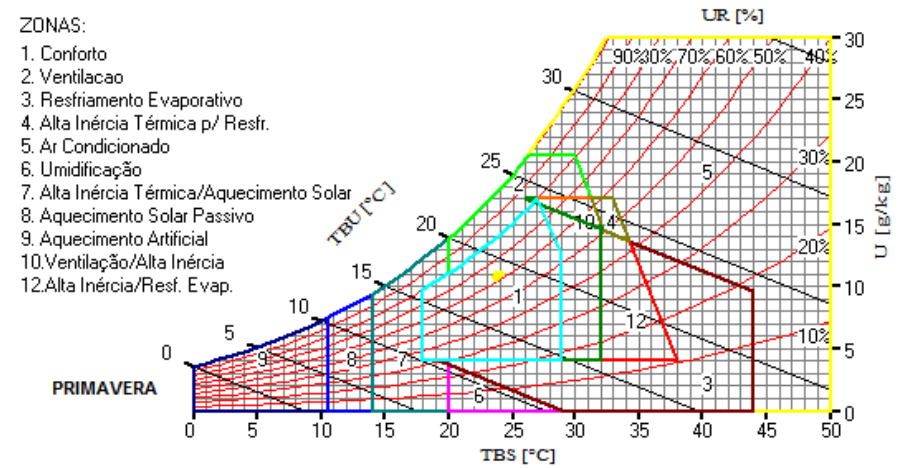
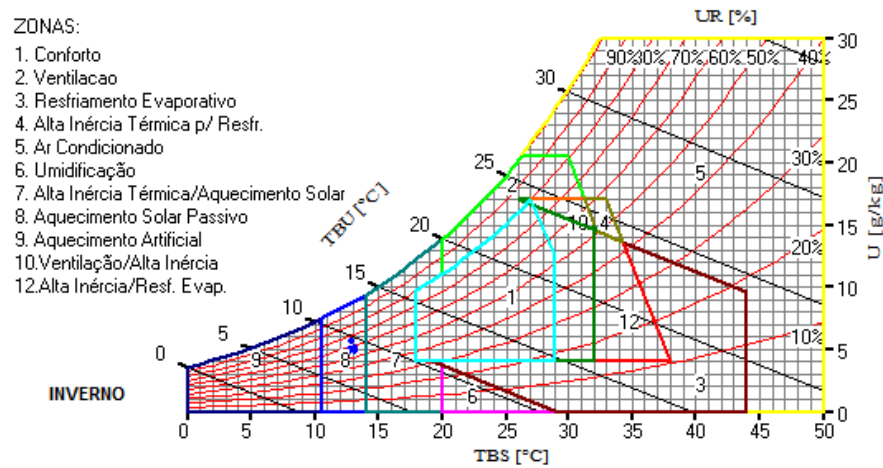
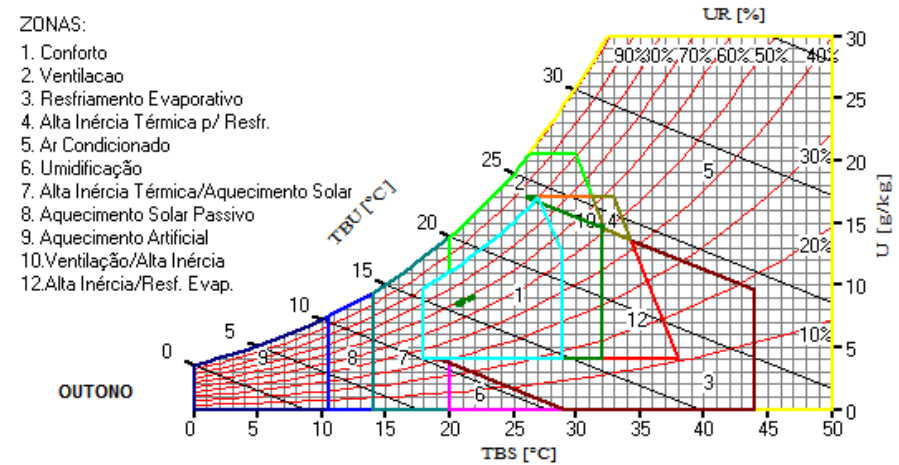
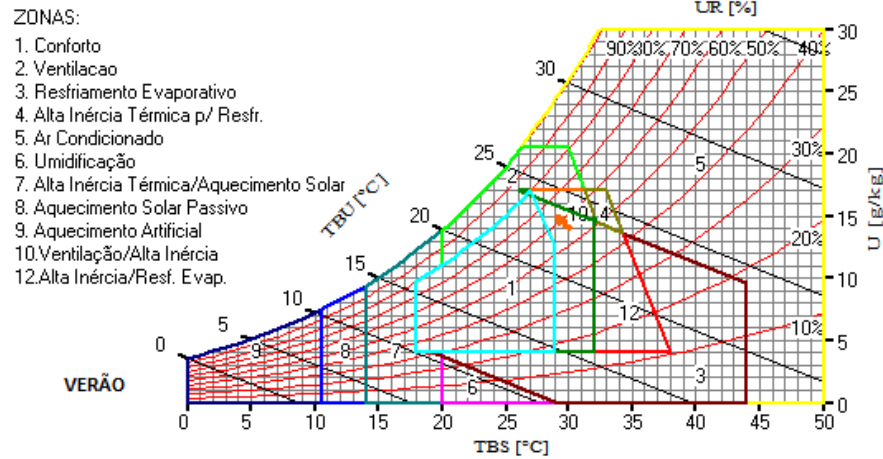
PRIMAVERA

■ S/ILU. ART. ■ C/ILU. ART. - - - Em

APÊNDICE X - Comparação da iluminância no restaurante universitário, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, entre a iluminação natural e iluminação artificial com valor estipulado pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.



APÊNDICE Y - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula B103 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

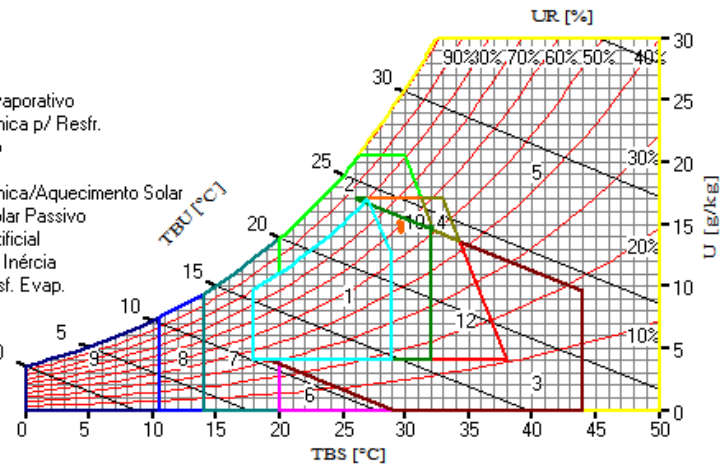


APÊNDICE Z - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula B105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

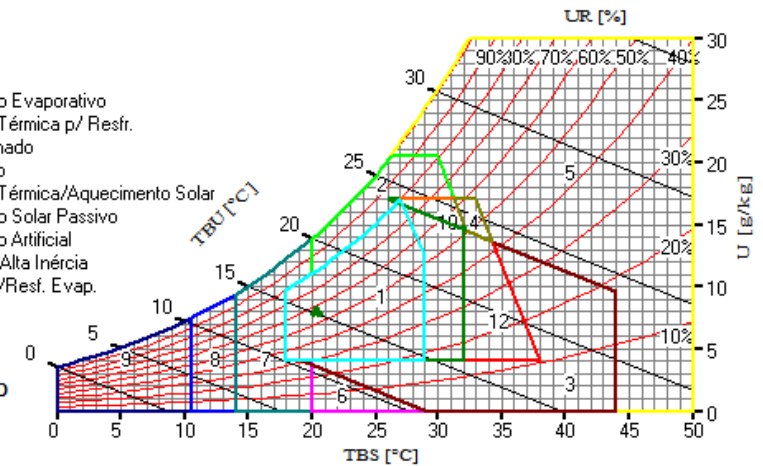
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

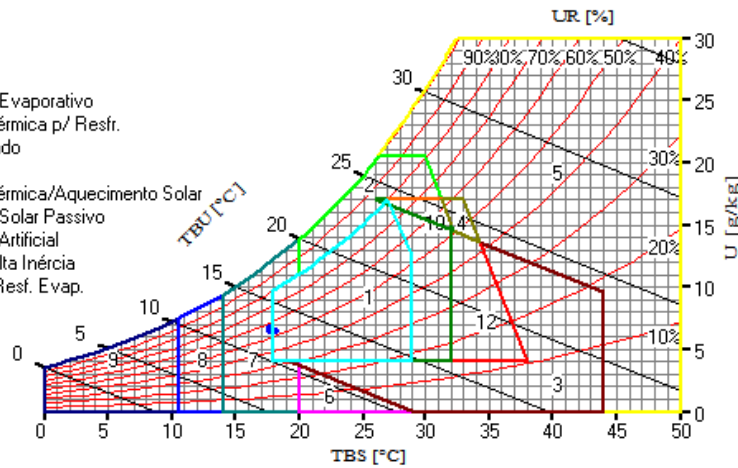
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

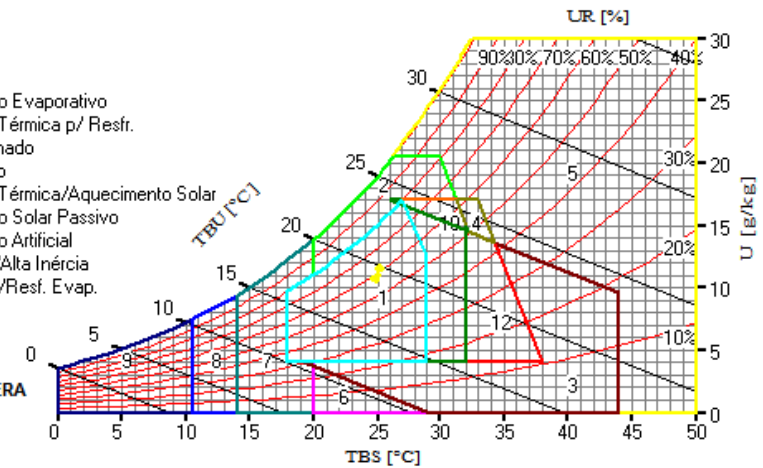
INVERNO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

PRIMAVERA

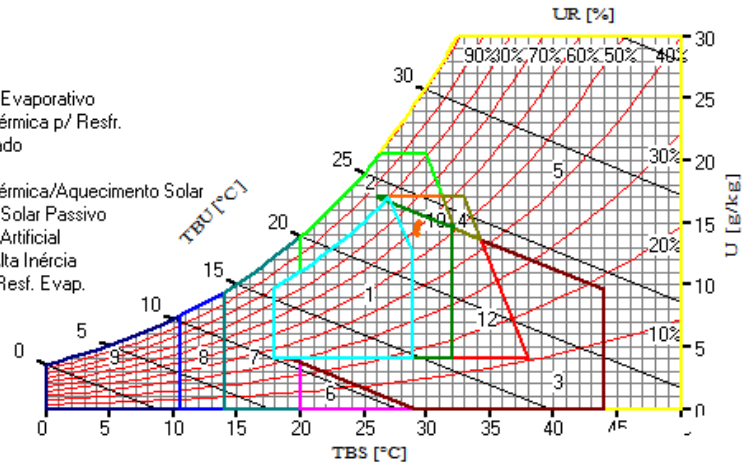


APÊNDICE AA - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do laboratório C102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

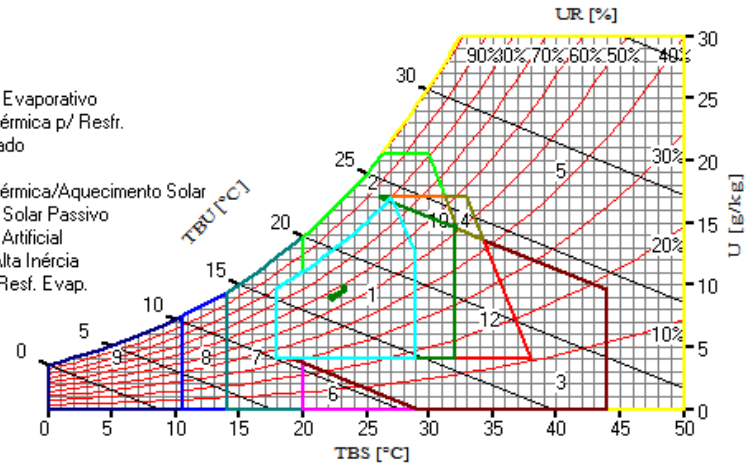
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

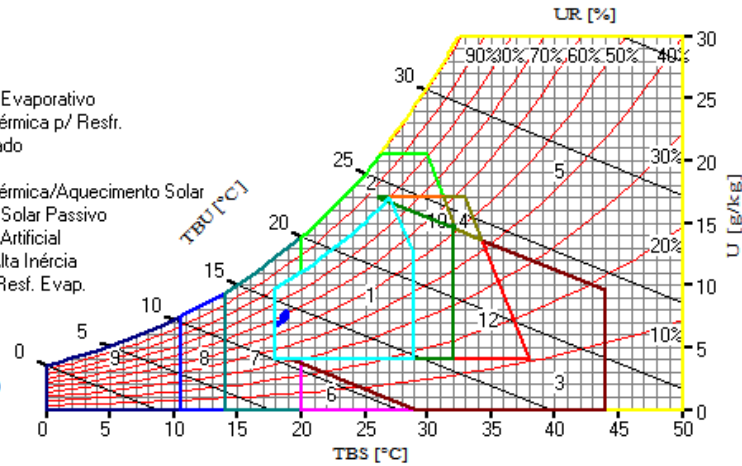
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

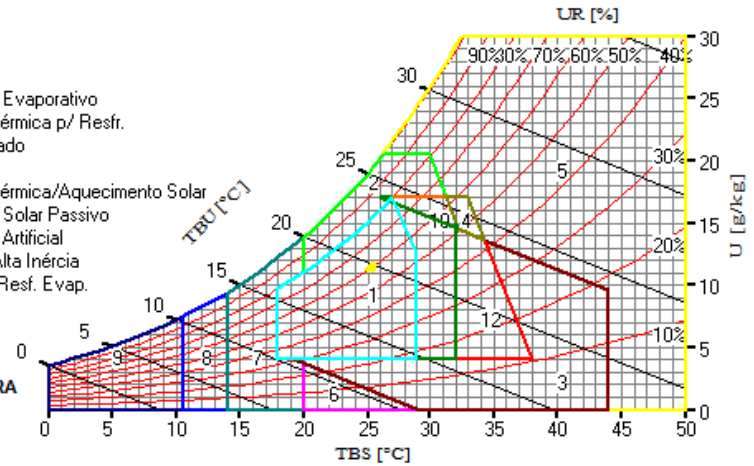
INVERNO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

PRIMAVERA

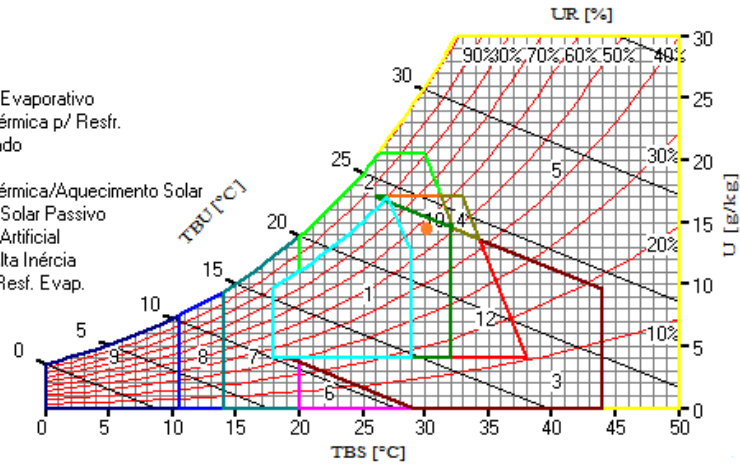


APÊNDICE AB - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do laboratório C105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

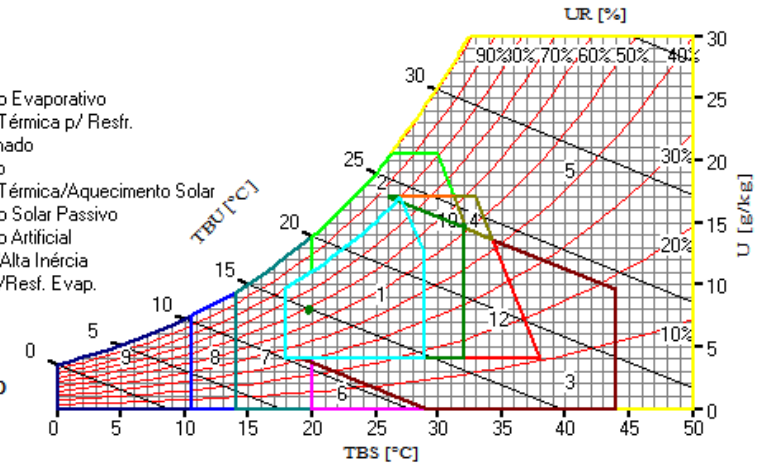
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

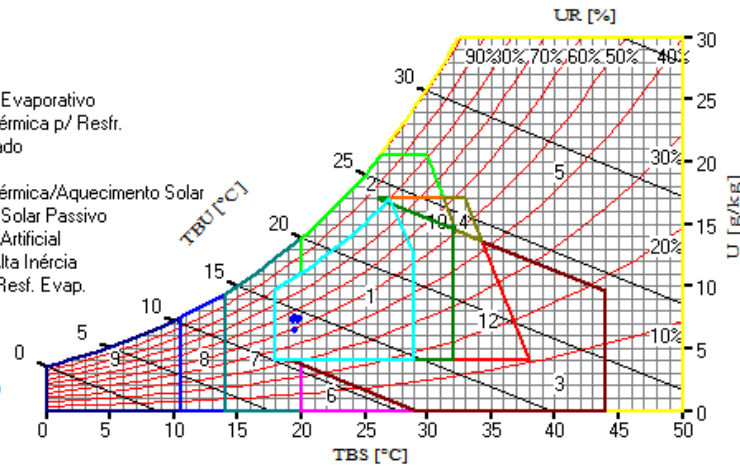
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

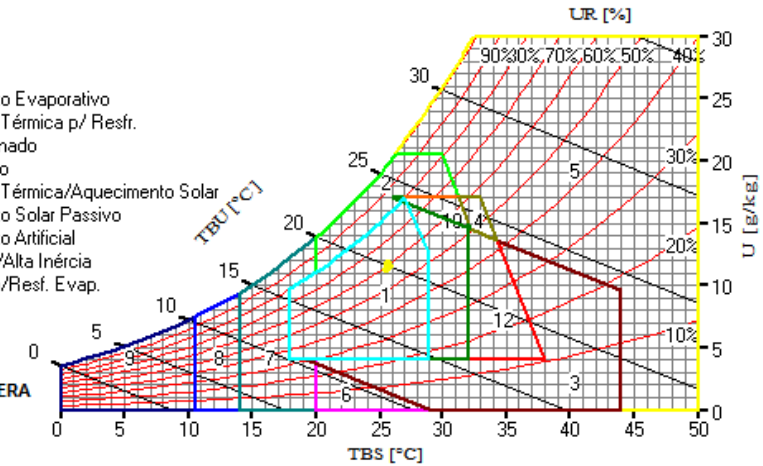
INVERNO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

PRIMAVERA

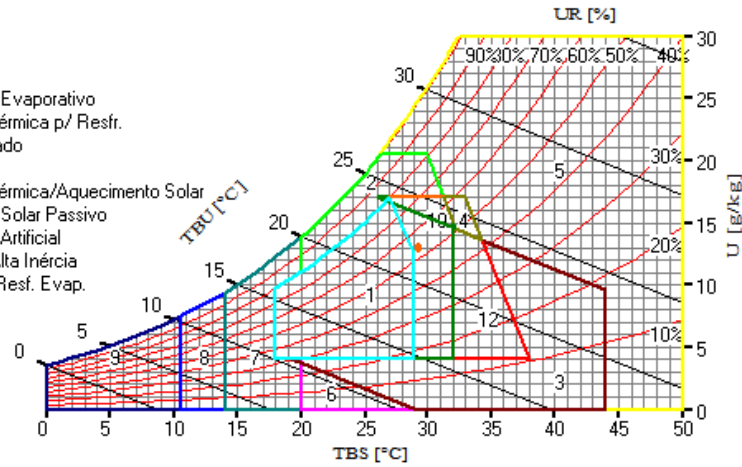


APÊNDICE AC - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula D105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

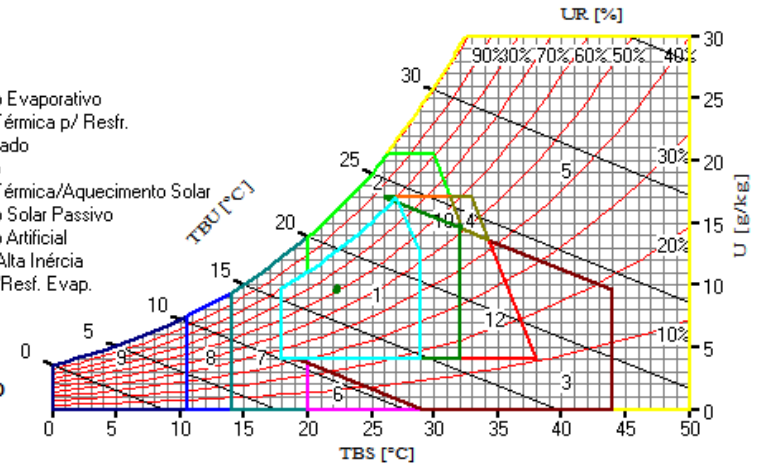
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

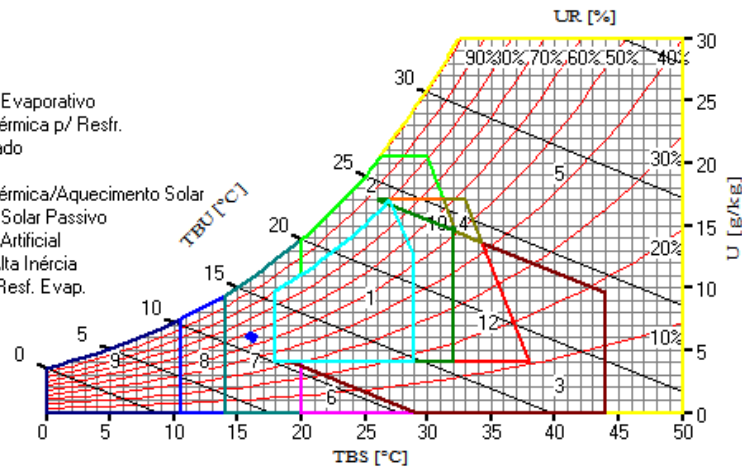
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

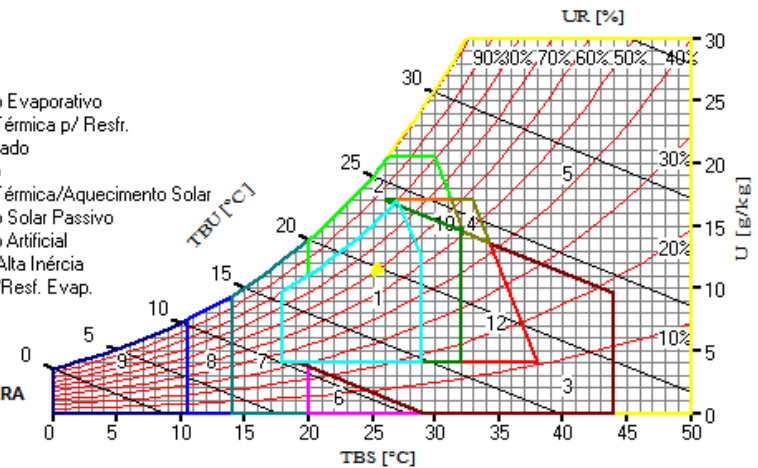
INVERNO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

PRIMAVERA

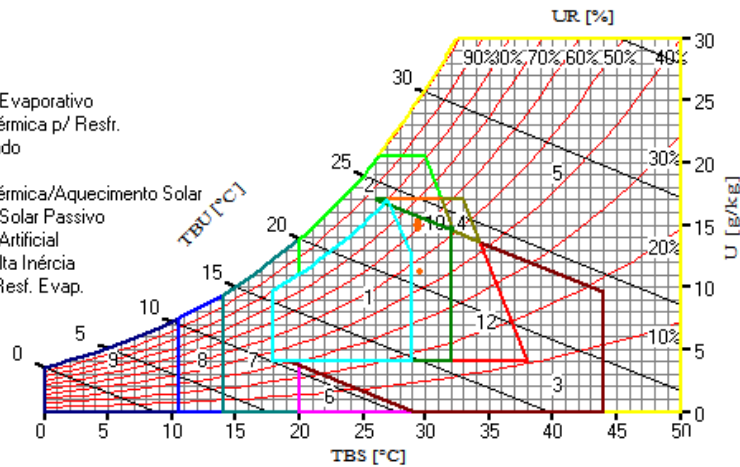


APÊNDICE AD - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula D108 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

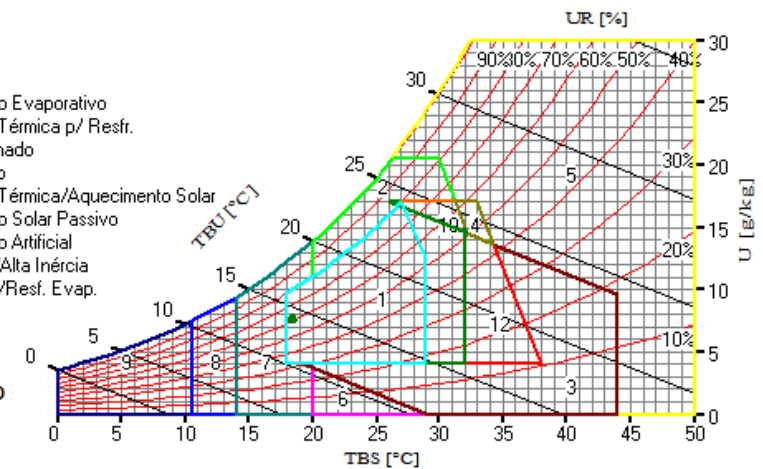
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

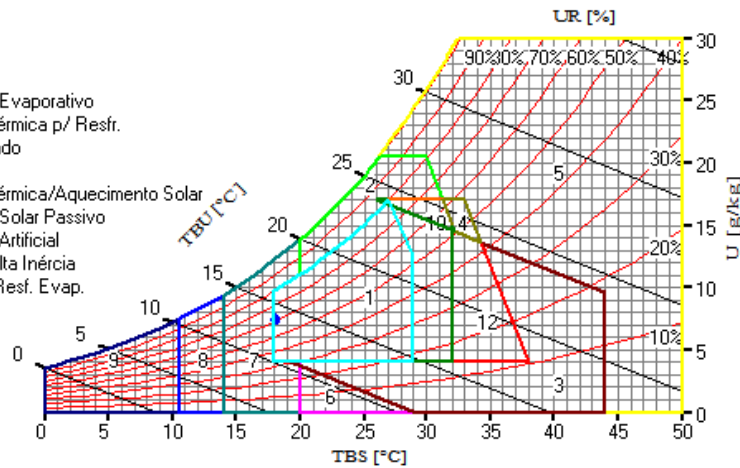
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

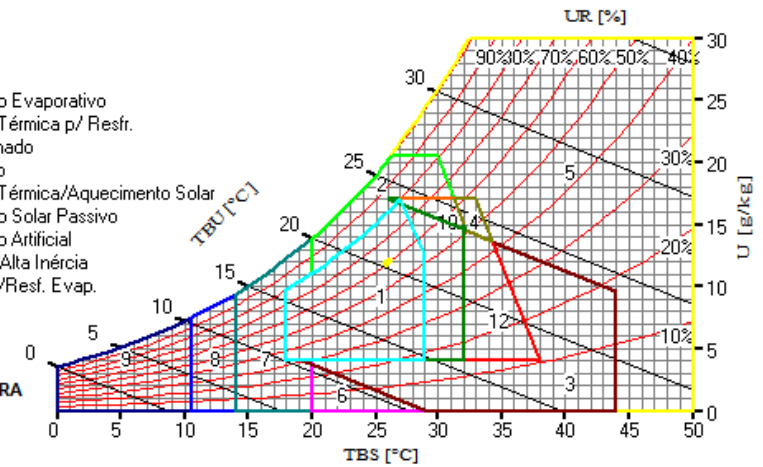
INVERNO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

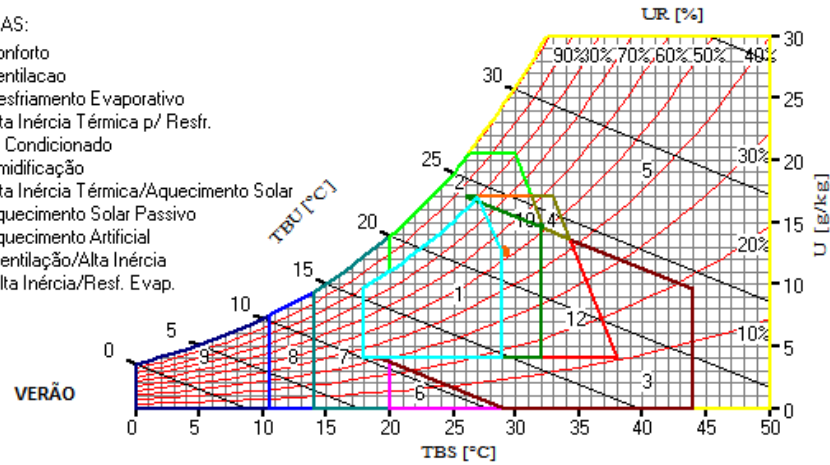
PRIMAVERA



APÊNDICE AE - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula F105 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

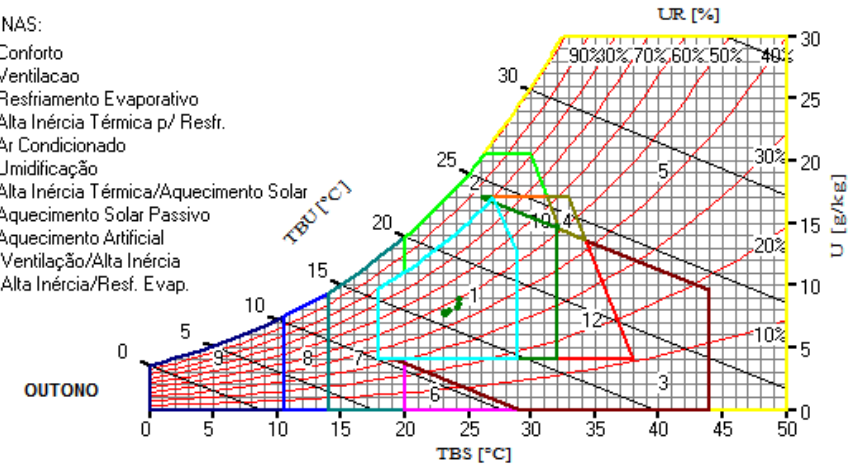
ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.



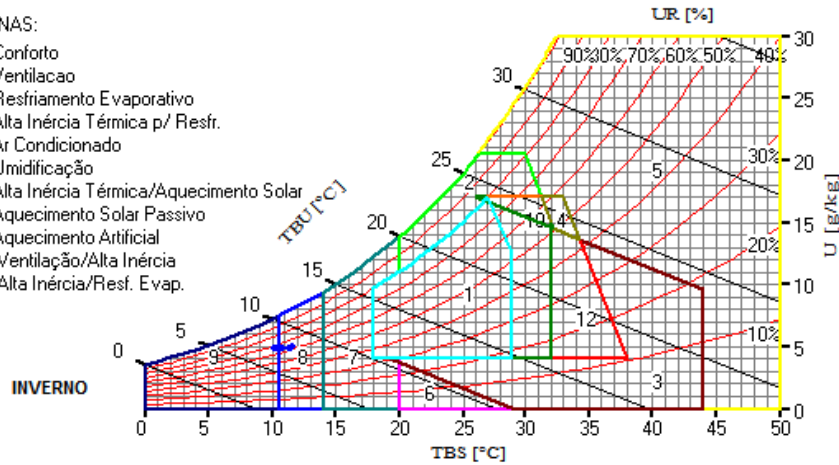
ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.



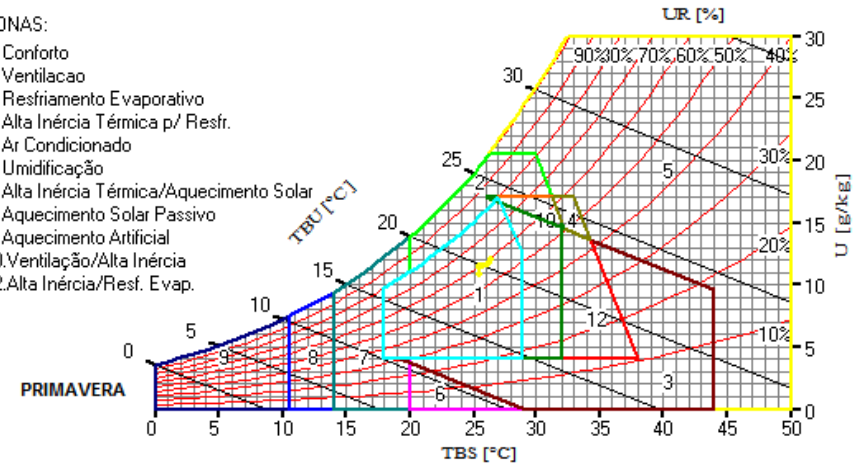
ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

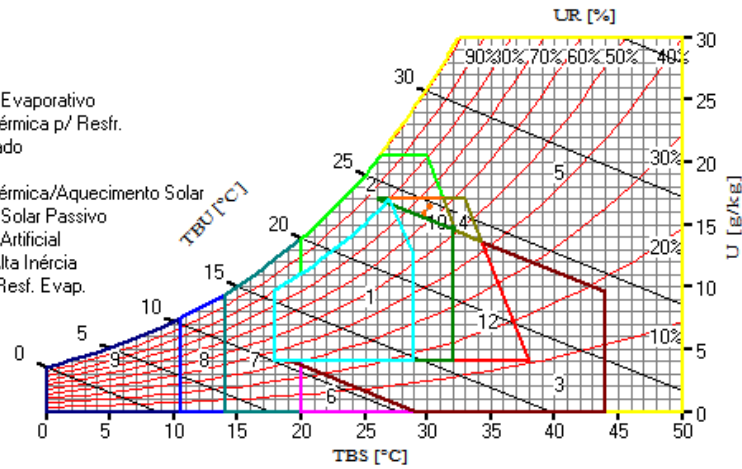


APÊNDICE AF - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula F110 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

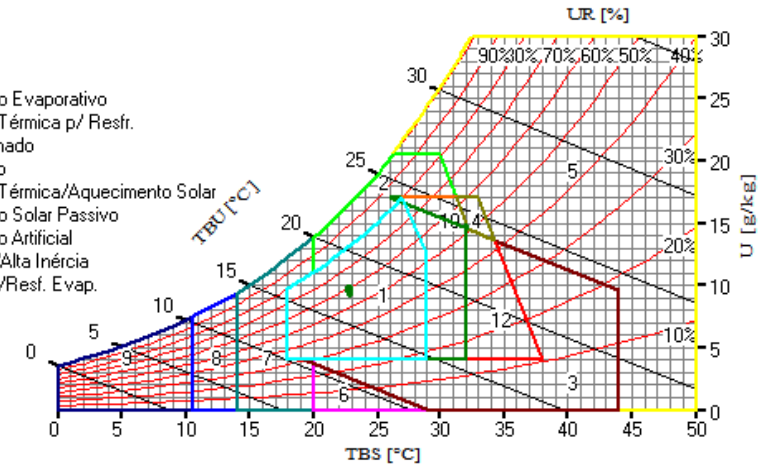
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

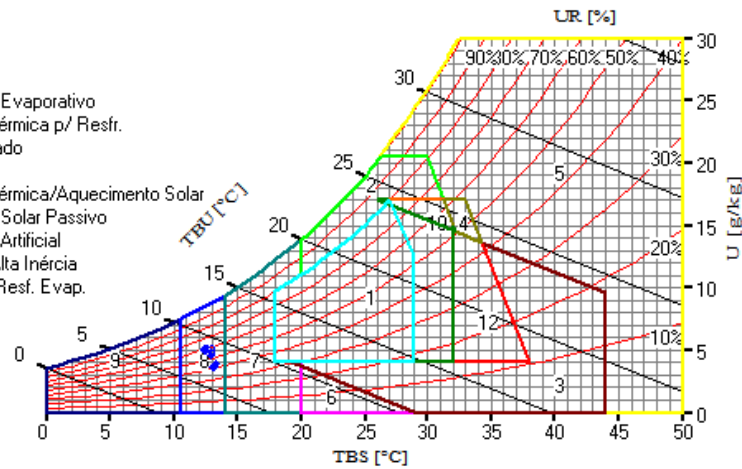
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

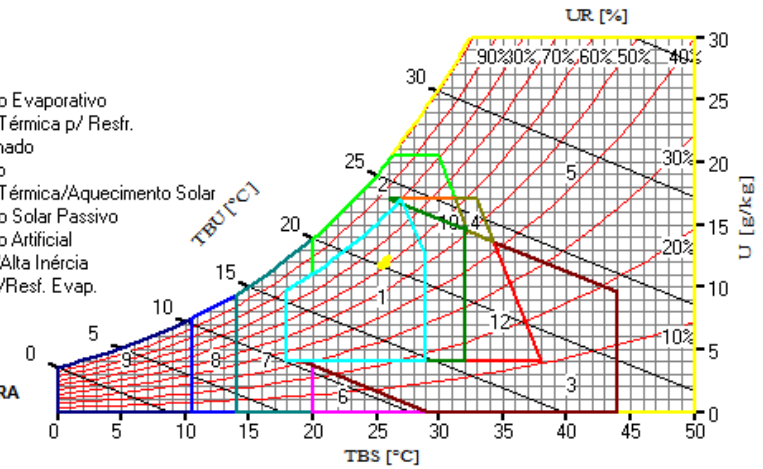
INVERNO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

PRIMAVERA

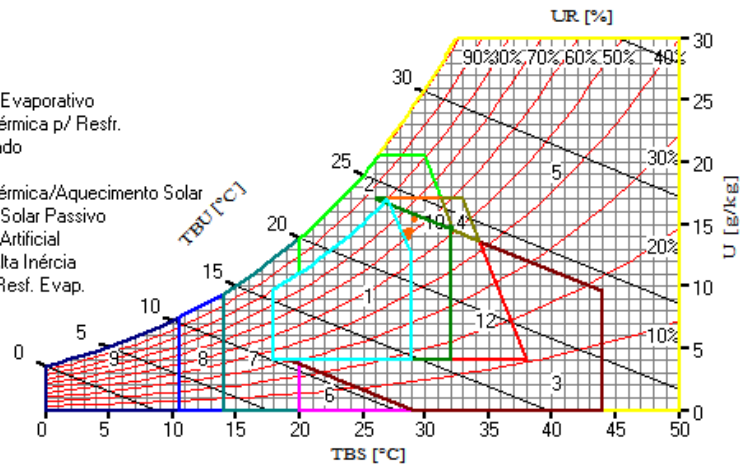


APÊNDICE AG - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula G102 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

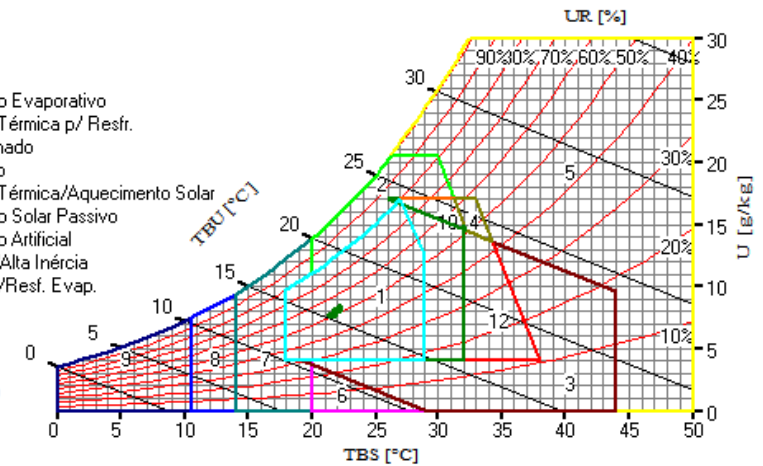
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

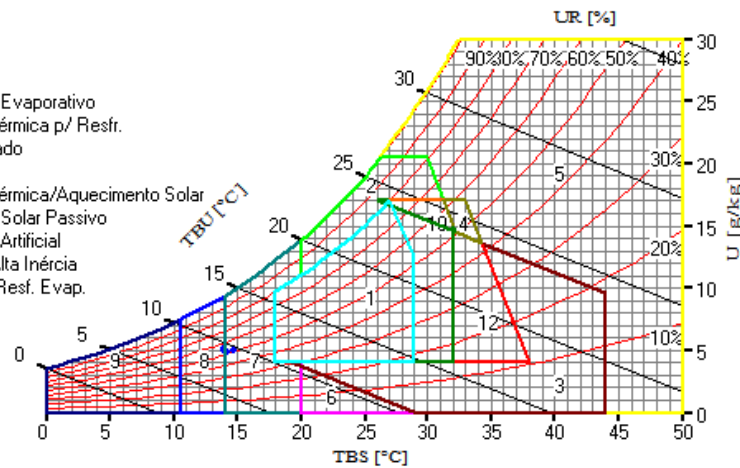
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

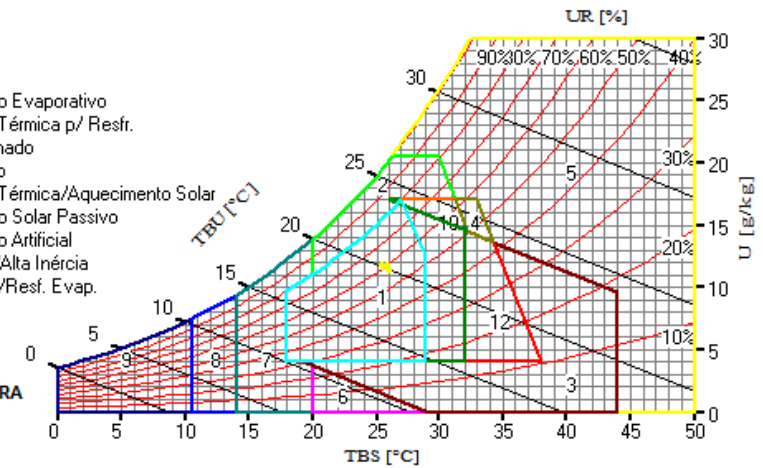
INVERNO



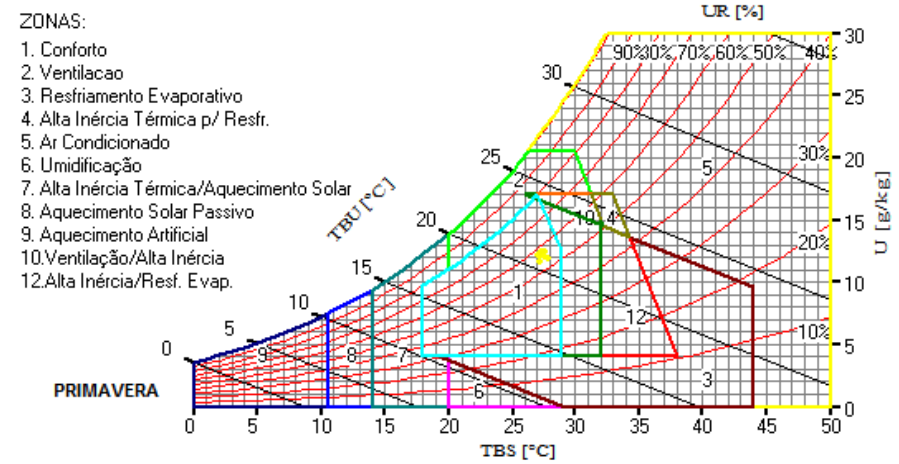
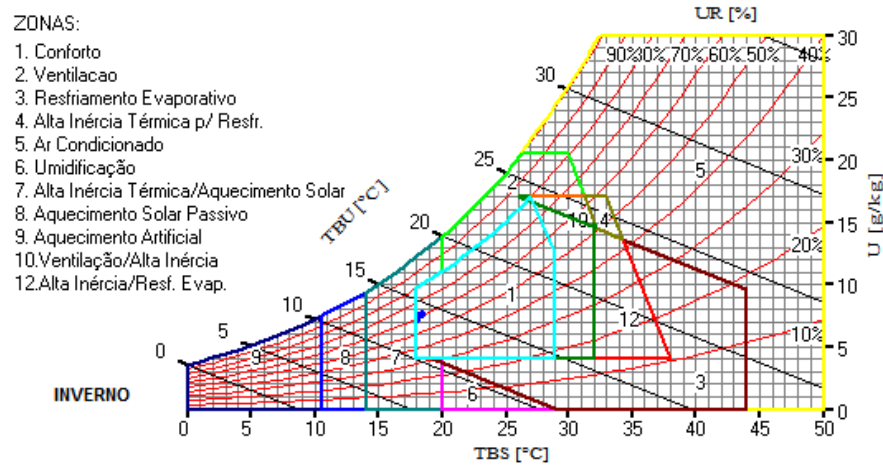
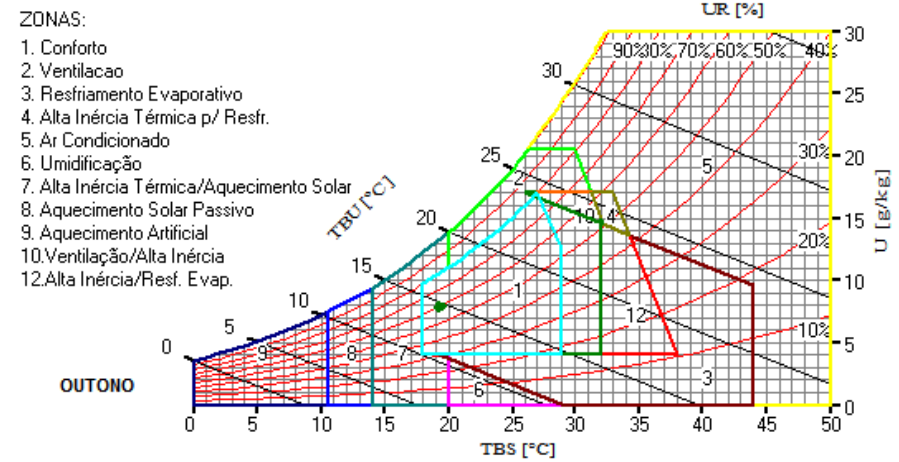
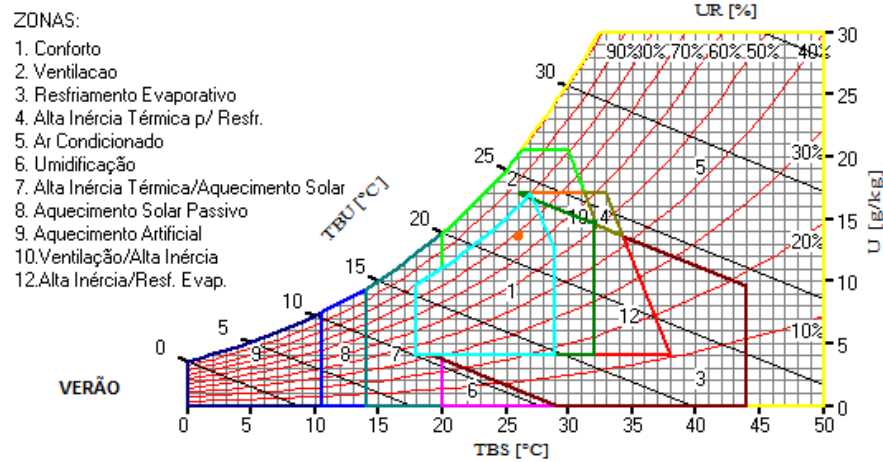
ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

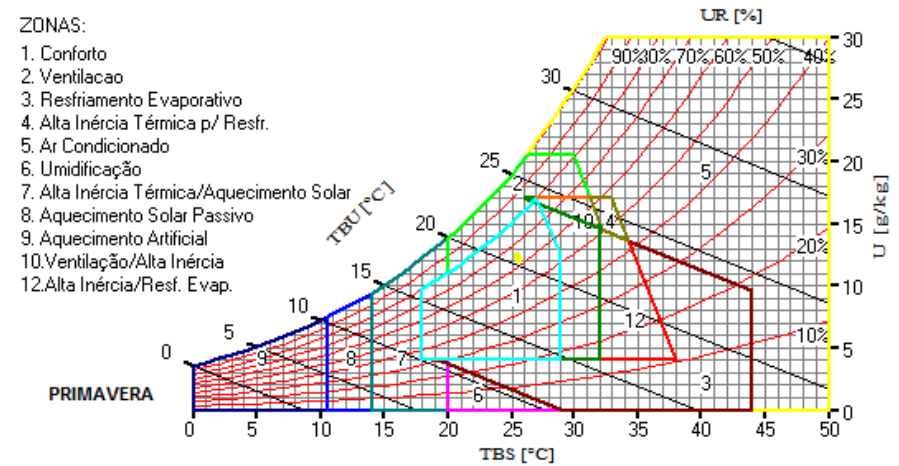
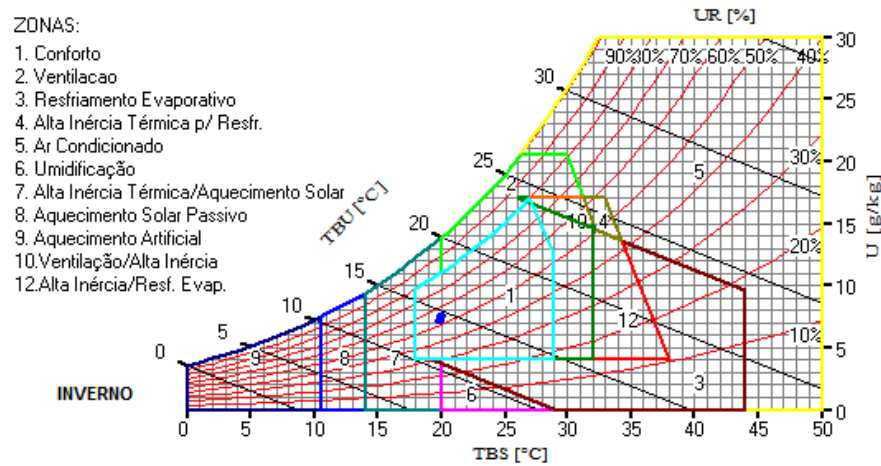
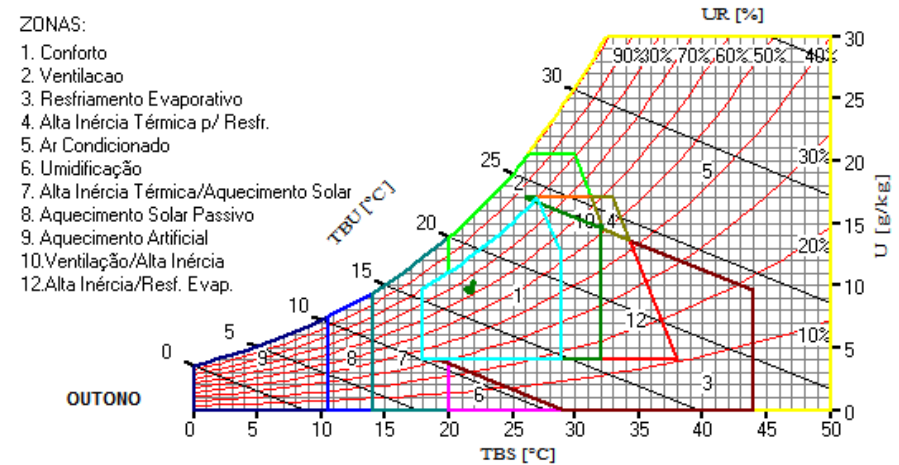
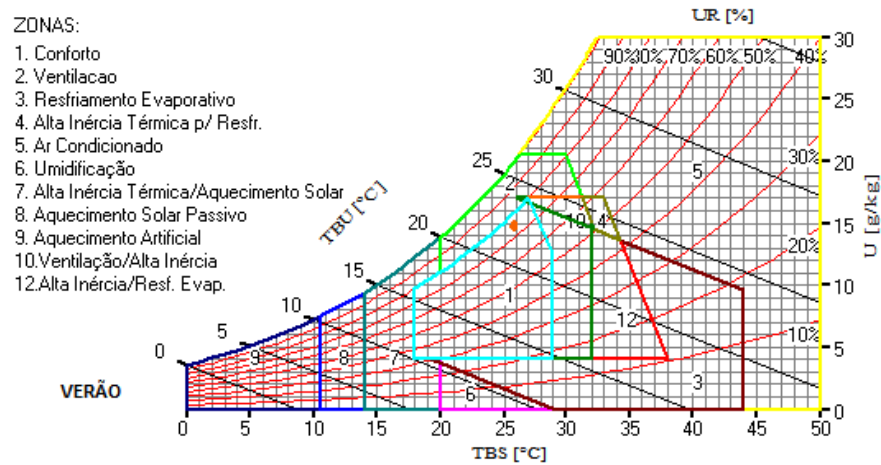
PRIMAVERA



APÊNDICE AH - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de aula G104 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.



APÊNDICE AI - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica da sala de integração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

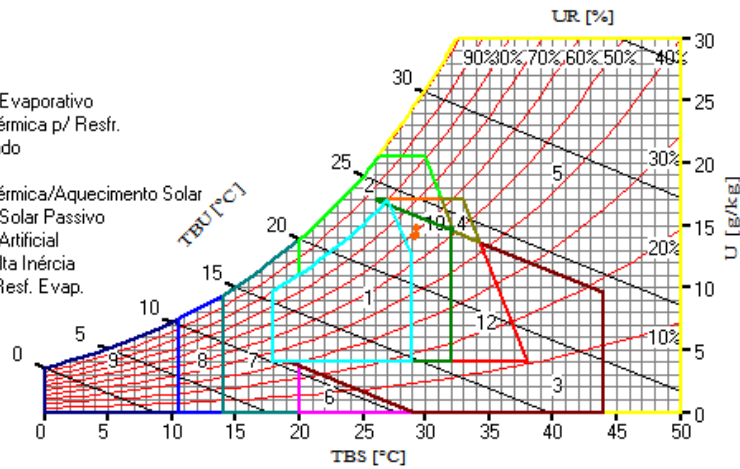


APÊNDICE AJ - Distribuição do conjunto de dados térmicos pelas zonas da carta psicrométrica do restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão ao longo das estações do ano.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

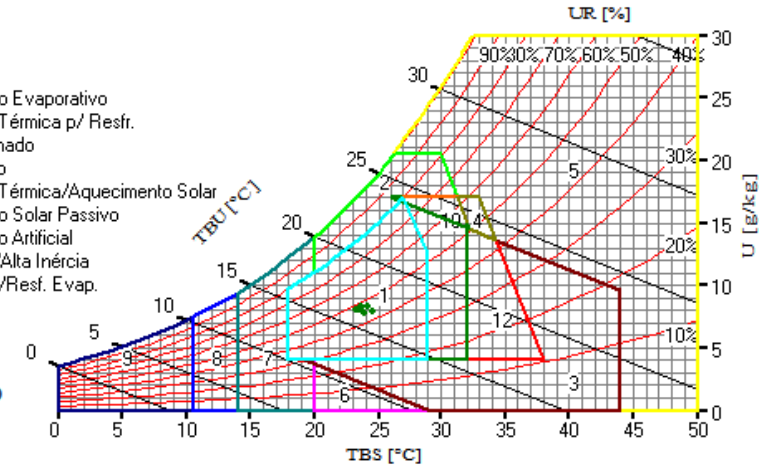
VERÃO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

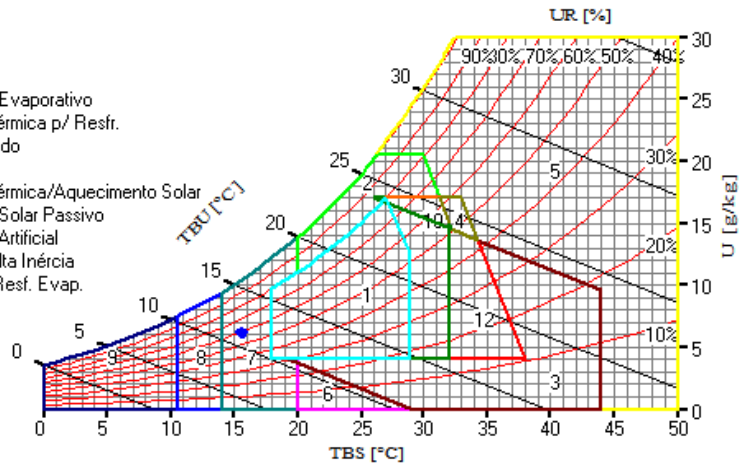
OUTONO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

INVERNO



ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação/Alta Inércia
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

PRIMAVERA

