

Análise do conforto físico e ambiental em escola técnica da região Oeste de Santa Catarina

Kezia Sayoko Matsui Pereira (UTFPR) keziasmp@gmail.com

Elida Martins Brum (UTFPR) elidamartinsbrum@gmail.com

Gilson Adamczuk Oliveira (UTFPR) gilson@utfpr.edu.br

Sérgio Luiz Ribas Pessa (UTFPR) slpessa@utfpr.edu.br

Resumo:

O presente trabalho teve por objetivo analisar o conforto físico e ambiental em sala de aula e laboratórios de uma escola técnica. A coleta de dados e aplicação do questionário de conforto físico-ambiental, se deu durante as aulas no período noturno, nos meses de maio e junho de 2017, tendo uma população estudada de 64 usuários do ambiente. Os resultados das aferições de temperatura e iluminação, apresentaram-se dentro dos parâmetros normativos. Quanto a avaliação pelos alunos, houve diferença de percepção de calor por gênero, sendo que as mulheres demonstraram mais frio que os homens, em sala de aula e laboratório de alimentos. Nos demais ambiente de ensino de eletricidade, soldagem e informática as variações de temperatura e iluminação aferidos se deram no centro da sala, porém não havendo maiores desconfortos pelos usuários nesses ambientes. Já o ruído apresentou-se fora dos níveis de conforto em todos os ambientes estudados, sendo o local mais elevado o laboratório de soldagem. Por fim, apresentaram-se sugestões de melhorias, como a utilização de equipamentos de proteção individual e isolamento dos ambientes no laboratório de soldagem, sendo que essas melhorias foram implementadas.

Palavras chave: Ambiente de ensino, Iluminação, Temperatura, Ruído

Physical and environmental comfort analysis at the technical school in the western region of Santa Catarina

Abstract

The present work had the objective of analyzing the physical and environmental comfort in the classroom and laboratories of a technical school. The data collection and application of the physical-environmental comfort questionnaire were given during the classes during the night, in the months of May and June of 2017, the studied population was 64 environmental user. The results of the measurements of temperature and illumination, presented within the normative parameters. Regarding the evaluation by the students, there was a difference in the perception of heat by gender, with the women being colder than the men, in the classroom and food laboratory environments. In the other teaching environment of electricity, welding and computing, the measured temperature and illumination oscillations occurred in the center of the room, but there were no major discomforts by users in these environments. On the other hand, the noise was present outside the levels of comfort in all the studied environments, being the most critical place the welding laboratory. Finally, suggestions were presented for improvements, such as the use of personal protective equipment and isolation of the environments in the welding laboratory, and these improvements were implemented.

Key-words: Teaching Environment, Illumination, Temperature, Noise

1. Introdução

Os espaços escolares e sua influência no ensino aprendizagem abrangem estudos de distintas áreas. Em pesquisa realizada por Bezerra e Choas (2016), foram identificadas três frentes de estudo relacionadas ao tema, que abrange a análise das condições ambientais, a ergonomia e a Psicologia Ambiental; sendo que há uma relevância conceitual entre as frentes disciplinares e o ensino. Dessa forma, a análise dos fatores ambientais como conforto acústico, térmico e a iluminação são relevantes para os avanços de pesquisas sobre o tema.

O desenvolvimento do ensino em salas de aula e laboratórios depende de um ambiente confortável, que propiciem a alunos e professores, um desempenho satisfatório em suas atividades. Estudos apresentaram que a iluminação, calor e ruído, interferem no processo de ensino, sendo que a exposição a esses fatores gera sensações incômodas aos usuários do ambiente (BATISTA et. all, 2010; DALVITE et all, 2007).

De acordo com FARIA (2008), em relação ao conforto térmico, no ponto de vista dos profissionais da educação, as elevadas temperaturas geram incômodos, que desencadeiam uma maior agitação, dor de cabeça e mau humor dos indivíduos, comprometendo o aprendizado. Ambientes com baixo conforto térmico, além de reduzir o desempenho e gerar um desinteresse pelo trabalho, podem causar efeitos físicos como desidratação, sonolência, tonturas, alterações cardíacas e respiratórios, além de efeitos psicológicos (LABAKI et al. 2001; MATTOS e MÁSCULO, 2011).

De igual modo, conforme BATISTA et. all (2010) e DALVITE et all (2007) se faz necessário que a luminosidade do local seja agradável aos usuários. A iluminação inadequada em instituições de ensino pode ser decorrente da orientação do imóvel em relação a intensidade de incidência de luz solar, resultando em ofuscamentos e penumbras em alguns espaços, que pode ser melhorado com iluminação artificial. (DREOSSI e MOMENSOHN-SANTOS, 2005)

Nesse contexto, um local ventilado e iluminado, depende de um espaço devidamente projetado para tal finalidade. Como exemplo, na arábia saudita, que predomina clima quente, os projetos de salas escolares e laboratórios buscam técnicas de ventilação natural que permite a circulação de ar, devido a influência do ambiente construído sobre a temperatura (ALWETAISHI e BALABEL, 2017; KANAGARA e MAHALINGAM, 2011).

Em se tratando da interferência do ruído no ensino, envolve indiretamente a distinção de dois estímulos: a mensagem vocal do professor, no qual o aluno direciona sua atenção e a questão do ruído competitivo, que o aprendiz deve isolar para que entenda o conteúdo da informação desprendida pelo professor.(DREOSSI e MOMENSOHN-SANTOS, 2005; ILOMÄKI, et all. 2009).

Considerando os fatos apresentados, a exposição a condições inadequadas de temperatura, iluminação e ruído são fatores que podem desencadear uma queda de desempenho nas atividades de ensino, há importância na análise das condições físicas e de conforto do espaço de ensino e a percepção de alunos e professores quanto ao mesmo (BATISTA et. all, 2010; DALVITE et all, 2007).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo mensurar o ruído, iluminação e temperatura, bem como, identificar a percepção dos usuários quanto ao conforto em sala de aula e laboratórios de uma escola técnica na região oeste de Santa Catarina.

2. Referencial

2.1 Temperatura

O calor pode ser entendido como uma energia em trânsito provocada por diferença de temperatura, sendo que a temperatura seria um indicador do quanto moléculas estão se agitando ou da energia térmica de um sistema (INCROPERA & WITT, 1985).

Assim como em todo processo térmico, o corpo humano também transmite e recebe calor. Sendo que, o ser humano necessita manter uma temperatura interna constante de 37°C, em torno de uma faixa entre 36,1 °C e 37,2°C, ao ultrapassar os extremos de 32°C e 42°C há uma limitação a sobrevivência humana (BARBOSA FILHO, 2008).

Nesse contexto, a temperatura é um fator limitante ao desempenho humano e há diversos fatores que interferem na percepção de calor por um indivíduo, que depende desde a temperatura do corpo, o tipo de atividade realizada e as trocas de calor com o ambiente. Dessa forma, para um confortável ambiente térmico, busca-se o equilíbrio entre a temperatura medida e as sensações percebidas; sendo que a umidade, velocidade do ar e a ventilação são fatores que interferem na temperatura efetiva (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

A NR 17 e o anexo três da NR 15, estabelecem os parâmetros para a exposição ao calor e as condições ambientais de trabalho. As definições para a compreensão da temperatura efetiva seguem descritas adiante, conforme MATTOS & MÁSCULO (2011):

- a) Temperatura de bulbo seco: temperatura do ar medida com termômetro comum, com a utilização de dispositivos do tipo colunas de mercúrio ou eletrônico exposto ao ar;
- b) Temperatura de bulbo úmido: Obtêm-se a temperatura através de dispositivo eletrônico ou comum, no qual é envolvido com uma mecha de algodão umedecida com água destilada. Verifica-se a evaporação da água do tecido, quanto mais seco o ar, mais baixa será a temperatura de bulbo úmido em relação ao bulbo seco.
- c) Temperatura efetiva: é a temperatura do ar com umidade relativa igual a 100% e velocidade nula, que oferece uma sensação de conforto térmico igual àquela oferecida pela combinação das variáveis: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e velocidade do ar no ambiente real.

Em locais fechados como salas de controle e laboratórios, que executam tarefas que exigem atividade intelectual e atenção constante, a temperatura efetiva permeia um índice entre 20°C e 23°C, velocidade do ar não-superior a 0,75 m/s e umidade relativa do ar não-inferior a 40%, conforme estabelecido pela Norma Regulamentadora NR 17.

2.2 Iluminância

Iida e Guimarães (2016) elucidam que a intensidade luminosa interfere diretamente na visão, conforme o tempo de exposição, luz e o contraste de fundo no ambiente de trabalho, podendo estes serem fatores limitantes a capacidade de descrição visual

A Norma Brasileira NBR 5413, define a Iluminância como o “Limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero”. A incidência luminosa geralmente tem origem de uma fonte natural ou projetada, e conforme a natureza da atividade busca-se proporcionar a plena dissipação da luz por todo o ambiente, sem reflexos, penumbras ou contrastes (NR 17).

Conforme NR 17, a aferição de iluminância deve ser feita utilizando-se luxímetros calibrados para a medição, próximo ao campo visual do indivíduo. Quando este não for definido, entende-

se que a mensuração deve ser realizada a um nível referente a um plano horizontal a 0,75 m do piso (NBR 5413).

A norma NBR 5413 estabelece os níveis de iluminância médios mínimos para uma iluminação artificial confortável em interiores, para os ambientes de sala de aula deve-se seguir os parâmetros na faixa de 200 lux a 500 lux e para laboratórios entre 150 lux e 300 lux.

2.3 Ruído

Pesquisas sobre a interferência do ruído no ambiente e a saúde dos indivíduos são temas atuais, envolvendo desde o estudo sobre a análise de ruído em aeronaves, ambientes de parques e condições de trabalho de professores (PALMA, et. all, 2009; SCATOLINI e ALVES, 2016; ZANNIN e SZEREMETTA, 2003).

Na literatura, há diferentes conceitos para o termo ruído, sendo comum considerar como um som indesejado. Para entendimento, o som é consequência de uma vibração que provoca uma onda de pressão no meio em que se insere (MATTOS & MÁSCULO, 2011).

Em termos de conforto, Iida e Guimarães (2016) apresentam que o ruído seria um som indesejável que em termos operacionais, desencadeiam estímulos que não contribuem com informações úteis para exercer tarefas; advêm de uma mistura de vibrações medidas na escala logaritma, cuja unidade é decibel (dB).

Conforme a Norma de Higiene Ocupacional (NHO01), há dois tipos de ruídos, o de impacto ou impulsivo, que seria aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo em intervalos superiores a 1 segundo. E contínuo ou intermitente, que não sofre interrupções com o tempo. Já a situação acústica, que se dá pelo ciclo estável em que o um trabalhador está exposto ao ruído.

Nas normas, existem procedimentos e parâmetros que norteiam a melhoria das condições ambientais no trabalho. A norma NBR 10151 (2000) estabelece que para aferir medidas do ruído ambiental, é necessário à utilização de instrumento (Decibelímetro) para a medição do Nível de Pressão Sonora (NPS). Seguindo esta norma, se faz necessário calcular o Nível de Pressão Sonora Equivalente (Leq), correspondente ao NPS médio do número de dados coletados.

A partir disso, compara-se os valores médios aferidos no ambiente com a faixa de variação do nível de ruído para conforto acústico estabelecido pela norma brasileira NBR 10152, no qual estabelece que em ambientes escolares de salas de aula e laboratórios, permeia uma faixa de 40 a 50 dB(A). Sendo que a inadequação do ambiente pode levar a uma queda de desempenho das atividades.

Entretanto, conforme a legislação Brasileira NR 15, o nível de ruído contínuo ou intermitente para 8h de exposição não deve ultrapassar a 85 dB. De igual modo, verificou-se que atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído superiores a 115 dB(A), sem proteção adequada, oferecem risco grave e iminente. Sendo que, ao longo prazo essa exposição leva a perda de audição e surdez, dificultando a eficiência no desempenho de atividades (DUL e WEERDMEESTER, 2012).

Dentre as medidas ergonômicas para controlar o ruído, geralmente se aplica o isolamento na fonte, amenização da reverberação com a utilização de materiais que absorvem a dissipação do ruído; bem como, proteger, barrar e controlar o ruído (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

3. Metodologia

Esta pesquisa foi realizada em uma escola técnica localizada na região Oeste de Santa Catarina, esta oferece cursos voltados para o trabalhador da indústria, sendo escolhidos os ambientes de sala de aula e laboratórios de soldagem, eletricidade, informática e alimentos para o estudo de conforto ambiental.

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica visando levantar informações e fornecer sustentação ao tema, a pesquisa bibliográfica foi desenvolvida a partir de um material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2010).

Conforme Miguel (2012), a pesquisa apresenta-se como qualitativa e quantitativa, a primeira pelo aprofundamento da compreensão de um grupo social, preocupando-se em obter informações sobre a perspectiva dos indivíduos, assim como interpretar o ambiente em que a problemática acontece; e quantitativa pela mensuração dos resultados obtidos sem a interferência do pesquisador. O método de pesquisa se caracteriza como um estudo de caso, pois consiste no estudo profundo de poucos objetos sendo possível um conhecimento mais detalhado (GIL, 2010).

A coleta de dados de ruído, iluminação e temperatura se deu durante as aulas no período noturno, iniciando as 19h perfazendo aferições a cada 30 minutos até as 22:30, totalizando oito medições em cinco pontos: (P1) no posto de trabalho, (P2) no meio, (P3) no fundo, (P4) próximo a parede esquerda e (P5) próximo a parede direita, nos meses de maio e junho de 2017. Para a aferição dos mesmos, utilizou-se os procedimentos e normas vigentes, descritos no item 3.1. A Figura 1, apresenta fotos dos ambientes de ensino avaliados no estudo.



Figura 1 – Fotos dos ambientes estudados (Fonte: Autores)

3.1 Materiais e métodos

Os procedimentos buscaram interferir o mínimo possível nas condições ambientais e operacionais características do estudo. A avaliação foi feita de forma a caracterizar a exposição de todos os usuários do ambiente, sendo que o conjunto de coleta de dados buscou a representatividade da situação real. Os instrumentos e procedimentos, seguem descritos a seguir:

a) Aferição da temperatura : As medições térmicas foram realizadas com o equipamento Termo-higrômetro, Marca INSTRUTHERM, modelo HT-300. O critério de medição da temperatura

ambiente levou em conta a atividade real e as aferições foram realizadas na altura do tórax do operador, conforme NR 17, nos pontos P1, P2, P3, P4, P5;

b) Aferição da iluminância: A avaliação da incidência luminosa se deu pelas diretrizes da Norma Regulamentadora NR 17⁴. Os níveis de iluminância foram obtidos com o uso de um Luxímetro digital da marca INSTRUTHERM, modelo LD-200, devidamente calibrado. A mensuração se deu na altura dos postos de trabalho com a fotocélula em um plano horizontal, nos pontos P1, P2, P3, P4, P5 apresentados anteriormente;

c) Aferição do ruído: Para a mensuração do nível de ruído, utilizou-se o Decibelímetro da marca INSTRUTHERM, modelo DEC-490. Os níveis de ruído foram medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW) conforme a (NHO01). As medições foram feitas com o microfone posicionado próximo a zona auditiva do operador (Ponto P1). Para melhor representatividade dos dados, foram avaliados mais quatro pontos (P2, P3, P4, P5), nas extremidades dos locais, sendo aferidos na altura de uma pessoa de estatura média;

d) Aplicação do questionário de conforto físico-ambiental: Os participantes responderam aos itens do questionário adaptado de conforto físico-ambiental (BRIDGER, 2003), para avaliar a percepção quanto ao conforto associados ao desempenho pessoal e as sensações físicas nos ambientes. O preenchimento do questionário se deu, inicialmente com a caracterização dos indivíduos por idade, gênero e função. Posteriormente o conforto foi analisado ao assinalar uma escala de 0 a 7, conforme a intensidade percebida dos elementos avaliados em relação à percepção de frio, umidade, claridade, barulho, corrente de ar, qualidade do ar, concentração e disposição.

e) Análise dos dados: Os dados das aferições e questionários foram categorizados, tabulados e analisados com o suporte do *software Excel*. Os resultados dos dados mensurados foram comparados com os parâmetros normativos vigentes para ruído (NBR 10152 e NR 15), iluminação (NBR 5413) e temperatura (NR17). A análise do conforto físico-ambiental, se deu identificando os elementos que na percepção dos indivíduos, interferiram em cada ambiente de ensino e pelas diferenças entre gêneros.

4. Resultados e discussões

4.1 Análise da temperatura, iluminação e ruído nos locais de ensino

4.1.1 Temperatura

Na Tabela 1 são apresentados os dados aferidos de temperatura por locais de ensino.

Ambiente	Média (°C)	Mín – Máx (°C)	Desvio máximo
Alimentos	21,9 ± 0,271	21,5-22,5	P3 (0,336)
Elettricidade	21,84 ± 0,119	21,5-21,9	P2 (0,160)
Soldagem	21,75 ± 0,308	19,8-22,3	P1 (1,056)
Informática	21,84 ± 0,119	21,5-22,2	P2 (0,160)
Sala de aula	21,84 ± 0,119	21,5-22,2	P2 (0,160)

Fonte: Autores

Tabela 1 – Temperatura por ambiente de ensino

De acordo com os dados da Tabela 1, durante a realização das atividades, a temperatura manteve-se equilibrada entre 20 °C a 23 °C, em todos os ambientes estudados. Houve maior variação da temperatura (desvio aproximado de 0,16) nos pontos P2 (no centro do espaço) nos

laboratórios de eletricidade, informática e sala de aula. No laboratório de soldagem as variações foram mais expressivas (1,056) no ponto P1 no posto de trabalho e em alimentos no ponto P3, com variações de temperatura no fundo do laboratório.

Nesse contexto pode-se inferir que a temperatura dos ambientes estudados se manteve na faixa recomendada pela norma NR 17.

4.1.2 Iluminância

Como apresentado na Tabela 2, a iluminação na sala de aula apresentou uma média de 322,03lux, estando dentro dos parâmetros da NBR 5413 que estabelece uma faixa de 200 lux a 500 lux.

De igual modo, nos laboratórios de alimentos (208,20 lux), Eletricidade (195,75lux), Soldagem (302,6 lux) e informática (395,18lux) estavam conforme a faixa de 150 lux a 300 lux estabelecido para laboratórios.

Ambiente	Média (lux)	Mín – Máx (lux)	Desvio máximo
Alimentos	208,2 ± 0,526	206-212	P3 (0,744)
Eletricidade	195,75 ± 1,139	185-203	P4 (1,389)
Soldagem	302,60 ± 0,915	296-311	P1 (1,356)
Informática	395,17 ± 0,903	361-423	P4 (0,991)
Sala de aula	322,03 ± 0,743	311-334	P3 (0,916)

Fonte: Autores

Tabela 2 – Iluminância por ambiente de ensino

Considerando os pontos de coleta de dados com maior desvio da média, tem-se que no laboratório de alimentos e sala de aula houve variações de iluminância na área de fundo; já nos ambientes de ensino de eletricidade e informática, variações próximas à parede esquerda e em laboratório de soldagem na frente da bancada próximo ao posto de trabalho.

4.1.3 Ruído

Os laboratórios de alimentos e informática apresentaram maior variação de ruído no posto de trabalho em frente às bancadas de tarefas. Oposto aos ambientes de sala de aula e laboratório de soldagem, no qual as áreas de fundo desses locais revelaram maior oscilação sonora. O ponto P4 referente à aferição próxima à parede esquerda mostrou maior desvio no laboratório de eletricidade.

Ambiente	Média (dB)	Mín – Máx (dB)	Desvio máximo
Alimentos	56,3 ± 0,844	55-59	P1 (1,126)
Eletricidade	61,85 ± 1,080	60-64	P4 (1,690)
Soldagem	80,58 ± 16,925	60-99	P3 (19,183)
Informática	55,57 ± 3,089	51-63	P1 (4,528))
Sala de aula	50,95 ± 2,832	45-54	P3 (3,399)

Fonte: Autores

Tabela 3 – Ruído por ambiente de ensino

Conforme os dados apresentados na Tabela 3, todos os ambientes estudados estão fora da faixa de nível de ruído para o conforto acústico pela NBR 10152 que estabelece a faixa de 40 a 50 dB (A). Entretanto, conforme a NR 15, para um tempo de exposição médio de 4 horas diárias

os níveis de ruído não poderiam ultrapassar 90dB, dessa forma não foram consideradas atividades insalubres, visto que a média de ruído mais elevada foi no laboratório de soldagem apresentando uma faixa de 80dB. Em relação ao desconforto pode ser amenizado com o uso de equipamentos de proteção.

4.2 Caracterização da população

Em relação à amostra estudada, os indivíduos foram em sua maioria de homens com um percentual de 73,44% e mulheres 26,56%. No laboratório de soldagem a média de idade foi de $28,08 \pm 11,06$ anos e em eletricidade de $23,27 \pm 5,52$, a amostra em ambos constituiu-se de 100% homens. Na sala de informática 92,31% foram homens e 7,69% mulheres, com idade média de $23,54 \pm 6,04$ anos. Em contrapartida, o laboratório de alimentos foi o único ambiente com maioria do sexo feminino (73,33%) em oposição ao sexo masculino com 26,67%, sendo uma média de idade de $34,93 \pm 10,18$ anos. A sala de aula apresentou uma quantidade equilibrada entre ambos os sexos com 58,33% homens e 41,67% mulheres e idade de $24,5 \pm 5,77$ anos. A FIGURA 2 apresenta uma ilustração da característica da amostra estudada em cada ambiente.

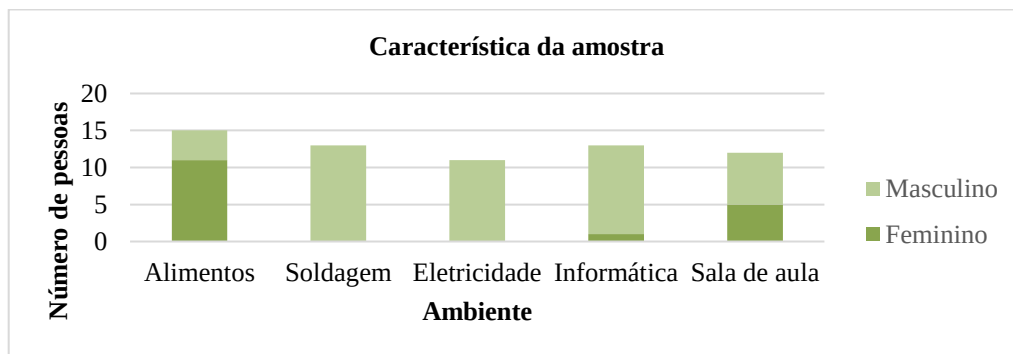


Figura 2 – Característica da amostra por ambiente (Fonte: Autores)

4.3 Análise do conforto físico-ambiental

Os dados dos questionários sobre a percepção dos indivíduos quanto ao conforto físico-ambiental foram avaliados conforme cada local de ensino. A Figura 3, apresenta um resumo dos elementos de análise em uma escala de 0 a 7.

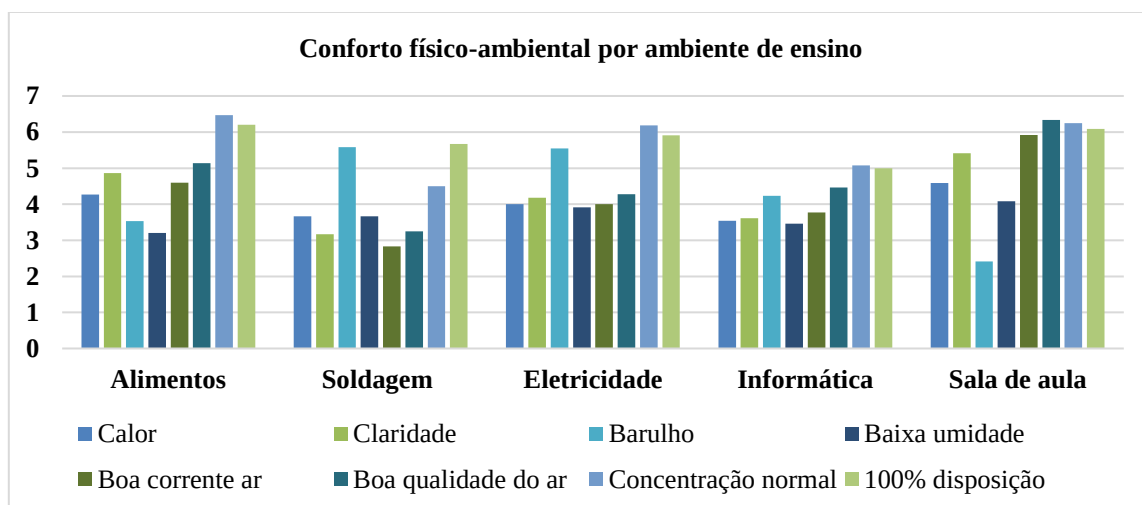


Figura 3 – Conforto ambiental por locais de ensino (Fonte: Autores)

Os ambientes de ensino que em ordem, apresentaram-se mais quentes na percepção dos respondentes foi a Sala de aula (4,58), laboratório de Alimentos (4,26), Eletricidade (4,00), Soldagem (3,67), Informática (3,54), dentro de um escore de 0 a 7, com intensidade de muito frio a muito quente.

Apesar da temperatura aferida estar dentro da faixa estabelecida pelas normas e a percepção dos respondentes estarem próximo a média de intensidade, a sensação térmica pode oscilar devido a diferentes fatores individuais (gênero) e do ambiente (umidade, corrente e qualidade do ar).

No ambiente da sala de aula, apesar de não se fazer uso de máquinas e eletrodomésticos que favorecem o aquecimento do ambiente, apresenta-se como o local que possui aglomeração de pessoas de diferentes gêneros em pequeno espaço, podendo ser um dos fatores que o apresentam como o ambiente com maior intensidade de calor percebida pelos usuários. Além disso, apresentou-se como o ambiente com menor umidade percebida em relação aos demais locais de estudo (4,08), porém com boa corrente de ar (5,91) e qualidade do ar (6,33).

A percepção de calor no laboratório de alimento, pode ser devido ao uso do forno durante as aulas. Como apresentados nos dados das aferições, a temperatura se originou no fundo do laboratório e dissipou-se elevando o calor para todo o local. Esse local também apresentou-se com umidade mais elevada entre os ambientes analisados (3,2) e amena corrente de ar (4,6) e qualidade do ar (5,13).

Para o melhor entendimento da percepção dos indivíduos quanto ao conforto físico-ambiental nos ambientes de ensino de Alimentos e sala de aula, estratificou-se a intensidade percebida entre respondentes homens e mulheres, onde pode-se identificar médias diferenciadas por gênero. A Figura 4 apresenta os resultados apresentados.

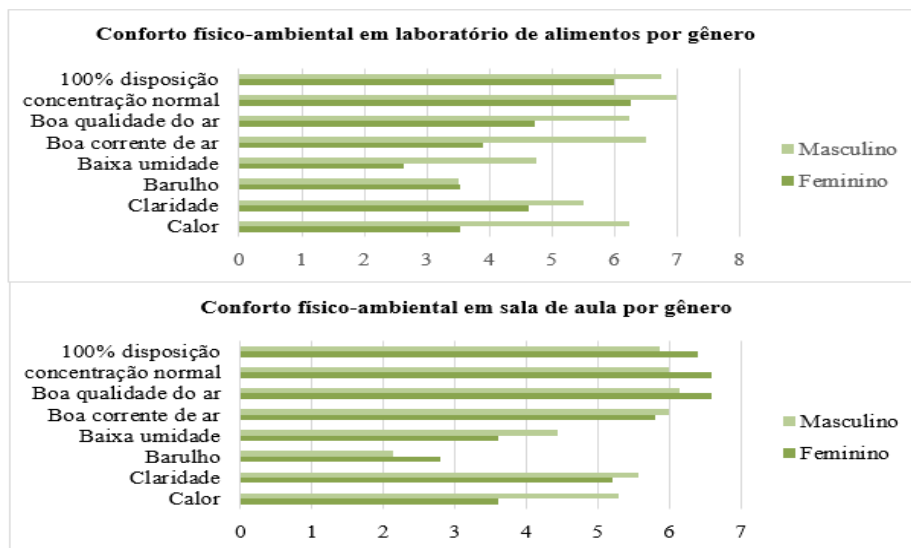


Figura 4 – Conforto ambiental por gênero (Fonte: Autores)

Pode-se analisar que as mulheres sentiram mais frio que os homens, nos ambientes de sala de aula (feminino 3,6 e masculino 5,29) e laboratório de alimentos (feminino 3,55 e masculino 6,25), da mesma forma, as mulheres perceberam a umidade do ar mais baixa que os homens. Nos demais ambientes com prevalência do sexo masculino, não houveram diferenças significativas de influência da temperatura sobre o conforto dos indivíduos.

Já na análise dos laboratórios de eletricidade, soldagem e informática apresentaram-se no escore geral dos indivíduos como locais mais amenos quanto ao calor, sendo que nesses ambientes a

maior oscilação de temperatura foi no centro da sala, conforme os dados aferidos. Quanto a umidade, corrente e qualidade do ar nesses ambientes apresentaram próximos a média de 4 no ponto de vista dos usuários.

Na percepção dos indivíduos a claridade apresentou-se inferior nos laboratórios de Soldagem (3,16) e Informática (3,6). Houve uma equilibrada percepção de iluminação nos laboratórios de alimentos (4,86) e eletricidade (4,18). Já, a sala de aula apresentou-se como a mais iluminada com 5,41. Todos avaliados em um escore de 1 a 7.

Em relação ao conforto acústico, os ambientes que os alunos e professores ficaram mais incomodados com o barulho foi na Soldagem (5,69) e Eletricidade (5,54); já na área de Informática (4,23) e Alimentos (3,53), apresentou escore médio; e um ambiente silencioso na Sala de aula (2,42). Quanto a disposição dos usuários a participarem das aulas, foram boas em todos os ambientes de ensino: Alimentos (6,2), Sala de aula (6), Eletricidade (5,9), Soldagem (5,7) e Informática (5).

Quanto aos fatores associados a concentração dos alunos e professores ao realizarem tarefas nesses ambientes de ensino. Temos que os usuários que mais apresentaram concentração normal nas aulas, foram em ordem de percepção, aqueles dos ambientes de ensino de alimentos (6,46), Sala de aula (6,25), Eletricidade (6,18) e Informática (5,07). Sendo que o local com menor nível de concentração foi no ambiente de ensino de Soldagem (4,5), esse associado ao alto ruído percebido pelos próprios usuários do laboratório (5,69) e confirmado pelo fato dos níveis de pressão sonora aferidos ($80,58 \pm 16,925\text{dB}$) ser o mais elevado de todos os ambientes.

4.4 Sugestões de melhorias

Como apresentado, na percepção dos alunos e professores o ruído gerou maior incômodo e menor concentração para a realização de tarefas nos ambientes de aprendizagem em soldagem e eletricidade, sendo que esses locais ficam próximos do laboratório de soldagem.

Sendo que, isso se deve ao fato de acontecer atividades de corte (corte de material para soldagem) no laboratório de soldagem, elevando o nível de ruído de todos os ambientes. Após a análise dos dados dos questionários e das aferições, reuniu-se com os responsáveis da escola técnica e se fez às sugestões de melhoria, sendo estas implementadas.



Figura 5 – Mudança de ambiente antes e depois com o corte separado e local para EPIs (Fonte: autores)

Sendo assim, anteriormente, as atividades de corte e solda eram realizadas em um mesmo ambiente no laboratório de Soldagem (FIGURA 1). Após as mudanças, houve o deslocamento das máquinas de corte e o isolamento do local (FIGURA 5), bem como, a instrução de uso de protetor auricular nas aulas de corte, conforme estabelecido pela NR 15. Dentre outras melhorias, instruiu-se a troca de uma lâmpada queimada no fundo do laboratório de alimentos.

5. Considerações finais

O presente trabalho teve por objetivo analisar o ruído, iluminação, temperatura em termos de conforto em sala de aula e laboratórios especializados em uma escola técnica, avaliando os

parâmetros aferidos com as normas e associando o perfil dos participantes em relação aos ambientes de ensino.

Os resultados das aferições de temperatura e iluminação, apresentaram-se dentro dos parâmetros normativos. Quanto a avaliação do conforto ambiental pelos alunos, houve diferença de percepção de calor por gênero, sendo que as mulheres demonstraram mais frio que os homens, nos ambientes de sala de aula e laboratório de alimentos. Nos demais ambiente de ensino de eletricidade, soldagem e informática as oscilações de temperatura e iluminação não apresentaram maiores desconfortos pelos usuários nesses ambientes.

Já o ruído apresentou-se fora dos níveis de conforto ideais em todos os ambientes estudados, sendo o local mais crítico o laboratório de soldagem, com nível de ruído próximo a 80dB, dissipando o ruído nos demais ambientes de ensino. Sendo assim, no laboratório de soldagem, as sugestões de melhorias foram implementadas, com a isolamento dos locais de corte e solda, bem como, a obrigatoriedade de utilização de equipamentos de proteção individual durante as aulas para o melhor conforto dos usuários.

Por fim, a estruturação de ambientes de ensino envolve o entendimento das reais necessidades dos usuários em termos de conforto físico e ambiental, visto que os mesmos interferem no nível de concentração e aprendizagem. Para estudo futuro, pretende-se realizar uma análise comparativa entre o nível de ruído apresentados após as intervenções.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando ao conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro: abnt, 2000.4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152. Níveis de ruído para conforto acústico - procedimento. Rio de Janeiro. 1987. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS . NBR 5413. Iluminância de interiores - procedimento. Rio de Janeiro,1992, 13p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NR – 17. Manual de aplicação da norma regulamentadora nº 17. Brasília, 2002. 101p.

BARBOSA FILHO, A. N. *Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental*. 2ª ed.São Paulo: Atlas, 2008.

BATISTA, J. B. V. CARLOTTO, M. S. COUTINHO, A. S. PEREIRA, D. A. M. AUGUSTO, L. G. S. *O ambiente que adoece: condições ambientais de trabalho do professor do ensino fundamental*. Caderno de saúde coletiva, 18(2):234-42. 2010.

BEZERRA, M.C.L; CHOAS, M.L.L.S. *Características do espaço arquitetônico facilitadoras do ensino e aprendizagem*. Revista internacional interdisciplinar. Interthesis. Vol.13. Nº2 maio/agosto. 2016.

BRIDGER, R. S. *Introduction to ergonomics*. 2. Ed. London: taylor e francis, 2003. 548p.

DALVITE, B. OLIVEIRA, D. NUNES, G. PERIUS, M. SCHERER, M. J. *A análise do conforto acústico, térmico e lumínico em escolas da rede pública de santa maria, rs*. Disc. Scientia. Série: artes, letras e comunicação, 8(1):1-13. 2007.

DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. *O ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura*. Pró-fono revista de atualização científica, barueri (sp), v. 17 , n. 2, p. 251-258, maio-ago. 2005.

DUL, J.; WEERDMEESTER, D. *Ergonomia prática*. São paulo: edgard blucher, 2012

FARIA, M. C. *Conforto térmico na escola estadual madre belém, palmas (TO) e suas possíveis influências no comportamento dos alunos*. Porto nacional, to. Trabalho de conclusão de curso. Universidade federal do tocantins – uft, 17 p. 2008.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5 ed. São paulo: atlas, 2010

IIDA, I; GUIMARÃES, I.B.M. *Ergonomia: projeto e produção*. 3 ed. São paulo: blucher, 2016.

ILOMÄKI I, LEPPÄNEN K, KLEEMOLA L, TYRMI J, LAUKKANEN AM, VILKMAN E. *Relationships between self-evaluations of voice and working conditions, background factors, and phoniatric findings in female teachers.* Logopedics phoniatrics vocology. 2009; 34(1):20-31. [Http://dx.doi. Org/10.1080/14015430802042013](http://dx.doi.org/10.1080/14015430802042013)

INCROPERA, F. P.; WITT, D. P. *Fundamentals of heat and mass transfer.* 2 ed.Cingapura: John Wiley & Sons, 1985.

KANAGARA. G. MAHALINGAM J, A. *Designing energy efficient commercial buildings—a systems framework.* Energy and buildings, 43 (9) (2011), pp. 2329–2343

LABAKI, L. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. *Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares da rede pública.* Campinas – SP. In: encontro nacional do conforto no ambiente construído, 6, 2001. São Paulo, 2001.

MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. *Higiene e Segurança do Trabalho.* Rio de Janeiro: Elsevier/Abepro, 2011.

MIGUEL, P. C. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.* Rio de Janeiro: Elsevier, ABEPRO. 2 ed., 2012

MOURA, P. H. R.; CERQUEIRA, P. R. A; MEIRELES K. D; SOUZA, L.B; SEIBERT, C. S. *O conforto ambiental do professor em sala de aula.* Revista produção acadêmica – núcleo de estudos urbanos regionais e agrários/ nurba – vol. 2 n. 2 (dezembro, 2016), p. 98-114.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *NR-15 - Atividades e Operações Insalubres.* 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Norma de Higiene Ocupacional (NHO01). Procedimento técnico-avaliação da exposição ocupacional ao ruído.* Fundacentro.2001.

PALMA, A.; MATTOS, O.A.O.; ALMEIDA,M.N; OLIVEIRA, G.E.M.C. *Nível de ruído no ambiente de trabalho do professor de educação física em aulas de Ciclismo indoor.* Rev saúde pública 2009;43(2):345-51.

SCATOLINI F, ALVES C.J.P. *Análise do ruído de fundo no entorno de aeroportos urbanos em cidades brasileiras, aeroporto de Congonhas.*São Paulo. Rev saude publica. 2016; 50 : 69.

ZANNIN, P. H. T. & SZEREMETTA, B. *Avaliação da poluição sonora no parque jardim botânico de Curitiba, Paraná, Brasil.* Cad. Saúde pública, Rio de Janeiro, 19(2):683-686, mar-abr, 2003