

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA EXECUÇÃO APROPRIADA DE MEDIÇÕES DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS: CONFORTO AMBIENTAL EM ESCOLAS

Caroline R. Vaz (1); André L. Soares (2); André L. Bamberg (3); Antonio A. Xavier (4)

(1) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, caroline-vaz@hotmail.com

(2) Graduando do Curso de Engenharia de Produção – PIBIC/CNPQ, andresoares03@hotmail.com

(3) Graduando do Curso de Engenharia de Produção – PIBIC/CNPQ, andrebamberg@hotmail.com

(4) Doutor, Professor do Curso de Engenharia de Produção, augustox@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Av. Monteiro
Lobato, km 04, Ponta Grossa – PR, 84016-210, Tel.: (42) 3220 4805

RESUMO

As condições de conforto ambiental têm influência direta no desempenho do aluno, pois o mesmo passa grande parte do seu dia no ambiente escolar. As condições de iluminação de um ambiente interferem na visão, por isso em todos os locais de trabalho deve existir uma iluminação apropriada à natureza da atividade. Da mesma forma, o desconforto ocorrido em virtude do calor ou frio em ambiente de trabalho tem impacto negativo nas sensações e saúde dos trabalhadores. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo propor uma metodologia para se determinar o tamanho da amostra quantitativa de salas de aula de uma instituição de ensino, para medições de variáveis ambientais internas, a partir de dados extraídos de estudo piloto. Através de uma malha retangular determinou-se o ponto significativo da sala para as medições de iluminação e temperatura, realizadas nos meses de agosto a dezembro de 2008, na UTFPR Campus Ponta Grossa em 22 salas. Após a mensuração das variáveis ambientais, foi verificada também a homogeneidade das salas de aula, segundo a normalização existente. O presente estudo servirá de base para execução de futuras medições internas a serem realizadas na UTFPR, objeto de projeto de ergonomia e conforto ambiental.

Palavras-chave: conforto térmico, conforto lumínico, medição, instituição de ensino.

ABSTRACT

The conditions for the environmental comfort have an direct influence in the student's performance, because it spends most of it's day in the school environment. The conditions of lighting of an environment interfere in the vision, so in every work station must exist an appropriate illumination, according to the nature of activity. In the same way, the discomfort occurred because of the heat or cold at work environment has a negative impact in the sensations and health of workers. In this context, this research aimed to propose a methodology to determinate the quantitative sample size of classrooms in an education institution, to the measurement of internal environment variables from a pilot study. Trough a rectangular mesh was determined the room significant point to the light and temperature measurement, performed between august and December of 2008, at UTFPR Campus Ponta Grossa, in 22 rooms. After the measurement of the environment variables, the homogeneity of the classrooms was verified, according to the existing standards. The present study will be used as a base to the future execution of internal measurements that will be performed at UTFPR, object of an ergonomics and environment comfort project.

Keywords: thermal comfort, light comfort, measurement, education institution.

1. INTRODUÇÃO

A ergonomia pode ser considerada como sendo um conjunto de conhecimentos relativos ao homem em atividade, que nos permite desenvolver ferramentas, máquinas, espaços e os próprios sistemas de trabalho, para que estes traduzam o máximo de conforto, segurança e eficiência (LUZ, 2008). Sendo considerada como uma área de interdisciplinaridade, tendo preocupações gerais com o ambiente de trabalho, como o conforto térmico, acústico e lumínico.

Assim o ambiente escolar é de grande importância para o aprendizado do aluno, pois neste ambiente é que o aluno passa quatro horas diariamente, podendo este período ser desdobrado ainda por mais horas. Conseqüentemente, a acomodação ergonômica do ambiente é importante, pois são determinadas como as condições de ordem física, como a limpeza, a organização, a conservação, a iluminação, a temperatura, o ruído e o mobiliário escolar (SIQUEIRA; OLIVEIRA e VIEIRA, 2008).

Conforto visual é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes (PEREIRA, 2000).

As condições de iluminação de um ambiente interferem diretamente no mecanismo fisiológico da visão e também na musculatura que comanda os movimentos dos olhos (RODRIGUES e SANTANA, 2005). Em todos locais de trabalho deve existir iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.

A iluminação da sala de aula é um ponto importante para a rentabilidade do aluno, segundo Siqueira, Oliveira e Vieira (2008), ela precisa ser uniformemente distribuída e difusa pelo ambiente, devendo ser projetada e instalada de forma que evite o ocasionamento de ofuscamento, reflexos, sombras e contrastes excessivos, para contribuir com a produtividade, satisfação dos alunos e diminuir a fadiga.

O estresse ocasionado pelo calor ou frio em ambiente de trabalho, é motivo de preocupação por parte de autoridades e diretores das firmas e do Ministério do Trabalho, por comprometer, além da produtividade, a saúde física e mental dos trabalhadores (REIS, 2000).

O conforto térmico das salas de aula, que são acompanhadas de alterações funcionais que chegam a todo o organismo, porque de acordo com Siqueira, Oliveira e Vieira (2008), em um ambiente com calor excessivo causa cansaço e sonolência nos alunos, assim reduzindo ligeireza e aumentando os erros de respostas. Porém, em ambiente frio, diminui a concentração, pois o corpo necessita de calor, assim aumentando a atividade corporal, o que faz enfraquecer a atenção, prejudicando o trabalho intelectual dos alunos.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo propor uma metodologia para se determinar o tamanho da amostra quantitativa de salas de aula de um complexo de ensino, para medições de variáveis ambientais internas, a partir de dados extraídos de estudo piloto.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:

1. Classificação da pesquisa.
2. Normalização existente sobre conforto ambiental.
3. Protocolo experimental.

3.1. Classificação da pesquisa

A pesquisa é de caráter descritivo exploratório, a metodologia teve natureza predominante quantitativa, em relação aos dados obtidos pelos equipamentos de medição. Para a coleta de dados foram realizadas pesquisas das normas técnicas, assim como da literatura especializada, em periódicos nacionais e internacionais, abrangendo os últimos anos (GIL, 1999; LAKATOS e MARCONI, 2001).

É também classificada como um estudo de caso, pois tem o objetivo de alcançar um conhecimento amplo e detalhado do tema a partir de um estudo profundo de um ou poucos objetos relacionados a ele (GIL, 1991). Este estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, nos meses de agosto a dezembro, do ano de 2008.

3.2. Normalização existente sobre conforto ambiental

3.2.1 Iluminação

- **NBR 5382 - Verificação de iluminância de interiores:** Esta Norma fixa o modo pelo qual se faz a verificação da iluminância de interiores de áreas retangulares, através da iluminância média sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral.
- **NBR 5413 - Iluminância de interiores:** Esta Norma estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras.

3.2.2 Temperatura

- **ISO/DIS 7726/1998 - Ambientes térmicos - Instrumentos e métodos para a medição dos parâmetros físicos:** Fornece informações sobre as variáveis físicas que caracterizam um ambiente, como: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade do ar e velocidade do ar. Visa orientar e padronizar a medição dos parâmetros físicos de ambientes, orientando quanto à utilização de equipamentos de medição e a coleta de dados.
- **ISO 7730/2005 – Ambientes térmicos moderados – Determinação dos índices PMV e PPD e especificações das condições para conforto térmico:** Apresenta um método que permite estimar a sensação térmica do corpo em um ambiente (PMV), bem como estimar a porcentagem de pessoas insatisfeitas com o mesmo (PPD). Fornecem valores de isolamento térmico de diversos tipos de roupas e também valores de taxas metabólicas para algumas atividades, valores esses necessários para o cálculo do PMV. Também orienta quanto aos requerimentos necessários para o conforto térmico em um ambiente.

3.3. Protocolo experimental

O trabalho foi desenvolvido na UTFPR, Campus Ponta Grossa, nos meses de agosto a dezembro do ano de 2008. A figura 1 ilustra a Instituição, com a indicação de cada bloco em estudo. O Bloco G possui 16 salas, o Bloco H possui 6 salas e o Bloco C, 26 salas, que é composto por laboratórios e salas de aula.

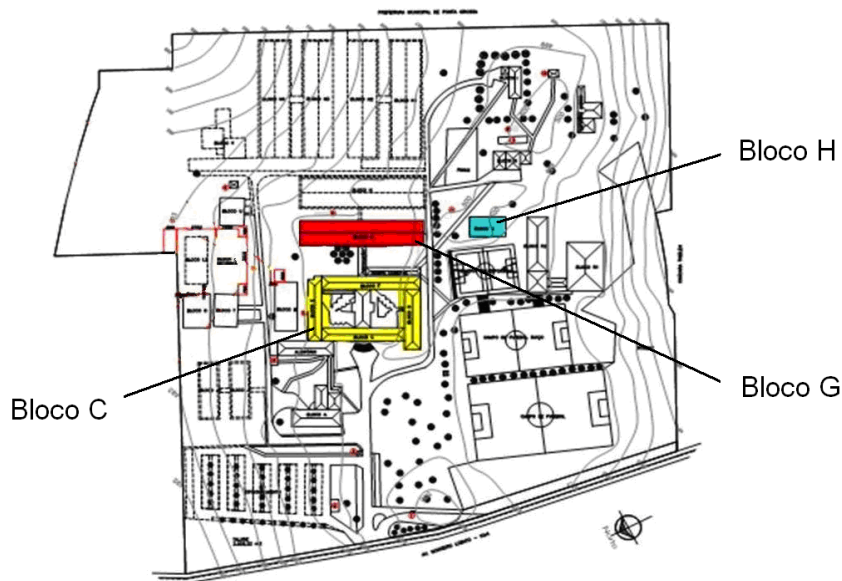


Figura 1 – Planta da UTFPR-PG

Fonte: UTFPR

Foi efetuado um estudo piloto para determinar o tamanho da amostra e o ponto significativo das medições nas salas de aula. Neste estudo piloto foram realizadas medições para temperatura e iluminação nas salas de aula.

Inicialmente foi identificado que a Universidade possui 48 salas de aula, divididas em três blocos, sendo bloco G, H e C. Então foram selecionadas aproximadamente 20% das salas de cada bloco (10 salas),

fazendo a proporção da quantidade de salas, obteve-se 5 salas no bloco C, 3 salas no bloco G e 2 salas no bloco H, todas de forma aleatória.

Nas salas de aula, foram identificados 15 pontos para medição da temperatura, umidade relativa do ar e iluminação. Para a determinação destes pontos, a sala foi dividida em 6 partes em seu comprimento e 4 partes em sua largura, então, os pontos foram determinados pelos cruzamentos das linhas de divisão ou chamados de malhas retangulares. Para as salas avaliadas a malha com 15 pontos é suficiente para analisar o ambiente de forma satisfatória. Com exceção de duas salas do bloco G, todas as medições, inclusive a da amostra completa, foram realizadas no período da tarde, com início às 13h e término às 19h.

Dessa forma pode-se avaliar toda a área da sala de modo bem distribuído e também há espaço suficiente para que haja circulação normal dos usuários dentro da sala de aula. Na figura 2 pode-se observar a malha retangular utilizada nas salas da UTFPR.

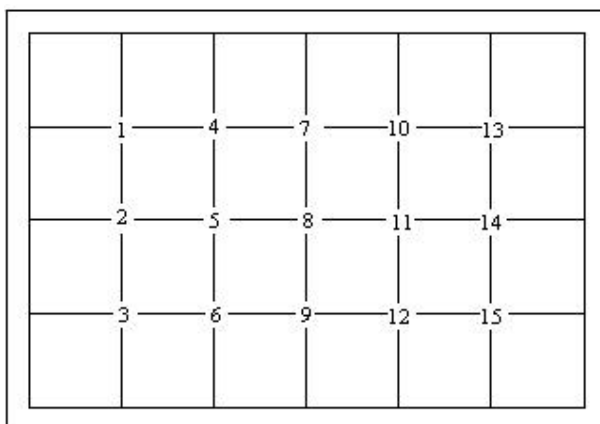


Figura 2 – Malhas retangulares

Fonte: Autores

A malha pode ser adaptada de acordo com o tamanho do ambiente que será avaliado e também considerando as necessidades de utilização dos usuários. Assim, em uma sala muito pequena a malha retangular pode apresentar uma quantidade menor de pontos, e o inverso acontecerá para uma sala muito grande.

No caso da sala não apresentar uniformidade na disposição dos móveis ou equipamentos, como é o caso dos laboratórios da Universidade, a definição dos pontos não segue necessariamente a determinação dos 15 pontos. Então devem ser analisados os pontos nas áreas da sala com maior utilização, por exemplo, em um laboratório de informática, a medição é realizada na frente de cada computador.

O equipamento utilizado para a medição da intensidade luminosa foi o luxímetro digital, que possui capacidade de medição de 0 a 100.000 lux, precisão de $\pm 5\%$ e tempo de resposta de 0,4s.

Para a medição da temperatura do ar foram utilizados os Data Logger's, que possuem capacidade de medição de temperaturas de -20°C a $+70^{\circ}\text{C}$, precisão de $\pm 0,7^{\circ}\text{C}$ a 20°C , tempo de resposta de 15 minutos e capacidade de armazenamento de até 7944 dados. Utilizaram-se 15 Data Logger's, sendo um para cada ponto das malhas retangulares.

Esses equipamentos foram empregados para a medição das variáveis ambientais, como a temperatura do ar, umidade do ar e iluminação. Todos previamente calibrados, de acordo com os dizeres da ISO 7726.

média aritmética das medições entre todos os pontos. O ponto significativo é aquele em que o valor do parâmetro se aproximou mais da média entre todos os pontos da malha retangular. Nas medições futuras os parâmetros ambientais serão coletados apenas no ponto que representa a sala.

Para a determinação do tamanho da amostra final foi utilizada a fórmula de Triola, onde se utiliza o tamanho da população, o desvio padrão das medições, o grau de confiança de 95% e a margem de erro (5% neste estudo).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados das medições de iluminação e temperatura, respectivamente, obtidos nesta pesquisa piloto. Os números em destaque, em cada tabela, representam os pontos significativos adquiridos na medição das salas.

Tabela 1 - Medidas de Iluminação

PONTO	SALAS DE AULA									
	G-101	G-107	G-005	C-102	C-202	H-003	H-207	C-207	C-201	C-203
1	377	294	345	433	504	595	611	779	732	1066
2	405	355	453	505	547	674	617	1224	742	1910
3	400	344	446	579	505	799	396	1678	619	3590
4	462	359	429	480	588	676	690	939	1110	1177
5	468	409	491	578	648	782	698	1215	921	2160
6	443	370	480	788	628	1042	545	1781	782	3790
7	405	353	447	494	624	731	733	984	1191	1009
8	494	409	502	602	673	842	781	1371	966	1333
9	433	380	490	689	687	860	682	1777	836	1374
10	531	367	443	514	616	724	820	1093	917	913
11	520	396	491	570	648	831	863	1279	931	933
12	437	358	475	504	660	1024	709	1676	816	827
13	508	347	358	466	519	627	1192	1458	576	769
14	485	363	355	510	567	768	1017	1186	144	989
15	398	330	405	568	531	1350	978	1397	660	1323
Média	451,07	362,27	440,67	552,00	596,33	821,67	755,47	1322,47	796,2	1544,2
Desvio-padrão	48,94	29,69	52,74	91,33	63,32	193,76	198,94	310,06	248,50	952,81

Fonte: Autores

Tabela 2 - Medidas de Temperatura

PONTO	SALAS DE AULA									
	G-101	G-107	G-005	C-102	C-202	H-003	H-207	C-207	C-201	C-203
1	20,69	21,14	21,33	19,91	19,14	19,42	19,33	21,62	20,76	23,09
2	20,67	21,81	21,24	19,91	19,43	19,42	19,37	22,38	21,33	23,53
3	20,29	21,05	20,86	19,91	19,33	19,33	19,37	21,62	21,05	24,01
4	21,33	21,52	21,33	20,19	19,62	19,14	19,37	22,00	21,33	23,73
5	20,76	20,76	20,67	19,71	18,76	19,04	19,14	21,52	20,95	22,96
6	20,57	21,33	21,24	20,19	19,52	19,52	19,91	21,81	21,43	24,30
7	20,67	21,52	21,24	19,91	19,62	19,04	19,42	21,90	21,43	23,44
8	20,86	21,52	21,71	20,29	19,62	18,95	19,81	22,09	21,14	23,82
9	20,38	21,52	21,24	20,10	20,00	19,14	19,71	21,81	21,33	23,73
10	20,95	21,24	21,24	19,81	19,62	19,42	19,62	22,09	21,53	23,63
11	20,95	22,19	21,43	19,91	19,62	18,95	19,62	22,09	21,24	23,63
12	20,48	21,52	21,33	20,00	19,81	19,14	19,90	21,81	21,71	23,63
13	21,05	21,62	21,33	19,91	19,90	19,04	19,62	22,48	22,00	23,92
14	20,76	22,19	21,33	19,91	19,62	19,04	19,62	22,09	21,52	23,82
15	20,67	21,43	21,62	20,29	20,48	19,42	20,48	22,38	21,81	24,11
Média	20,74	21,49	21,28	20,00	19,61	19,20	19,62	21,98	21,37	23,69
Desvio-padrão	0,27	0,38	0,25	0,17	0,39	0,20	0,33	0,29	0,33	0,35

Fonte: Autores

Realizado a média e o desvio-padrão final das amostras que mais variaram nas medições, que foi o caso das medidas de iluminação, a tabela 3 apresenta as médias e desvio-padrão final que foi utilizado para a determinação do tamanho da amostra final.

Tabela 3 – Média final de Iluminação

	Médias	Desvio-padrão
	451	49
	362	30
	440	53
	552	91
	596	63
	822	194
	755	199
	1322	310
	796	249
	1544	953
Total	764	275

Fonte: Autores

Com esses resultados foi determinado o tamanho da amostra, de acordo com a fórmula de Triola (2005):

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2 \cdot (Z^{\alpha/2})^2}{(N - 1) \cdot \epsilon^2 + \sigma^2 (Z^{\alpha/2})^2} \quad (1)$$

Onde:

n: tamanho da amostra

N: tamanho da população

 $Z^{\alpha/2}$: grau de confiança ϵ^2 : margem de erro σ^2 : desvio padrão

O resultado encontrado desse cálculo foi que para a população de 48 salas de aula da Universidade, será necessário medir 22 salas, para ser uma amostra significativa. Já tem-se as medições de 10 salas, restando 12 salas, as quais foram escolhidas aleatoriamente em cada bloco, mantendo-se as devidas proporções com a quantidade total de salas em cada bloco, ou seja, foram medidas mais 7 salas no bloco C, 4 salas no bloco G e 1 no bloco H.

A seguir, temos os resultados obtidos nas 12 salas restantes (tabelas 4 e 5), determinadas pela análise piloto:

Tabela 4 - Medidas de Iluminação

PONTO	SALAS DE AULA											LSD
	H-001	G-104	G-105	G-103	G-106	C-206	C-208	C-104	LIN-2	LIN-4	LPA-N	
1	433	447	443	442	549	430	726	563	550	815	392	1026
2	540	582	615	552	844	434	642	749	699	720	331	1200
3	1256	613	844	514	1401	435	499	1520	906	575	204	884
4	539	525	542	529	638	520	890	650	733	674	504	785
5	605	631	959	708	1165	640	800	731	586	758	547	740
6	922	896	2590	1057	2720	550	512	940	615	610	501	652
7	452	493	565	563	708	724	1116	622	1020	482	602	641
8	488	714	1039	661	1011	815	875	714	715	874	610	606
9	1701	673	1119	591	1745	692	410	607	520	852	610	626
10	352	537	711	531	754	860	1230	659	600	476	634	682

11	523	766	964	722	1236	966	903	834	1005	375	668	661
12	1583	1057	2600	1038	3100	898	360	1227	730	881	570	801
13	491	429	613	478	758	824	1411	624	513	888	515	892
14	604	670	1045	648	1245	970	817	834	501	471	476	779
15	1225	998	2910	999	3500	1016	301	2590	894	368	430	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	642	-	-	-
Média	780,9	668,7	1170,	668,8	1424,9	718,2	766,1	924,2	701,8		506,2	783,9
Desvio-Padrão	3	3	6	7	3	7	3	7	1	654,6	7	3
		190,8	820,9	203,9		207,8		528,3	171,4	188,5		169,9
	444,1	5	5	1	938,54	7	323,4	6	1	9	125,6	7

Fonte: Autores

Tabela 5 - Medidas de Temperatura

PONTO	SALAS DE AULA											
	H-001	G-104	G-105	G-103	G-106	C-206	C-208	C-104	LIN-2	LIN-4	LPAN	LSD
1	22,86	20,95	21,05	21,81	22,48	24,02	23,92	23,82	25,56	26,15	22,57	24,11
2	22,86	22,2	21,62	21,81	22,19	24,11	24,01	24,11	25,95	26,24	23,15	24,21
3	22,86	21,24	21,43	21,81	22,67	24,30	23,82	24,02	25,56	25,95	22,96	23,92
4	22,57	20,95	21,14	21,90	22,67	24,02	24,30	23,63	25,56	26,44	22,67	23,92
5	22,09	20,57	21,24	21,43	22,09	24,11	24,21	23,15	25,17	25,37	23,92	23,15
6	22,86	21,37	21,81	22,19	23,24	24,40	23,73	24,02	25,85	25,95	22,86	23,92
7	22,67	21,18	21,05	21,81	22,48	24,02	23,82	23,53	25,95	25,66	22,48	23,82
8	22,86	21,14	21,43	22,09	22,77	24,40	23,92	23,73	26,05	26,05	22,67	23,92
9	22,86	21,05	21,43	21,81	22,77	24,50	23,82	23,63	25,56	26,05	23,25	23,92
10	22,73	20,86	20,95	21,90	22,19	23,92	24,21	23,53	25,95	25,95	22,48	23,92
11	22,23	20,76	21,43	22,09	22,86	24,30	23,73	24,21	25,85	25,46	22,57	23,82
12	22,96	20,95	21,81	22,09	23,15	24,69	23,53	23,82	25,85	26,05	22,77	23,92
13	22,76	20,86	21,24	21,90	22,29	24,02	24,30	24,30	26,05	26,34	22,57	23,92
14	22,76	21,05	21,81	22,28	22,77	24,21	23,92	23,92	25,76	25,66	22,48	23,92
15	23,15	21,24	21,90	22,19	23,05	25,08	24,11	23,92	26,24	25,66	22,57	-
Média	22,74	21,09	21,42	21,94	22,64	24,27	23,96	23,82	25,79	25,93	22,80	23,89
Desvio-Padrão	0,27	0,37	0,31	0,22	0,36	0,31	0,23	0,30	0,27	0,31	0,39	0,23

Fonte: Autores

Tendo em mãos as temperaturas de cada ambiente foi possível analisar a homogeneidade de cada uma das salas. De acordo com a ISO 7726:1998, um ambiente pode ser classificado de duas maneiras:

- Homogêneo: um ambiente é considerado homogêneo quando os valores das variáveis físicas sofrem variações de no máximo 5%.
- Heterogêneo: um ambiente é considerado heterogêneo quando os valores das variáveis físicas sofrem variações maiores do que 5%.

Para verificarmos a variação da temperatura em cada ambiente utilizamos a fórmula da variação percentual (TRIOLA, 2005), a seguir:

$$CV = \frac{S}{x} \cdot 100$$

(2)

Onde:

CV: coeficiente de variação

S: desvio-padrão

X: média

As tabelas 6 e 7 a seguir apresentam a variação de temperatura em cada uma das salas. Como pode ser observado, todos os ambientes podem ser considerados homogêneos, já que nenhum sofreu variação de temperatura maior do que 5%. A maior variação ocorreu na sala C-202 (1,97%), e a menor na sala C-102

(0,87%).

Tabela 6 – Verificação da Homogeneidade (temperatura)

SALA	G-101	G-107	G-005	C-102	C-202	H-003	H-207	C-207	C-201	C-203	H-001
VARIACÃO (%)	1,28	1,78	1,19	0,87	1,97	1,03	1,66	1,32	1,52	1,48	1,19

Fonte: Autores

Tabela 7 – Verificação da Homogeneidade (temperatura)

SALA	G-104	G-105	G-103	G-106	C-206	C-208	C-104	LIN-2	LIN-4	LPAN	LSD
VARIACÃO (%)	1,75	1,46	0,99	1,57	1,28	0,96	1,26	1,05	1,21	1,72	0,98

Fonte: Autores

As tabelas 8 e 9 a seguir apresentam a variação de iluminação em cada uma das salas. Como pode ser observado, nenhum ambiente pode ser considerado homogêneo, pois todos os ambientes sofreram variação de iluminação maior do que 5%. A maior variação ocorreu na sala G - 105 (70,13%), e a menor na sala G -107 (8,19%).

Tabela 8 – Verificação da Homogeneidade (iluminação)

SALA	G-101	G-107	G-005	C-102	C-202	H-003	H-207	C-207	C-201	C-203	H-001
VARIACÃO (%)	10,85	8,19	11,97	16,55	10,62	23,58	26,33	23,45	31,21	61,70	56,87

Fonte: Autores

Tabela 9 – Verificação da Homogeneidade (iluminação)

SALA	G-104	G-105	G-103	G-106	C-206	C-208	C-104	LIN-2	LIN-4	LPAN	LSD
VARIACÃO (%)	28,54	70,13	30,49	65,87	28,94	42,21	57,17	24,42	28,81	24,81	21,68

Fonte: Autores

5. CONCLUSÕES

Este estudo sugere uma metodologia prática para medições de variáveis ambientais. Do estudo efetuado, verificou-se que em relação à temperatura todos os ambientes são homogêneos, pois apresentaram valores de variação inferiores a 5%, o que possibilita a utilização dos pontos significativos para avaliação do conforto dos ambientes.

Para as medições de iluminação obteve-se uma variação superior a 5%, devido à grande variação nas medições próximas das janelas e da porta, o que impossibilita a utilização de um único ponto significativo, apresentando a heterogeneidade da sala.

Neste caso, sugere-se que as medidas de iluminação sejam realizadas em blocos homogêneos em cada sala, como mostra a figura 3. Esses blocos são definidos entre alguns pontos próximos que não apresentam variação superior a 5% entre si.

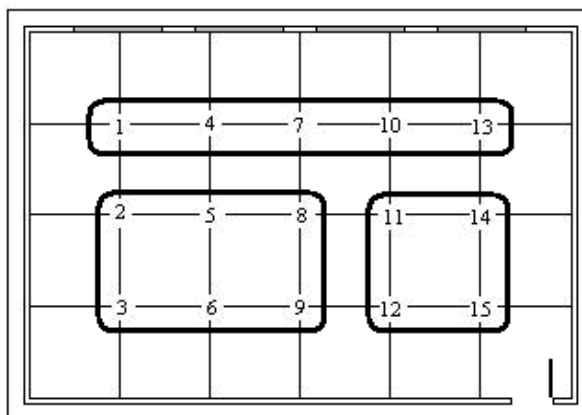


Figura 3 – Exemplo de blocos homogêneos da sala

Fonte: Autores

O tamanho das janelas variou de bloco para bloco. No bloco G e no H, há duas janelas em cada sala, sendo que as mesmas possuem 4,9 m comprimento por 2 m de altura, o que cobre praticamente um lado todo da sala. Metade das salas do bloco G e todas as salas do bloco H possuem janelas voltadas para o leste, o que interfere muito na homogeneidade, tanto na temperatura quanto na luz, do ambiente se as medições forem realizadas pela manhã. Logo, é preferível avaliar esses ambientes durante a tarde. No bloco C a orientação das salas não gera muita influência sobre os resultados, já que as salas são orientadas para o norte e para o sul, o que diminui a incidência direta de sol sobre o ambiente a ser avaliado. Essa condição permite realizar avaliações seguras tanto durante a manhã quanto à tarde, sem que haja comprometimento dos dados.

Como a medição de iluminação é o parâmetro que possui maior variação nas malhas retangulares, esta é a medida mais adequada para a determinação do tamanho da amostra.

A partir desta proposta metodológica para determinação do ponto significativo para a medição de iluminação e temperatura de salas de aula, serão realizadas em um estudo futuro, em condições normais de aula, avaliando também a sensação subjetiva dos alunos, através da aplicação de questionário semi-estruturado.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NRB 5413 Iluminância de interiores**, 1992.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ªed., São Paulo: Atlas, 2002.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities**, ISO 7726, 1998.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**, ISO 7730, 2005.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6ªed., São Paulo: Atlas, 2001.
- LUZ, S. V. **Ruído em ambientes de lazer**. Disponível em: <www.eps.ufsc.br/ergon/revista/artigos/sabrina.PDF>. Acesso em 03 de setembro de 2008
- PEREIRA, F. O. R. **Apostila de Iluminação do curso de especialização de engenharia de segurança do trabalho**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- REIS, L. F. G. **Contribuições da ergonomia para concepção de centrais de esterilização de instrumentos odontológicos**, 2000, p. 140. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia de Produção, 2000.
- RODRIGUES, L. B.; SANTANA, N. B. **Avaliação do conforto acústico e lumínico no processo de produção em uma indústria de sorvetes**. In: XII SIMPEP, São Paulo, novembro, 2005.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed., Rev. Atual, Florianópolis: LED/UFSC, 2001.
- SIQUEIRA, G. R.; OLIVEIRA, A. B.; VIEIRA, R. A. G. Inadequação ergonômica e desconforto das salas de aula em instituição de ensino do Recife-PE. **RBPS**, vol. 21, n. 1, p. 19-28, 2008.
- TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 9ªed., Rio de Janeiro: LTC, 2005.