

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DAS CONDIÇÕES LUMÍNICAS DE ESCOLAS ESTADUAIS E PARTICULARES DAS CIDADES DE BAURU/SP E LENÇÓIS PAULISTA/SP

Mariana Falcão Bormio (Unesp)

marianabormio@uol.com.br

Sileide Aparecida de Oliveira Paccola (UNESP)

sileidepaccola@yahoo.com.br

José Carlos Plácido da Silva (UNESP)

placido@faac.unesp.br

Luiz Carlos Camara Bassotto (Anhanguera)

dadinho_bassotto@hotmail.com



Ao compor ambientes o homem geralmente preocupou-se em seus projetos, com formas, beleza, estética, dimensões, materiais de construção, usos e significados. Entretanto, atualmente, sabe-se que uma configuração ambiental deve ser estabelecida visando o atendimento das necessidades e características apresentadas pelo tipo de atividade e do trabalhador que a desenvolverá. A importância dessa relação deve-se ao fato, de que, todos os componentes desse sistema influenciam-se mutuamente, resultando no condicionamento físico-psicológico do usuário, seja positivamente, despertando sensações de conforto, segurança e bem estar, que favorecem um bom desempenho e o aumento de produtividade; ou negativamente, gerando constrangimentos e insatisfações.

Atentando-se aos fatos apresentados, o presente trabalho desenvolveu um estudo enfocando a interface usuário / atividade, no contexto aluno / ambiente escolar - sala de aula, no que tange especificamente os aspectos lumínicos. O objetivo principal foi identificar a maneira como o fator ambiental lumínico, desempenha-se no ambiente escolar e qual a percepção que essa proporciona aos alunos durante o desenvolvimento da atividade de aprendizado. Para tanto, adotou-se a metodologia EWA - "Ergonomic Workplace Analysis" - Análise Ergonômica do Local de trabalho, desenvolvida por Ahonem et.al. (1989).

Palavras-chaves: Ergonomia; Conforto ambiental; iluminação

1. Introdução

Não pode-se precisar quando o homem iniciou a busca por ambientes que satisfizessem seus desejos e anseios, enquanto condições que lhe proporcionassem segurança, bem-estar e qualidade de vida. Porém, por toda história observa-se que a maioria dos projetos de ambientes preocupavam-se com formas, beleza, estética, dimensões, materiais de construção, usos e significados, fato esse que não direcionava ao principal objetivo, ou seja, a contemplação das necessidades humanas.

Atualmente, uma gama crescente de projetistas busca soluções de projeto, que atendam tais exigências, ou seja, desperte cognições que ao serem percebidas pelo usuário, resultem em reações, que o condicione físico-psicológicamente de maneira positiva, gerando conforto, satisfação, aumento da produtividade, entre outras; evitando constrangimentos e insatisfações, como fadiga, monotonia e estresse.

Entre as diversas variantes que integram a composição ambiental Verdussen (1978), identifica considerando o imediatismo de sua influência: as primárias - temperatura, iluminação, ruído, vibrações, odores, cores; e secundárias - arquitetura, relações humanas, remuneração, estabilidade, apoio social. Entretanto nem sempre é possível trabalhá-las em sua totalidade, podendo-se considerar como sendo mais comum o enfoque de alguns desses, de acordo com as necessidades do projeto em função da interface usuário / atividade.

Atentando-se aos fatos apresentados, o presente trabalho desenvolveu um estudo enfocando a interface usuário / atividade, no contexto aluno / ambiente escolar - sala de aula, no que tange especificamente os aspectos lumínicos. O objetivo principal foi identificar a maneira como essa componente ambiental desempenha-se no ambiente escolar e qual a percepção que essa proporciona aos alunos durante o desenvolvimento da atividade de aprendizado. Para tanto, adotou-se a metodologia EWA – “*Ergonomic Workplace Analysis*” - Análise Ergonômica do Local de trabalho, desenvolvida por Ahonem *et.al.* (1989).

A escolha da sala de aula como ambiente de estudo, deve-se ao fato de que entre os diversos espaços que compõem o ambiente escolar, a sala de aula apresenta um papel de destaque, pois, é onde o aluno permanece a maior parte do tempo em que se encontra nesta instituição, configurando-se assim, como seu posto de trabalho. Para Kuenzer (1992), a sala de aula é um dos espaços físicos em que o saber é produzido no interior das relações sociais, como uma produção coletiva dos homens em sua atividade real, enquanto produzem as condições necessárias às relações que estabelecem com a natureza, com outros homens e consigo mesmo. Desta maneira, assim como qualquer outro ambiente construído, essa necessita da harmonia e o devido controle entre as variáveis que a compõem, ou seja, seus agentes ambientais, os mobiliários, o layout, os aspectos arquitetônicos, os usuários, os métodos pedagógicos e metodológicos, de maneira a tornar-se funcional e atender as necessidades das atividades que ali serão desenvolvidas.

2. Iluminação

Como se sabe o homem é dotado de sentidos, que de acordo com suas especificidades são capazes de auxiliá-los no desempenho de sua sobrevivência e desenvolvimentos de atividades de uma maneira geral. Dentre esses sentidos, considera-se que a visão é o mais desenvolvido, sendo responsável por cerca de 80% das percepções (Porto, 2005). Quando estas percepções ocorrem da melhor maneira possível, seja instintivamente ou conscientemente, torna-se

possível o exercício de atividades, com precisão e segurança, e conseqüentemente existe o conforto visual (SCARAZZATO, 1989).

Considera-se que a ocorrência da visão é condicionada à presença de um único elemento – a luz, seja natural ou artificial, e que sem esta, o olho humano não pode observar formas, cores, espaços ou movimentos.

Neste contexto, sabendo da necessidade humana em relacionar-se com a luz e dos benefícios que essa proporciona e sabendo que toda a composição ambiental deve buscar configurações que a adequem a quem a utiliza, com uma freqüência cada vez maior profissionais responsáveis por tais projetos utilizam-se de artifícios da iluminação.

Direcionando ao contexto escolar, Grandjean (1998), considera que para trabalhos delicados e muito delicados, como é o caso da escrita, é necessário uma iluminação especial além da iluminação geral, estabelecendo, portanto, como condições decisivas para os locais de trabalho: a distribuição dos brilhos no campo visual; o tamanho dos objetos a serem reconhecidos; as luminâncias, que por sua vez, são determinadas pelos graus de reflexão dos objetos - cor, material e a intensidade de iluminação do local de trabalho; o contraste entre objetos e sua periferia, formação de sombras; o tempo disponível para a percepção e a idade das pessoas que estão trabalhando.

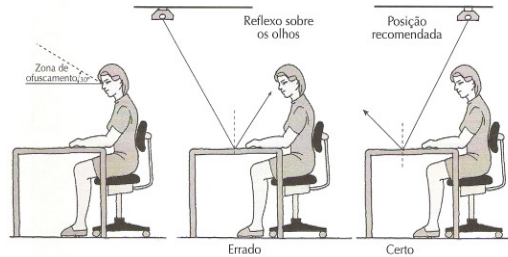
Verdussen (1978) refere-se à iluminação, proporcionada pela luz natural, como sendo a ideal, mas lembra que por razões de ordem prática, o seu uso exclusivo torna-se restrito, o que acarreta na procura da compensação do déficit gerado por meio de luzes artificiais. Para Brondani (2006), diferente da luz solar natural, que proporciona a noção de tempo, a luz elétrica artificial, torna-nos independentes, isto é, oferece autonomia para realizações de tarefas a qualquer momento. Portanto, considerar as características das lâmpadas e luminárias é um importante requisito para obter-se uma boa iluminação artificial. Desta maneira, a iluminação dos ambientes de trabalho, devem atentar-se às seguintes recomendações (IIDA, 2005):

- Sempre que possível, aproveitar a iluminação natural evitando-se a incidência direta da luz solar sobre superfícies envidraçadas;
- As janelas devem ficar na altura das mesas e as de formatos mais altos na vertical são mais eficazes para permitir uma penetração mais profunda da luz;
- A distância da janela ao posto de trabalho não deve ser superior ao dobro da altura da janela para o aproveitamento da luz natural.

Entre as atitudes que auxiliam na redução de ofuscamento identifica-se:

- A utilização de vários focos de luz ao invés de um único;
- Emprego de mecanismos de proteção para os focos das luminárias ou anteparos colocados como obstáculo entre a fonte e os olhos;
- Aumento do nível de iluminação ambiental em torno da fonte de ofuscamento, para diminuir o brilho relativo;
- Colocação das fontes de luz o mais longe possível da linha de visão;
- O posicionamento das luminárias deve ser 30° acima da linha de visão e atrás do trabalhador, para evitar ofuscamentos e reflexos, figura 01;

- Evitar a utilização de superfícies refletoras, por meio de substituição por superfícies difusoras.



Fonte: Iida, 2005.

Figura 01 - Posição das luminárias

- Para postos de trabalho que exigem maiores precisões, providenciar um foco de luz adicional, que pode ter um iluminamento de 3 a 10 vezes superior ao do ambiente geral;
- Usar cores claras nas paredes, tetos e outras superfícies, para reduzir a absorção da luz;
- A luz da lâmpada fluorescente é intermitente e pode causar efeito estroboscópico em motores ou peças em movimentos - se houver coincidência com a ciclagem de 60 hertz podem produzir uma imagem estática; havendo riscos de provocar acidentes;
- A intermitência da lâmpada fluorescente pode tornar-se incomoda para as pessoas sensíveis. Elas podem ser substituídas por lâmpadas eletrônicas com frequências e oscilações mais altas.

No Brasil existem algumas normas que indicam os valores de iluminâncias médias e mínimas para iluminação artificial em interiores de ambiente, sendo elas: NR 15 – Atividades e operações insalubres; NR 17 – Ergonomia (determina o uso da NBR 5413); NBR 5413 - Iluminância de Interiores.

A NBR 5413, é uma norma estipulada pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, que estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas, para diferentes classes de tarefas visuais, que variam de acordo com características da tarefa e dos usuários. No caso das salas de aula, tais valores devem resultar em uma iluminação de excelente qualidade, que podem ser obtidos quando essa é feita de maneira geral ou suplementar, que favorecem tanto a visão distante, como a próxima e evitando reflexos prejudiciais à leitura. Os níveis recomendados para iluminação de interiores escolares pela NBR 5413, são apresentados na tabela 01.

TABELA 01 – NÍVEIS DE ILUMINÂNCIAS – SALA DE AULA

Local		Valores
Salas de aulas		200 - 300 - 500
Quadros negros		300 - 500 - 750
Salas de trabalhos manuais		200 - 300 - 500
Laboratórios	Geral	150 - 200 - 300
	Local	300 - 500 - 750
Anfiteatros e auditórios	Platéia	150 - 200 - 300
	Tribuna	300 - 500 - 750
Sala de desenho		300 - 500 - 750
Sala de reuniões		150 - 200 - 300
Salas de educação física		100 - 150 - 200

Costuras e atividades semelhantes	300 - 500 - 750
Artes culinárias	150 - 200 - 300

Fonte: ABNT / NBR 5413

Ao observar a tabelas 01, nota-se que são fornecidos três valores de iluminância para cada tipo de atividade / local, dessa maneira para determinar o valor a ser utilizado, a NBR 5413 define alguns procedimentos, que estão especificados nos itens 5.2.1 a 5.2.4. descritos a seguir.

- Item 5.2.1: os valores de iluminâncias são definidos por classe de tarefas visuais, sendo que o uso adequado de iluminância específica é determinado pelas características da tarefa e do observador a partir dos fatores: idade, velocidade / precisão e refletância do fundo da tarefa. À esses fatores são atribuídos um peso variável entre -1, 0 ou +1, de acordo com a tabela 05.

TABELA 05 – FATORES DETERMINANTES DA ILUMINÂNCIA ADEQUADA

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Para a realização desse cálculo desse seguir o seguinte procedimento: analisa-se cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 ou +1); soma-se os três valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal; usa-se a iluminância inferior do grupo, quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior, quando a soma for +2 ou +3; e a iluminância média, nos outros casos.

- Item 5.2.3: considera que a maioria das tarefas visuais apresenta pelo menos média precisão; entretanto, de acordo com o item 5.2.4 atribuído para cada tipo de local ou atividade, três iluminâncias são indicadas, sendo a seleção do valor recomendado feita de acordo com os itens relacionados na tabela 06:

TABELA 2 - VALORES DE ILUMINANCIA A SEREM CONSIDERADOS

Item 5.2.4.1. Valor médio	Pode ser utilizado em todos os casos
Item 5.2.4.2. Valor mais alto	A tarefa se apresenta com refletâncias e contrastes bastante baixos; Erros são de difícil correção; O trabalho visual é crítico; Alta produtividade, ou precisão, são de grande importância; A capacidade visual do observador está abaixo da média.
Item 5.2.4.3. Valor mais baixo	refletâncias ou contrastes são relativamente altos; a velocidade e/ou precisão não são importantes; a tarefa é executada ocasionalmente.
Nota: Como exemplo de precisão, pode-se mencionar a leitura simples de um jornal versus a leitura de uma receita médica, sendo a primeira sem importância e a segunda crítica.	

3. Método, sujeitos e ambiente

O presente trabalho adotou a metodologia EWA – “*Ergonomic Workplace Analysis*” - Análise Ergonômica do Local de trabalho, desenvolvida por Ahonem *et.al.* (1989); que se destaca pela

importância histórica, no contexto de análise ergonômica do local de trabalho, caracterizada por abordagens subjetivas e objetivas.

Esta metodologia consiste em uma APO, desenvolvida por meio da aplicação de um protocolo que avalia o local de trabalho, com uma abordagem ampla, que possibilita diferentes enfoques, seja de forma geral, abordando o ambiente como um todo, ou mesmo pontual, enfocando por exemplo o mobiliário, de maneira a não somente caracterizar fisicamente o local de trabalho, mas também a percepção do usuário e do avaliador em relação ao processo de trabalho.

A aplicação do EWA é utilizada para a realização de análise ergonômica detalhada do local de trabalho, por meio de itens que enfocam aspectos da fisiologia do trabalho, biomecânica ocupacional, psicológicos, higiene ocupacional, em um modelo participativo com a organização do trabalho.

Neste estudo de caso, a análise foi desenvolvida no ambiente escolar, especificamente nas salas de aula, pois, entende-se que é neste local, onde desenvolve-se predominantemente o trabalho de aprendizado pelos usuários-alunos. A amostragem de escolas foi definida objetivando diversidade de realidades sociais dos alunos e de configuração ambiental e aspectos construtivos dos edifícios, optando-se, portanto, pelo trabalho em instituições particulares e públicas das cidades de Bauru - SP e Lençóis Paulista - SP. As instituições escolhidas para o estudo foram: Particulares (Fênix – Cursos e Colégio, Bauru/SP; Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) “João Martins Coube” – Bauru/ SP; Colégio São José, Lençóis Paulista/SP; SENAI Lençóis Paulista - Lençóis Paulista/SP); Estaduais: (Escola Estadual (EE) Professor “Ernesto Monte” – Bauru/SP; EE Professor “Morais Pacheco” – Bauru/SP; EE Dr. “Paulo Zillo”, Lençóis Paulista/SP; EE Prof. “Rubens Pietraróia”, Lençóis Paulista/SP).

Este estudo foi direcionado a uma população de 213 alunos do ensino médio, com idade entre 15 e 17 anos, sendo os participantes escolhidos entre os presentes no momento da realização da coleta dos dados, dispostos a participar da pesquisa, tendo em vista a capacidade de compreensão e inquirição satisfatórias.

2.1. Procedimentos para aplicação da pesquisa

O primeiro passo para a aplicação da pesquisa, consistiu-se na realização de uma visita a cada instituição, sendo explicado nesse momento o conteúdo e a forma como essa se desenvolveria, os objetivos esperados e solicitada autorização da direção para a aplicação do trabalho com os alunos. Nessa oportunidade também foram registradas as primeiras impressões locais das instituições, com relação às características físico-ambientais, mobiliários e usuários. A definição da sala de aula a ser trabalhada foi feita pelo diretor ou responsável pela instituição, mediante os critérios estabelecidos e solicitados pelos avaliadores.

Tendo em vista o grande número de alunos e o pouco tempo para a aplicação do protocolo, optou-se por uma entrevista coletiva, com preenchimento individual e simultâneo. Desta maneira, cada voluntário-aluno recebeu um termo de consentimento, que esclarecia o objetivo da pesquisa, assim como a forma como esta seria desenvolvida. Esse termo foi devidamente assinado pelo aluno e por seu responsável legal e arquivado pelos avaliadores.

A seguir foi entregue a cada aluno, um protocolo, impresso em papel formato A4 (21 X 29,7 cm), com 14 questões objetivas e campos para respostas diretas e possíveis observações. Lembra-se que por tratar-se de um ambiente escolar, os avaliadores optaram por excluir a

questão de número três, pois, refere-se à levantamento de cargas. O preenchimento do protocolo ocorreu em três etapas, que serão descritas a seguir:

- **Avaliações dos alunos:** desenvolveu-se por meio de entrevista coletiva, sendo o preenchimento individual e simultâneo. Nesta fase, um dos avaliadores conduzia a entrevista, lendo cada item em voz alta, mostrando as alternativas de respostas e esclarecendo possíveis dúvidas. As perguntas enfocavam as percepções que o usuário tinha em relação ao local de trabalho, devendo essas, serem respondidas mediante uma análise subjetiva, expressas por uma classificação variável de bom ++; regular +; ruim -; a muito ruim --;
- **Medições técnicas e registros fotográficos:** as medições dos valores de iluminação foram realizadas pelo outro avaliador. Estas medições foram realizadas utilizando-se aparelho adequado, evidentemente calibrados por órgão responsável. Os valores obtidos foram devidamente anotados no campo pré-estabelecido no protocolo. Nessa etapa registrou-se por meio de fotografias o usuário utilizando o local.
- **Análises do Avaliador:** desenvolvidas de maneira objetiva, consistindo nas percepções dos avaliadores em relação aos usuários desenvolvendo suas atividades, objetivando assim, determinar o desvio entre as condições de trabalho constatadas no ambiente em relação às recomendações da metodologia EWA, que apresenta-se em acordo com as normas brasileira. Para tanto, obedeceu-se a uma escala onde os índices de classificação variam de 1 à 5, sendo 1 – ideal, 2 – bom, 3 – regular, 4 – ruim, e 5 – péssimo. A determinação da classificação foi feita a partir da premissa de que para tarefas que requerem acuidade visual normal, o iluminamento é medido e o grau de ofuscamento é avaliado por observação, enquanto que, para tarefas que requerem alta acuidade visual, se possível, mede-se as diferenças de iluminação, sendo assim, a atividade analisada – aprendizagem, necessita de uma demanda de acuidade visual normal; seguindo os seguintes passos:
 - a) Medição do valor de iluminamento do local de trabalho com um luxímetro;
 - b) Cálculo da porcentagem de iluminamento a partir dos valores obtidos com as medições, seguido da comparação do resultado com o que valor recomendado para o local de trabalho: $100 \times \text{valor medido} / \text{valor recomendado}$;
 - c) Determinação da quantidade de ofuscamento observando, se há ou não luz clara/radiante, superfícies refletoras ou escuras e também áreas brilhantes, que forneçam grande quantidade de iluminamento por todos os lados na área de visão;

Para a realização do cálculo da porcentagem de iluminamento seguiram-se as indicações estabelecidas na NR 17, item 17.5.3.3, que determina que seja considerado o nível mínimo de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho, sendo os valores de iluminâncias estabelecidos na NBR 5413. Segundo a NBR 5413, item 5.2, os valores estabelecidos para a constituição lumínica do ambiente escolar, variam de 200, 300 a 500 lux, e devem ser definidos, de maneira que haja a melhor adequação específica entre as características do local e os usuários que o ocupam para o desenvolvimento da tarefa analisada, conforme exposto anteriormente na tabela 05. Desta maneira, obteve-se o seguinte contexto: os sujeitos avaliados apresentavam idade entre 15 e 17 anos, encontrando-se assim o índice -1; considera-se que a atividade de aprendizagem apresenta certo grau de precisão, portanto índice 0; e a refletância do fundo da tarefa é inferior a 30%, ou seja, índice +1; totalizando

assim um valor de peso 0, devendo, portanto, ser adotado a iluminância média, ou seja, o valor de 300 lux. As classificações para tal análise encontram-se especificadas na tabela 07.

TABELA 07- ILUMINAÇÃO - % DO VALOR INDICADO

1	100
2	50 – 100
3	10 – 50
4	Abaixo de 10

3. Caracterizações e análises

As caracterizações e análises foram desenvolvidas em duas etapas, a primeira que feita de maneira individual de cada escola, identificando a configuração física do local, implantação do sistema de iluminação e medições dos valores de iluminação; e a segunda que tabulou os valores obtidos em dois grupos, os das escolas estaduais e os das escolas particulares, tornando assim possíveis a comparação dos resultados observados nas duas situações.

3.1. Caracterização e análises por escola

3.1.1. Colégio Fênix

A sala de aula analisada nessa instituição apresenta um sistema de iluminação natural, realizado por janelas do tipo basculante (7,20m X 1,50m) com vidros transparentes, localizadas na parede do fundo; e um sistema de iluminação artificial, contendo oito pontos com duas lâmpadas fluorescentes cada, figura 02.

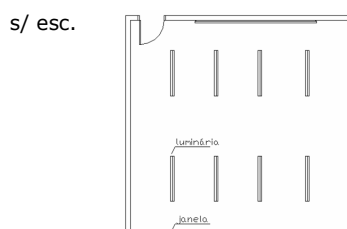


Figura 02 – Planta sistema de iluminação

Devido à orientação do prédio, identificou-se grande incidência de raios solares, que são controlados por meio de *brises soleil*, fixos na fachada externa e por persianas móveis no interior da sala de aula.

As medições referentes à iluminação, realizadas nesse local, oscilaram entre os valores de 171 lux e 250 lux, resultando num valor médio de 210,5 lux. Dessa maneira, ao calcular-se a porcentagem de iluminamento, por meio da comparação dos valores medidos *in loco* com o valor recomendado obtiveram-se valores que indicaram a ocorrência de iluminamento no ambiente em porcentagens que variaram entre 57% e 83,3% do valor indicado. Destaca-se ainda, que não foram identificados problemas com superfícies refletoras ou escuras dentro da sala de aula. Pode-se concluir, portanto, que segundo as análises realizadas pelo avaliador, a classificação identificada para o local foi boa – 100%, figura 62, enquanto que as análises desenvolvidas pelos trabalhadores com caráter subjetivo, considerando as percepções que os usuários tem do ambiente ao desenvolver suas atividades, mostraram a predominância do

índice bom em 86% das considerações.

3.1.2. Escola Estadual Professor “Ernesto Monte”

Ao caracterizar a sala de aula, observou-se a presença de um sistema de iluminação natural, proveniente das quatro janelas, do tipo basculante (1,33m X 2,45m), localizadas em uma das laterais. Entretanto, o fato destas apresentarem pintura bege em seus vidros, prejudica a eficiência da passagem de raios solares, atrapalhando assim esse processo. Neste contexto, considera-se somente a iluminação artificial do local, que é feita por quatro pontos com duas lâmpadas fluorescentes cada, figura 03.

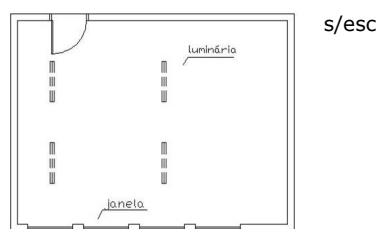


Figura 03 – Planta sistema de iluminação

Ao desenvolver as medições técnicas estabelecidas pelo EWA, para a realização das análises da iluminação, o avaliador identificou os valores: máximo de 920 lux e mínimo de 997 lux, numa média de 958,5 lux, que ao serem aplicados nos cálculos da porcentagem de iluminamento do local, identificou que esta ocorre em 319%, ou seja, ultrapassa a porcentagem recomendada. Destaca-se ainda, que não foram identificados problemas com superfícies refletoras ou escuras dentro da sala de aula.

Tais resultados classificaram o ambiente, como sendo ideal 100%. As análises realizadas subjetivamente pelos alunos, a partir das percepções que esses possuem do ambiente, apresentaram como resultados a classificação regular em 55% para o local.

3.1.3. Escola Estadual Professor “Morais Pacheco”

O partido arquitetônico da edificação apresenta grandes aberturas, que permitem a ocorrência de grande incidência de raios solares, favorecendo a iluminação do local. Nessa sala de aula especificamente, as janelas são do tipo basculante (6,90m X 4,00m) com caixilhos de ferro e vidros transparentes, localizadas em uma parede lateral. Para que se possa ter controle da entrada de luz, existem cortinas móveis instaladas internamente. Quando necessário, pode-se recorrer ao sistema de iluminação artificial, que consta de seis pontos com duas lâmpadas fluorescentes cada, figura 04.

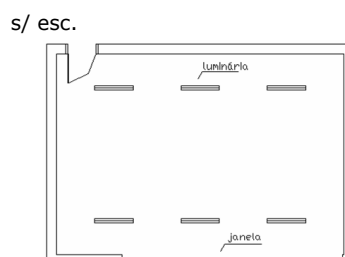


Figura 04 – Planta sistema de iluminação

As medições técnicas realizadas pelo avaliador identificaram valores de iluminação que variaram entre 1300 lux e 500 lux, com média de 600 lux. Concluiu-se que o índice de porcentagem de iluminamento médio é de 200% do valor recomendado. Não foram identificados problemas com superfícies refletoras ou escuras dentro da sala de aula. Portanto, o local apresentou condições de iluminação predominantemente ideais - 100%. Enquanto que as análises subjetivas das percepções ambientais, desenvolvidas pelos trabalhadores, classificou o ambiente como regular - 63%.

3.1.4. Escola SENAI "João Martins Coube"

Essa sala de aula apresenta um sistema de iluminação natural, realizado por janelas do tipo basculante (7,26m X 2,00m), compostas por caixilhos de ferro e vidros transparentes, localizadas em uma das laterais e janelas duas folhas de correr (1,53m X 1,50m), na outra lateral. Conta também, com um sistema artificial composto por nove pontos com quatro lâmpadas fluorescentes cada, figura 05.

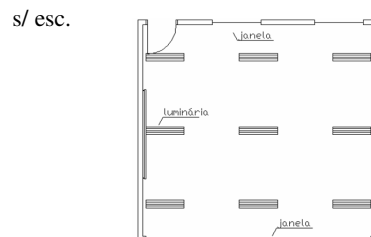


Figura 05 – Planta do sistema de iluminação

Conforme pode ser observado e confirmado pelos alunos, a grande incidência de raios solares provenientes das janelas basculantes causava ofuscamento, portanto, foram instaladas persianas que permanecem abaixadas o tempo todo, para desempenhar o papel de barreira.

As medições técnicas referentes à iluminação, realizadas nesse local, apresentaram um valor médio de 660 lux, pois, oscilaram entre os valores de 982 lux e 998 lux. Seguindo as indicações da metodologia EWA, para desenvolver a classificação da qualidade lumínica do local, calculou-se a porcentagem de iluminamento obtendo-se um valor médio de 220% da porcentagem da ocorrência de iluminamento indicada para o ambiente. Não foram identificados problemas com superfícies refletoras ou escuras dentro da sala de aula.

A partir dos resultados obtidos concluiu-se, segundo as análises realizadas pelo avaliador, que o ambiente apresenta predominantemente boas condições lumínicas – 100%. Entretanto, as análises desenvolvidas pelos trabalhadores de acordo com as percepções subjetivas que possuem do ambiente ao desenvolver suas atividades, mostraram a predominância da classificação boa em 86%.

3.1.5. Colégio São José

A sala de aula apresenta um sistema de iluminação natural realizado por três janelas do tipo basculante (1,70m X 1,50m) composta por caixilhos de ferro e vidros transparentes, localizadas em uma das paredes laterais; e um sistema de iluminação artificial, contendo quatro pontos com três lâmpadas fluorescentes cada, figura 06.

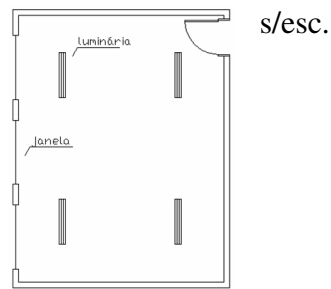


Figura 06 – Planta do sistema de iluminação

As medições realizadas pelo avaliador mostraram que a iluminação nesse local ocorre com um valor médio de 368 lux, pois, variaram de 226 lux e 510 lux. Tais valores ao serem utilizados para o cálculo da porcentagem de iluminamento do local, resultaram em uma porcentagem média de 122% do valor indicado. Dessa maneira pode-se concluir, segundo as análises técnicas realizadas pelo avaliador, que o ambiente possui predominantemente boas condições lumínicas – 59%, assim como pelas análises desenvolvidas subjetivamente pelos trabalhadores, considerando as percepções este obtém do ambiente ao desenvolver suas atividades, 52%.

3.1.6. Escola Estadual Dr. “Paulo Zillo”

Nesse local a iluminação é feita de duas maneiras: naturalmente pelas três janelas, do tipo basculante (1,60m X 2,00m), com caixilhos de ferro e vidros transparentes; localizadas em uma das laterais da sala; e artificialmente, por um sistema contendo seis pontos com duas lâmpadas fluorescentes cada. Figura 07.

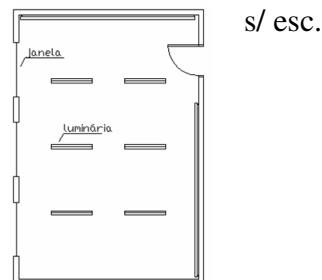


Figura 07 – Planta sistema de iluminação

As medições referentes à iluminação, realizadas nesse local, oscilaram entre os valores de 415 lux e 958 lux, resultando num valor médio de 686,5 lux. A porcentagem de iluminamento, resultou em um valor médio de 229% do valor indicado. Não foram identificados problemas com superfícies refletoras ou escuras dentro da sala de aula. Portanto, segundo as análises realizadas pelo avaliador, o ambiente como apresentando boa iluminação 100%; enquanto que nas análises subjetivas desenvolvidas pelos trabalhadores, considerando as percepções que esses tem do ambiente, predominou a classificação regular - 67%.

3.1.7. Escola Estadual Professor “Rubens Pietraróia”

A sala de aula apresenta um sistema de iluminação natural, proveniente das janelas do tipo basculante (9,95m X 1,25m), compostas por caixilhos de ferro e vidros transparentes, que ocupam a parede toda de uma das laterais; e artificial, dos seis pontos com quatro lâmpadas fluorescentes cada, figura 08.

s/ esc.

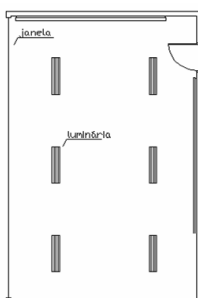


Figura 08 – Planta sistema de iluminação

Ao desenvolver as medições técnicas das condições lumínicas do local, o avaliador identificou valores que oscilaram entre 197 lux e 332 lux, com um valor médio de 264,5 lux, que acarreta em uma porcentagem de iluminamento média de 88%. Não foram identificados problemas com superfícies refletoras ou escuras dentro da sala de aula.

Os resultados classificaram segundo as análises dos avaliadores, a iluminação ambiental como predominantemente boa – 75%. Entretanto, as análises desenvolvidas pelos trabalhadores, classificaram o ambiente como apresentando condições ruins 53%.

3.1.8. Escola SENAI Lençóis Paulista

A iluminação desta sala de aula é feita naturalmente por janelas do tipo basculante 2,00m X 2,00m – lateral e 2,70m X 2,00 fundo; e artificialmente por oito pontos com duas lâmpadas fluorescentes cada, figura 09.

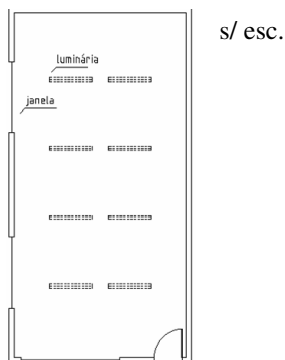


Figura 09 – Planta sistema de iluminação

O posicionamento das janelas em relação à incidência de luz solar torna necessária a presença de persianas, que são utilizadas abertas de maneira a evitar ofuscamento interno.

Ao realizar as medições dos índices de iluminação, obtiveram-se resultados que apresentaram valores que oscilaram entre 363 lux e 501 lux num valor médio de 432 lux. O cálculo da porcentagem de iluminamento foi de 144% do valor indicado. Concluiu-se assim que, segundo as análises realizadas pelo avaliador, que o ambiente apresentou condições de iluminação predominantemente ideais – 100%, enquanto que as análises subjetivas desenvolvidas pelos trabalhadores mostraram a predominância de boas condições - 83%.

3.2. Análise comparativa ente as condições encontradas nas escolas estaduais e particulares

A partir dos resultados obtidos com as análises individuais das condições luminicas das salas de aula, pode-se constituir um quadro comparativo, entre as instituições estaduais e as particulares. Conseqüentemente pode-se identificar e assim destacar, possíveis diferenças em relação aos aspectos avaliados, tanto pela abordagem do avaliador, como pela dos alunos.

As análises desenvolvidas pelo avaliador classificaram as instituições estaduais como apresentando condições lumínicas em 81% como sendo ideais e 19% boas; enquanto que nas particulares os índices encontrados foram de 60% ideais e 40% como boas. As análises desenvolvidas pelos trabalhadores, geraram um quadro onde as escolas estaduais foram classificadas predominantemente como sendo 47% regulares, 33% ruins, 12%boas, 8% muito ruins; enquanto que as particulares como sendo em 69% boas, 28% regulares e 3% ruins. Concluiu-se por meio da observação dos resultados das análises dos trabalhadores/alunos, que a insatisfação dos alunos da rede pública em relação ao local onde desenvolvem o trabalho de aprendizagem foi clara e grande.

4. Bibliografia

AHONEM, Mauno; ILMARINEN, Raija; KUORINKA, Ilkka; LAUNIS, Martin; LEHTELÄ, timo; LUOPAJÄRVI, Tuulikki; SAARI, Jorma; SEPPÄLÄ, Pentti; STÄLHAMMAR, Hannur. *Ergonomic Workplace Analysis*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1989Kuenzer (1992),

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras**. 2002. Disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp. Acesso em: 01 fevereiro. 2007.

BRONDANI, Sergio Antonio. **A percepção da luz artificial no interior de ambientes edificadas**. Florianópolis: UFSC, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

COSTI, Marilene. **A influência da luz e da cor em salas de espera e corredores hospitalares**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2º Edição ver. e ampl. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2005.

GODOY, P.; STILLER, E. **Técnica, experiência e criatividade interagem no design da iluminação**. 6º Lighting Design - **Projeto Design**. São Paulo, n.250, p.98-101, dez. 2000

GRAÇA, Valéria Azzi Collet da. **Otimização de projetos arquitetônicos considerando parâmetros de conforto ambiental: o caso das escolas da rede estadual de São Paulo**. 2002. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

NBR 5413 (NB 57). **Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, julho de 1991.

PORTO,L.G.C. **Apostila de Iluminação**. Curso de Especialização em Engenharia Segurança do Trabalho da Faculdade de Engenharia – Unesp – Bauru. Bauru, 2005.

SCARAZZATO, Paulo Sergio . **Avaliação Pós-Uso: Considerações sobre Conforto Térmico e Iluminação**. In: Seminário Avaliação Pós-Uso, 1989, São Paulo. Seminário Avaliação Pós-Uso. São Paulo : Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1989. v. único.

VERDUSSEN, Roberto. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho**. Rio de



Janeiro: Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1978.