



O AMBIENTE ESCOLAR E O CONFORTO LUMÍNICO: AVALIAÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE - SP

Yasmin Santos Gomes Ferverça (1); Carolina Lotufo Bueno Bartholomei (2)

(1) Arquiteta, Graduada pela FCT-UNESP, yasmin.ferverca@hotmail.com

(2) Doutora, Professora do Depto. de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, carolinalotufo@fct.unesp.br
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Presidente Prudente - SP, 19060-900, Tel.: (18) 3229-5689

RESUMO

Considerando a importância da instituição escolar na formação do indivíduo, assim como de um iluminamento adequado dos ambientes, este trabalho objetivou a avaliação das condições de conforto lumínico em escolas públicas de Presidente Prudente, – maior município da região oeste do Estado de São Paulo. Foram selecionadas duas instituições, uma do Ciclo I do Ens. Fundamental e outra do Ciclo II do Ens. Fundamental e Ens. Médio. Deu-se continuidade, no ano de 2012, ao projeto já desenvolvido em outras duas escolas em 2011, do qual os métodos e objetivos foram reproduzidos. A avaliação desses espaços se faz importante já que é imprescindível a estes que a condição de conforto posta em análise esteja adequada não só a alunos e professores, como aos demais funcionários. Compreende ainda a busca por semelhanças e distinções nos efeitos da iluminação em alunos com faixas etárias distintas, em edificações com características construtivas diversas. Consiste em uma avaliação pós-ocupação que abrangeu a caracterização das edificações quanto a sua estrutura, envoltória e entorno; coleta de dados por intermédio de medições de iluminação natural e artificial, e aplicação de questionários. A análise realizada a partir dos dados coletados permitiu verificar o iluminamento do ambiente quanto aos níveis normatizados e a sensibilidade e satisfação do usuário quanto à iluminação. Apresentou como resultado, que nenhuma das escolas encontra-se com condições adequadas ao conforto lumínico, e pode-se concluir que a ausência ou inadequação do planejamento na concepção do projeto arquitetônico são considerados fatores determinantes na garantia ou promoção de condições ambientais adequadas ao desenvolvimento das atividades propostas àquele ambiente.

Palavras-chave: conforto lumínico, escolas, avaliação pós-ocupação.

ABSTRACT

Considering the importance of the school in the education of the individual, as well as an appropriate luminance environments, this study aimed to evaluate the conditions of comfort luminous in public schools in Presidente Prudente - largest municipality in the western region of São Paulo. Two institutions were selected, one for the Cycle I of the Elementary and another Cycle II of the Elementary and Secondary Education. Work continued in the year 2012, the project has developed two other schools in 2011, which the methods and goals were reproduced. The evaluation of these spaces becomes important as it is essential that these comfort condition put into proper analysis is not only the students and teachers, as for all other employees. Furthermore, there is the search for similarities and differences in the effects of lighting on students with different ages in different buildings with constructive characteristics. It consists of a post-occupancy evaluation that included the characterization of the buildings as the structure, envelope and surroundings; collecting data with measurements of natural and artificial lighting, and questionnaires. The analysis from the data verified the environmental luminance levels as normalized sensitivity and user satisfaction regarding lighting. Presented as a result, none of the schools meets the appropriate conditions luminous comfort, and it can be concluded that the absence or inadequacy of planning in the design of architectural design are considered factors in ensuring or promoting appropriate environmental conditions for the development of proposed activities that environment.

Keywords: comfort luminous, schools, post-occupancy evaluation.

1. INTRODUÇÃO

É imprescindível a quaisquer edificações que suas conformações físicas permitam a prática das tarefas próprias a cada local de modo que este contemple conforto para os usuários. A esse respeito, entende-se que “uma pessoa está confortável com relação a um acontecimento ou fenômeno quando pode observá-lo ou senti-lo sem preocupação ou incômodo”, afirmam Corbella e Yannas (2003, p. 30), e relaciona-se, portanto, ao bem estar, vinculado à sensação física e psicológica do indivíduo em dado ambiente.

A importância de empregar os fundamentos de conforto ambiental nos projetos de arquitetura é destacada por Farias (2009), abordando ainda o favorecimento à saúde proveniente da adequação ao conforto do ambiente. Nesse sentido, Souza (2012) em estudo onde arraigou a discussão da relação entre saúde e iluminação, afirmou que a luz contribui positivamente “quando: alivia a depressão, aumenta a qualidade do sono, melhora o desempenho humano, regula a melatonina e o cortisol etc.”, e que a insuficiência desta pode acarretar em “depressão, sonolência, desinteresse pelas atividades habituais, dentre outros”.

De acordo com Pereira (2000 apud Vaz et al., 2009, p. 1547), configura-se como conforto visual o conjunto de condições que permite ao ser humano a realização de forma precisa e com total acuidade suas atividades visuais, não coexistindo esforço visual que venha a danificar a sua visão ou ocasionar acidentes. Entende-se acuidade como a capacidade que o olho tem de distinguir detalhes, conforme Gemelli (2009).

Conforme Coutinho Filho et al. (2007), a existência de edificações, sejam elas públicas ou privadas, fora dos padrões técnicos exigidos para o sistema de iluminação é algo comum, onde encontram-se iluminação excessiva, não aproveitamento da iluminação artificial e utilização de equipamentos inadequados, com baixa eficiência luminosa. Não obstante, além das variáveis relacionadas ao conforto visual dos usuários nos ambientes, o conforto lumínico envolve ainda o aproveitamento adequado da iluminação natural e o uso apropriado da iluminação artificial, conexo ao consumo de energia elétrica e à eficiência energética das edificações. Almeja-se alcançar, portanto, conforto visual aos usuários em ambientes que a iluminação se apresente nos parâmetros normatizados, com utilização conveniente das fontes natural e artificial de luz.

O estudo citado de Souza (2012) corrobora o exposto por Martau (2009) de que, a saúde humana pode sofrer impactos tanto positivos quanto negativos conforme a exposição à luz, os quais podem surgir imediatamente após a exposição ou anos depois. Declara que a compreensão de como se dá a influência da luz no corpo humano, colabora na descrição destes impactos nos usuários das edificações, e ainda que, a iluminação “deve permitir o bom desempenho visual, a comunicação interpessoal e desenvolver sentimentos de bem-estar” para ser considerada de qualidade; o que se harmoniza com o exposto por Lima (2010), onde declara que “para prever o comportamento humano como função dependente das condições lumínicas, é importante compreender as funções físicas, fisiológicas e as características perceptivas do sistema visual”.

A respeito da edificação escolar, tem-se que a distribuição dos ambientes e os usos aos quais se destinam em um espaço com esta função atuam na conformação de como este vai se conceber como lugar e território, o que ocorre em virtude da vivência humana nesses recintos (VIÑAO, 2005, p. 15). Ainda conforme Viñao (2005) tem-se que a escola vem a ser um lugar dotado de características próprias, definidas, se configurando em espaço de permanência, num movimento de ir, permanecer por certo período, e vir, onde a permanência e a ocupação enquanto lugar-escola leva à vivência do espaço, transformando-o em território.

Corresponde, portanto, a espaço de vivência, diversidade e aprendizado; e, segundo Kowaltowski (2011), “a qualidade das relações humanas desenvolvidas nesse ambiente é o fator que mais influencia a qualidade do ensino”, destacando, ainda, que se considera pouco a importância e/ou influência dos aspectos físicos nas determinações pedagógicas e de aprendizagem, sendo que o ambiente escolar abriga em período significativo do dia cerca de 20% da população. Logo, indagar sobre o que a arquitetura escolar influencia na aprendizagem e rendimento de alunos e professores, respectivamente, se mostra conveniente.

Assim, comportando funções específicas e diversas, quanto ao conforto lumínico no ambiente escolar, tem-se que este é relativo não só a visão que os alunos obtêm da lousa e do professor, como a sua relação visual com a carteira, seu plano de trabalho; conjunto este de fatores que intervém, nestes indivíduos em formação, significativamente no desempenho nas tarefas didáticas, no desenvolvimento e na conduta pessoal.

2. OBJETIVO

Este artigo objetiva a análise do conforto lumínico em duas instituições da rede de ensino pública da cidade de Presidente Prudente - SP, uma voltada ao Ciclo I do Ensino Fundamental, e outra ao Ciclo II do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Compreende a verificação do iluminamento nas salas de aula, se apresenta níveis apropriados às tarefas pertinentes ao ambiente, e tem como parâmetro o disposto na NBR 5413 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992); e ainda, da influência no aprendizado e desenvolvimento pessoal, a partir dos dados coletados em questionários e da observação do comportamento dos usuários.

3. MÉTODO

O método aplicado no presente trabalho divide-se em cinco etapas principais:

1. Definição das escolas e de suas respectivas salas de aula a serem analisadas; e, caracterização das edificações quanto a sua estrutura, envoltória e entorno.
2. Definição de um conjunto de materiais informativos, específicos para cada escola conforme nível escolar atendido; e, caracterização dos usuários por intermédio de observação e questionários.
3. Medição das variáveis ambientais, fundamentada na NBR 5382 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985), que trata da verificação de iluminância de interiores.
4. Tabulação dos dados coletados e análise dos resultados.

3.1. Definição e caracterização das escolas e de suas respectivas salas de aula selecionadas

A partir do levantamento das escolas públicas de Presidente Prudente – SP realizado para a escolha das instituições avaliadas no ano anterior definiram-se quais escolas participariam do trabalho em 2012.

3.1.1. Definição das escolas a serem analisadas

Para a seleção das escolas considerou-se quatro critérios: a seleção de uma escola de Ciclo I do Ensino Fundamental e de uma do Ciclo II do Ensino Fundamental e Ensino Médio, a localização na malha urbana, apresentada na Figura 1, a característica construtiva e idade da edificação, e, a disponibilidade da instituição em participar da pesquisa. Objetivam a seleção de escolas com alunos de faixas etárias distintas, assim como configurações arquitetônicas e de entorno diversas, na busca de semelhanças e distinções que pudessem ser encontradas quanto à influência da iluminação.

A escola de Ciclo I do Ens. Fundamental definida foi a Escola Municipal Dr. João Franco de Godoy (conhecida como “Navio” devido à sua concepção arquitetônica), situada em um bairro próximo à área central da cidade, e apresenta construção mais antiga e arquitetura diferenciada em relação à outra escola elencada para o estudo. Para a determinação da escola de Ciclo II do Ens. Fundamental e Ens. Médio, optou-se por uma escola localizada em bairro mais periférico em relação ao centro da cidade, a qual apresenta características construtivas e materialidade distintas, a Escola Estadual Profa. Mirella Pesce Desidere, justamente para obterem-se amostras diversificadas.

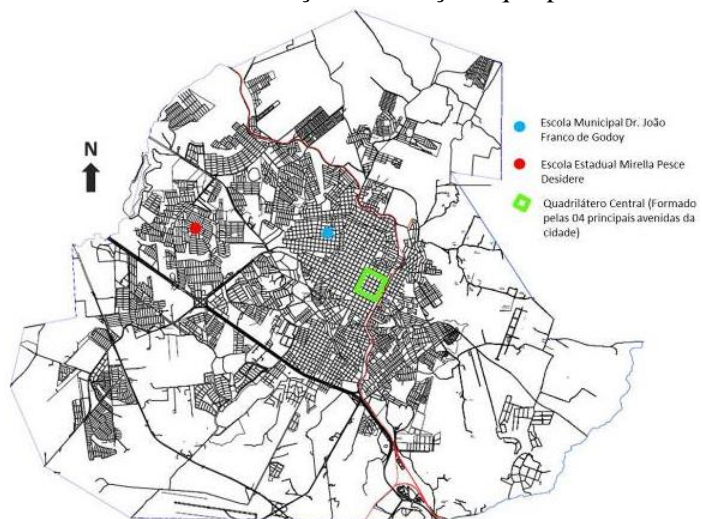


Figura 1 – Localização das escolas (vermelho e azul) em relação ao centro (verde).

3.1.2. Definição das salas de aula a serem avaliadas em cada escola

Após seleção das escolas, avaliaram-se as suas características quanto às plantas e implantação, e determinaram-se a partir destas análises quais seriam as duas salas mais relevantes em cada instituição, apresentadas na Figura 2 e Figura 3, de modo que foram selecionadas em cada escola duas salas de aula dispostas em posições opostas no lote quanto à orientação solar.

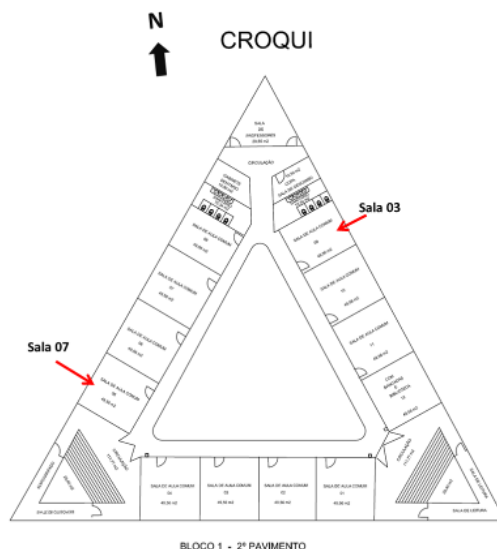


Figura 2 – Salas selecionadas (J. F. de Godoy).



Figura 3 – Salas selecionadas (M. P. Desidere).

3.1.3. Caracterização das escolas e das salas de aula selecionadas

A caracterização das escolas e das salas selecionadas foi realizada mediante o levantamento das características dos ambientes internos, assim como a situação de sua implantação e do entorno, a presença de arborização, a materialidade da edificação e a presença de elementos de controle da iluminação natural. Para a realização desta caracterização, utilizou-se parte da planilha técnica de avaliação usada por Bernardi (2001), além de observações anotadas e um banco de imagens, elaborado no decorrer do estudo.

3.2. Definição dos materiais informativos, questionários e caracterização dos usuários

A realização das medições implica em interferência no ambiente escolar durante as aulas, assim como a aplicação dos questionários. Deste modo, definiu-se um conjunto de materiais informativos para serem apresentados para alunos e professores, conforme o nível de ensino, ou seja, um material voltado a escolas de Ciclo I do Ens. Fundamental, e outro para escolas de Ciclo II do Ens. Fundamental e Ens. Médio, com o intuito de familiarizar os alunos e a comunidade escolar com a presença dos pesquisadores e com o tema do Conforto Ambiental, destacando a sua importância na melhoria dos ambientes para a vivência humana.

O conjunto de materiais para alunos do Ciclo I do Ens. Fundamental contém: cartilha ilustrada sobre conforto ambiental; vídeo abordando o conforto térmico e lumínico na escola de forma interativa, na qual exibe crianças e sua relação de pertencimento com o ambiente escolar, assim como as sensações térmicas e luminosas causadas pelo ambiente; vídeo para a discussão lúdica com as crianças sobre as dimensões das aberturas das janelas na sala de aula; apresentação de slides sobre os equipamentos, mostrando imagens e nomes dos aparelhos, assim como seu funcionamento e utilidade, além da unidade de medida utilizada; e, folheto explicativo para o diretor e professores das salas abrangidas. O conjunto de materiais para alunos do Ciclo II do Ens. Fundamental e Ens. Médio contém: apresentação de slides sobre o conforto ambiental voltada aos alunos das salas que integram a pesquisa, a qual exibe imagens e características sobre a escola analisada; e, vídeo sobre arquitetura, com intuito de facilitar a compreensão dos alunos sobre o que seria um projeto arquitetônico por meio de um material mais simples e que pudesse gerar interesse dos mesmos.

A utilização do material se mostrou importante para a apresentação das questões de Conforto Ambiental e interação com os envolvidos. No caso da Escola de Ciclo II do Ens. Fundamental e Ens. Médio, a pesquisa e o material informativo foram apresentados à direção, vice direção, coordenação e corpo docente durante reunião de replanejamento escolar para o segundo semestre do ano letivo de 2012, o que atuou como elemento facilitador do diálogo com funcionários e corpo docente dentro da entidade escolar.

Os questionários, também utilizados do trabalho de Bernardi (2001), receberam modificações de linguagem e ilustrações que se ponderaram necessárias para adequação ao estudo, – diferenciações para cada faixa etária para facilitar a compreensão dos alunos, necessidade verificada em pré-teste realizado na pesquisa em 2011 – e foram aplicados aos diretores, professores e alunos das salas de aula envolvidas nas medições; e a caracterização dos mesmos se deu com base na observação comportamental durante os períodos de medição, assim como das respostas coletadas nos questionários e de desenhos com a temática: “como eu gostaria que fosse a sala de aula”, realizado pelos alunos do Ciclo I do Ensino Fundamental, com intuito de facilitar a expressão dos mesmos quanto às sensações percebidas pelo ambiente.

3.3. Medição das variáveis ambientais

A coleta de dados referente à mensuração dos níveis de iluminância no interior das salas de aula e nas lousas baseou-se nos dispostos na NBR 5382 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985), a qual estabelece o método de determinação dos pontos dentro de um ambiente interno e de verificação da iluminância.

Apresenta-se como exemplo, a Sala 03 da Escola Municipal: na Figura 4, os pontos de medição na lousa, na Figura 5 os pontos de medição no ambiente e na Figura 6 a configuração do ambiente:

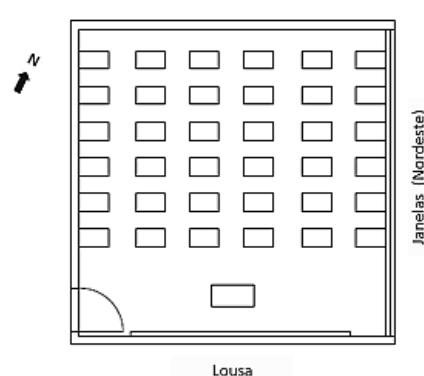
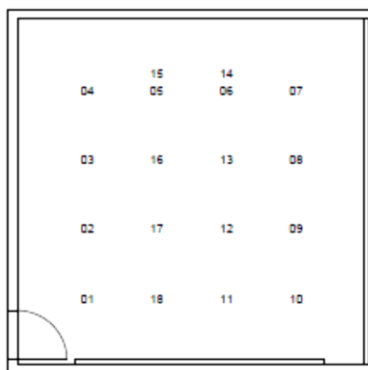
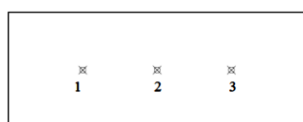


Figura 4 – Pontos de medição da lousa.

Figura 5 – Localização dos pontos de medição.

Figura 6 – Configuração do ambiente.

Para tal, fez-se necessário uso de equipamento específico para a coleta dos dados, neste caso, um luxímetro com escala de 0 a 100.000 lux, e também a verificação das condições climáticas durante as medições, que se deram em dias de céu claro, nos horários de 09h as 10h e de 15h as 16h durante o inverno, e de 10h as 11h e de 16h as 17h durante o verão, devido ao Horário Brasileiro de Verão, para que os dados pudessem ser comparados de modo mais coerente quanto ao horário.

As salas de aula foram avaliadas sob todas as condições possíveis de utilização, como por exemplo, cortinas abertas, cortinas fechadas, luminárias ligadas e desligadas, mantendo sempre a porta fechada. A respeito dos níveis de iluminação utilizados como parâmetros adequados, estes seguiram o estabelecido na NBR 5413 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992) para salas de aula e quadros-negros apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Níveis de iluminância recomendados.

Local	Nível de iluminância em lux (valores médios, respectivamente, conforme atividade visual)
Sala de Aula	200 – 300 – 500
Quadro-Negro	300 – 500 – 750

3.3.1. Aplicação de pré-teste

A aplicação do pré-teste foi realizada na Escola Estadual Mirella Pesce Desidere, nos períodos da manhã e da tarde em 03 de agosto de 2012 em uma das salas selecionadas. Foram determinados 16 pontos de medição em cada sala com 03 pontos na lousa, e as medições feitas nos horários indicados, nas seguintes situações: sala com porta fechada e lâmpadas apagadas; e, sala com porta fechada e lâmpadas acesas. As medições ocorreram de forma positiva, e verificou-se que o material informativo e os questionários desenvolvidos e apresentados na pesquisa anterior foram igualmente válidos e úteis no contato com alunos, professores e direção, não havendo qualquer necessidade de readequação.

3.3.2. Medições no período de inverno

As medições de iluminação, aplicação dos questionários e avaliação comportamental na Escola Estadual Mirella Pesce Desidere se deram nos dias 03 e 13 de agosto de 2012, nas duas salas selecionadas, nos períodos da manhã e da tarde, e os dados do pré-teste puderam ser validados já que não houve incoerências.

Na Escola Municipal Dr. João Franco de Godoy, foram realizadas em setembro de 2012, no dia 12, nos períodos da manhã e da tarde, no dia 17 no período da tarde e no dia 18 durante a manhã, nas duas salas selecionadas. Assim como na Escola Estadual Mirella Pesce Desidere, foram determinados 16 pontos de medição em cada sala com 03 pontos na lousa, e as medições feitas nos horários estabelecidos, nas seguintes situações: sala com porta fechada, lâmpadas apagadas e cortinas fechadas; porta fechada, lâmpadas apagadas e cortinas abertas; porta fechada, lâmpadas acesas e cortinas fechadas; e, por fim, porta fechada, lâmpadas acesas e cortinas abertas. Os questionários foram aplicados a alunos, professores e diretora, e foi requisitado às crianças que elaborassem um desenho expressando como gostariam que fossem suas respectivas salas de aula.

3.3.3. Medições no período de verão

No período de verão, na Escola Municipal Dr. João Franco de Godoy, as medições e aplicação de questionários aos alunos se deram no último bimestre de 2012, em novembro no dia 26 no período da manhã, e em dezembro no dia 10 durante a tarde e no dia 11 nos períodos da manhã e da tarde, nas duas salas selecionadas. As medições seguiram o já estabelecido na mensuração de inverno, todavia, se deram das 10h às 11h e das 16h às 17h, como já exposto, devido ao Horário Brasileiro de Verão.

Na Escola Estadual Mirella Pesce Desidere, foram realizadas nos dias 28 e 29 de outubro nos períodos da manhã e da tarde e no dia 12 de dezembro de 2012 no período da tarde, nas duas salas selecionadas, de modo que uma das medições do período da manhã foi inviabilizada devido às condições climáticas e ao fato do calendário escolar previsto pela instituição não ter coincidido com a data que os alunos deixaram de ir à escola para período de férias. As medições ocorreram conforme o já estabelecido na mensuração de inverno, com horário adequado à estação.

3.4. Tabulação dos dados coletados e análise dos resultados

A tabulação dos dados mensurados e dos obtidos com os questionários foi realizada em planilhas, conforme escola, estação do ano, sala de aula e período do dia, respectivamente. A partir desta organização foram realizados gráficos de curvas isolux (iso-iluminâncias) para cada uma das medições, gráficos de linhas para comparação entre cada medição em dada sala e período; para os pontos mensurados no ambiente da sala assim como da lousa, e por fim, gráficos de pizza conforme cada questão do questionário. As planilhas, gráficos de curvas, linhas e pizza foram realizados no software Microsoft Excel 2010. Os gráficos em conjunto com a observação comportamental dos usuários, permitiram a análise de todos os dados coletados, e na primeira etapa foram tabulados e analisados os dados de inverno e em etapa posterior os dados de verão.

Quanto à análise, utilizou-se os gráficos de curvas isolux (iso-iluminâncias) e de linhas para a verificação, conforme o estabelecido na NBR 5413 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992), do nível de iluminação no ambiente, se este se encontrava dentro dos valores, em lux, estabelecidos como adequados para uma sala de aula, assim como para o quadro-negro (lousa). Foi efetuada análise da sensação de conforto lumínico dos usuários por intermédio dos gráficos de pizza dos questionários aplicados aos mesmos, e da observação ao longo da coleta dos dados. Agregando o que foi observado in loco, analisou-se ainda onde são as áreas de ofuscamento desses ambientes. Os dados de inverno e verão foram analisados separadamente, para a compreensão e identificação de como se dá o iluminamento das salas em cada estação do ano, assim como a percepção dos usuários, contudo, em momento posterior do estudo, fez-se a análise comparativa entre os resultados de cada estação, e também entre as escolas.

A avaliação foi realizada utilizando-se, portanto, os resultados obtidos nas análises citadas, executando um comparativo tanto entre os dados mensurados como entre aqueles provenientes dos questionários e da observação, com o objetivo de dispor de um panorama geral, o qual permitiu a elaboração das conclusões e das diretrizes cogentes para a melhoria do conforto lumínico dos ambientes escolares avaliados.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos nesta pesquisa são apresentados a seguir. Destaca-se que a caracterização dos ambientes e análise de dados coletados como descrito no método foram amplas, não sendo possível neste artigo apresentar cada caracterização detalhada e cada análise individual realizada por sala e período para cada escola. Apresenta-se, deste modo, gráficos a título de exemplo de como a tabulação dos dados e análises foram realizadas e os resultados gerais discutidos para cada sala e escola.

Apresenta-se os gráficos gerados com os dados coletados no dia 18 de setembro de 2012 na Sala 03 da Escola Mun. Dr. João Franco de Godoy. As Figuras 7 e 8 correspondem a perguntas do questionário aos alunos, a Figura 9 aos gráficos de linha com os valores encontrados no ambiente, a Figura 10 aos gráficos de linha com os valores obtidos na lousa e a Figura 11 aos mapas de curva isolux (iso-iluminâncias):

1. Você gosta de estudar nesta sala de aula?

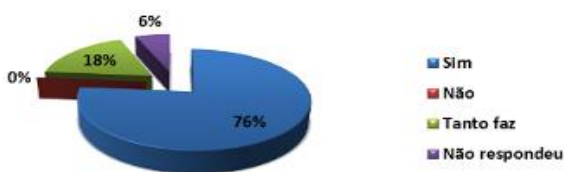


Figura 7 – Relação de pertencimento.
Sala 03 - 18 de Setembro de 2012
Manhã 09h - 10h

4. Você acha que esta sala é clara ou escura?

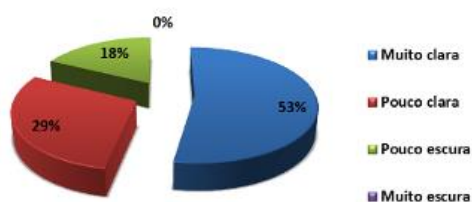


Figura 8 – Sensação quanto à iluminação.

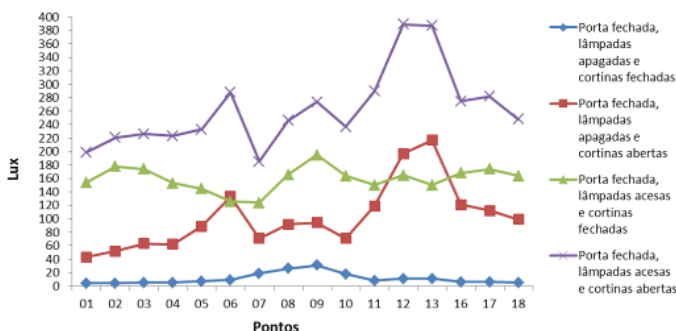


Figura 9 – Gráfico de níveis de iluminância (lux).

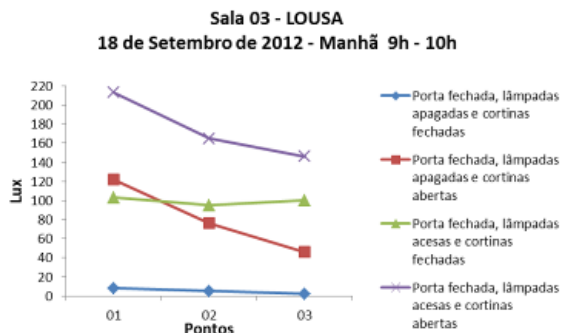


Figura 10 – Gráfico de níveis de iluminância da lousa (lux).

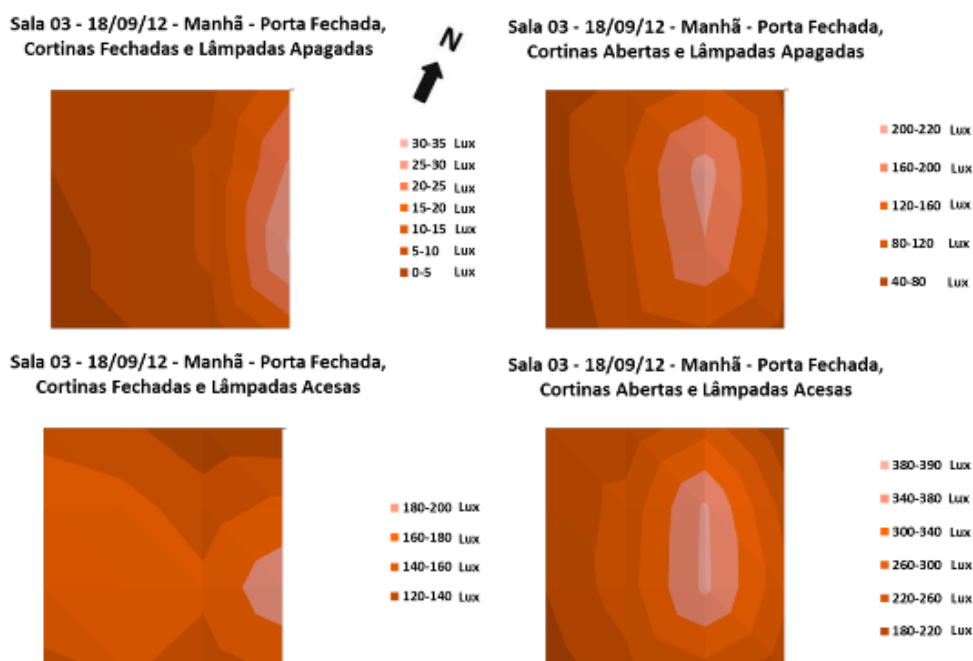


Figura 11 – Mapas de curvas isolux (iso-iluminâncias) (lux).

4.1. Avaliação da Escola Estadual Prof.^a Mirella Pesce Desidere (Ciclo II do E.F. e E.M.)

A respeito da caracterização desta escola, tem-se quanto à materialidade da edificação e os ambientes internos, que o sistema construtivo é em concreto armado, com vedação em alvenaria de blocos de concreto, com cobertura em telhas de fibrocimento. A laje atua como forro nas salas, a qual recebeu pintura branca, com os elementos estruturais das salas (pilares e vigas) pintados na cor bege escuro, entretanto no corredor do bloco de aulas tem-se a cobertura aparente com a presença de exaustores. A pintura externa e dos corredores internos se dá em duas faixas de cores, uma bege claro e acima desta uma branca, com algumas paredes completamente na cor branca, já nos ambientes internos, as paredes receberam revestimento cerâmico em placas de 35 cm por 35 cm, na cor branca, até a altura de aproximadamente 1,80m, com pintura branca no restante das paredes. A edificação é segmentada em três blocos, o bloco administrativo, o bloco de aulas, e, por fim, o bloco de serviços, com o pátio coberto e a quadra coberta.

4.1.1. Avaliação da Sala 03 – inverno e verão

A avaliação da Sala 03 proporcionou que a mesma fosse analisada nas mais distintas situações, para que, caso constatadas circunstâncias nas quais não houvessem condições apropriadas de conforto lumínico, que estas pudessem ser mitigadas e/ou resolvidas de modo abrangente, atendendo a todas as situações vivenciadas ao longo do ano. A Figura 12 mostra a sala em uma das medições.

Destarte, em conformidade com as análises realizadas, tem-se que em nenhuma das estações e períodos nos quais a Sala 03 foi avaliada os resultados a qualificaram como adequada quanto ao conforto lumínico. A existência de pintura fosca nos vidros das janelas como elemento de controle da iluminação natural, a qual se encontra descascada e distribuída de modo não homogêneo, mostrou-se como um equívoco enquanto solução para reduzir a radiação solar direta no interior da sala, acarretando níveis baixos de iluminância e má distribuição da luz, devido ao não aproveitamento da iluminação natural e não evitando episódios de ofuscamento, e, mesmo com as luminárias ligadas, impede uma complementação da iluminação natural, de modo que os níveis de iluminância verificados sob esta condição se mostraram em geral entre 200 lux e 300 lux, e embora dentro dos padrões recomendados pela NBR 5413 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992), ainda abaixo do ideal, que seria acima de 300 lux, e isto também pode ser observado durante todas as mensurações, o que ocasiona ainda, um maior consumo de energia elétrica.



Figura 12 – Sala 03.

A respeito dos questionários aplicados aos alunos, em geral eles apontaram que tanto na turma da manhã como na turma da tarde da sala em questão, há uma relação de pertencimento e afeição com o ambiente, todavia, quanto à percepção da iluminação do ambiente, as respostas dadas tanto pelos alunos como professores não foi condizente com os dados mensurados no período de inverno, entretanto, na medição seguinte, de verão, as respostas coincidiram com os dados medidos.

Esta “falta de percepção” apresentada na medição de inverno, é bastante relativa ao já estarem habituados ao local, sempre nas mesmas condições, e aparenta estar relacionada à “acomodação” visual que os usuários têm por utilizarem o local quase que diariamente, ou seja, por estarem acostumados a vivenciar o ambiente com aquelas características.

4.1.2. Avaliação da Sala 10 – inverno e verão

Assim como realizado na Sala 03, a avaliação da Sala 10 sucedeu sob as mesmas condições. Por conseguinte, em conformidade às ponderações e resultados verificados, tem-se que em qualquer das estações e períodos em que a Sala 10 foi avaliada os resultados a classificaram como inapropriada em relação ao conforto lumínico, de forma que os níveis de iluminância encontrados se mostraram fora dos padrões aceitáveis. Não obstante, a presença de toldos em má conservação como elementos de controle da iluminação natural e assim como na Sala 03 a pintura nos vidros, não impediu que houvesse ocorrências de ofuscamento, e prejudicou o bom emprego da iluminação natural, que não vem sendo aproveitada no ambiente, apresentando, portanto, características semelhantes com a Sala 03 que prejudicam o conforto lumínico do ambiente. Pode-se ver a sala na Figura 13.



Figura 13 – Sala 10.

A respeito dos questionários aplicados aos alunos, apontaram que tanto na turma da manhã não há uma relação de pertencimento com a sala de aula, mas sim com o local onde estão acostumados a sentar, distintamente da turma da tarde, que apresentou uma relação de pertencimento e afeição com o ambiente. Quanto à percepção da iluminação do ambiente, as respostas dadas por ambas as turmas foi condizente com os dados mensurados.

4.2. Avaliação da Escola Municipal Dr. João Franco de Godoy (Ciclo I do E.F.)

Quanto à caracterização da escola, pode-se identificar, a respeito do sistema construtivo, que a estrutura é em pórticos inclinados de concreto aparente, os quais se encontram pintados na cor verde, o qual sustenta uma caixa estrutural de concreto branco, que deu à edificação forma singular, associada pela população com um “Navio”, apelido dado à escola (HIRAO; RIBEIRO; MARQUES, 2010).

Nas faces externas da edificação há pintura em dois tons de verde e branco, e também tons de azul, o que se verificou ser característico das escolas municipais da cidade, já que na escola municipal avaliada em 2011 foram encontradas cores semelhantes. Quanto aos ambientes internos e a materialidade da edificação, não é evidente se a alvenaria foi realizada em blocos de concreto ou blocos cerâmicos, e a cobertura utilizada é de telhas de fibrocimento, assim como na Escola Estadual Prof.^a Mirella Pesce Desidere. Nas salas de aula, a laje atua como forro, e recebeu pintura na cor branca. Destaca-se como característica distinta a outras escolas já pesquisadas o fato das instalações elétricas das luminárias serem expostas e não embutidas na laje, o que ocorre do mesmo modo nos corredores externos desse pavimento. A pintura dos corredores internos é composta por duas faixas de cores, uma azul clara e acima desta uma branca, e ocorre da mesma forma no interior das salas de aula, nestas, distingue-se apenas pela presença de revestimento cerâmico em placas de 20 cm por 20 cm, na cor branca, acima da faixa na cor azul clara, até a altura aproximada de 2,00m.

A edificação é segmentada em dois pavimentos, com as salas de aula situadas no pavimento superior e voltadas para um pátio central, enquanto que no pavimento térreo estão as salas de recurso, as áreas de serviços e sanitários e as atividades administrativas.

4.2.1. Avaliação da Sala 03 – inverno e verão

A avaliação da Sala 03 da Escola Municipal Dr. João Franco de Godoy, proporcionou analisar o ambiente em diferentes ocasiões, sejam elas relativas à estação do ano ou ao período do dia, como também referentes às situações nas quais a sala poderia ser utilizada com a manipulação dos elementos de controle da iluminação natural, as cortinas. A Figura 14 mostra a sala em uma das datas de mensuração.

Feitas estas considerações, tem-se que, de acordo com as análises realizadas, em nenhuma situação na qual a Sala 03 foi monitorada os resultados obtidos a qualificaram como um ambiente dotado de conforto lumínico, tanto no inverno como no verão. Em geral, os níveis de iluminância mantiveram-se abaixo de 200 lux, ou seja, do mínimo recomendado, e nas mensurações nas quais os valores superaram 200 lux, ocorreram ofuscamentos, logo, tem-se que, as cortinas fechadas impedem que entre iluminação natural suficiente para ser aproveitada em conjunto com a artificial, e que esta, não tem potência suficiente para suprir as condições nas quais o ambiente vem sendo utilizado. Com a ressalva ainda, de que em todas as medições a lousa apresentou iluminamento inadequado.



Figura 14 – Sala 03.

Embora existam as cortinas como elementos de controle da iluminação natural, vê-se que as mesmas não se mostraram adequadas para o ambiente, e que, devido à altura do peitoril da janela, a distribuição da iluminação se dá de forma inadequada, onde a área próxima à janela não recebe iluminação natural suficiente e a área mais iluminada em decorrência da altura do peitoril da janela é também a área onde se dão os ofuscamentos.

Outro problema detectado no ambiente é a tipologia do mobiliário dos alunos, a qual tem a cor azul escuro, a qual acaba por absorver parte da iluminação, diminuindo a reflexão no ambiente, além de causar em alguns momentos contrastes excessivos para as crianças.

Os questionários aplicados aos alunos apontaram que, em relação ao sentimento de pertencimento e afeição com o espaço da sala de aula, que este existe de forma positiva, não só com o ambiente da sala como também em relação ao local em que costumam se sentar, existindo assim um vínculo com o ambiente. Já em relação à iluminação, assim como ocorrido em algumas medições da escola estadual, ponderou-se que a percepção não condiz com a iluminação real, o mesmo sendo verificado na Sala 07 desta escola.

4.2.2. Avaliação da Sala 07 – inverno e verão

Assim como para a Sala 03, a avaliação da Sala 07 aconteceu na mesma circunstância, buscando os mesmos objetivos. De modo que, em conformidade com os resultados apreendidos nas análises, tem-se que a Sala 07 não apresentou em nenhum dos monitoramentos realizados condições nas quais o iluminamento se deu de forma adequada, ou seja, dentro dos níveis de iluminância recomendados para que a sala pudesse ser classificada como confortável quanto à iluminação. Os níveis de iluminância mensurados apresentaram variação entre medições nas quais se manteve abaixo de 200 lux, e outras que atingiram os parâmetros recomendados por norma, entretanto quando isto aconteceu, ocorreram também ofuscamentos no ambiente, já que estes valores se deram, sobretudo, com as cortinas abertas. A Figura 15 mostra a sala em uma das medições.



Figura 15 – Sala 07.

Assim como verificado na Sala 03, a lousa também obteve níveis de iluminância que a classificaram como fora dos padrões de conforto visual, e do mesmo modo que já discorrido sobre a outra sala, as cortinas se mostraram como elementos ineficientes, e os mesmos problemas decorrentes da altura do peitoril foram verificados. Portanto, pode-se considerar que os elementos de controle da iluminação natural presentes não são adequados e que, de fato, sob nenhuma circunstância a Sala 07 pode ser qualificada como confortável para a realização das tarefas visuais inerentes à sua função enquanto ambiente de ensino.

Sobre os questionários aplicados nesta sala, as conclusões coincidiram com o apresentado para a Sala 03. A respeito dos desenhos produzidos pelas turmas da manhã e tarde de ambas as salas, esses evidenciaram principalmente como as crianças compreendiam o ambiente, manifestando suas vontades em geral com a reprodução de um objeto mais de uma vez, por um número significativo de ventiladores, por exemplo, já os aspectos referentes ao conforto lumínico apareceram comumente com a ilustração de janelas de tamanhos diversos, cortinas e luminárias.

5. CONCLUSÕES

A partir da análise de estudos de caso e do levantamento teórico bibliográfico a respeito da temática arquitetura escolar e conforto ambiental, mais especificamente o lumínico, é possível afirmar que a ausência ou inadequação do planejamento na concepção do projeto arquitetônico são considerados fatores determinantes na garantia ou promoção de condições ambientais adequadas ao desenvolvimento das atividades propostas àquele ambiente.

Deste modo, considerando-se a análise e avaliação das instituições escolares assistidas por esta pesquisa científica concluiu-se que há uma série de elementos e fatores, desde os mais simples como a configuração espacial da sala de aula e os elementos de controle da iluminação natural até os mais complexos como os referentes à implantação da edificação, às características e à presença ou ausência de obstruções físicas do entorno e ao sistema de iluminação artificial adotado, que influíram negativamente nas condicionantes lumínicas dos ambientes internos.

Por conseguinte, todas as edificações foram consideradas fora dos padrões que as qualificariam como dotadas de conforto lumínico, ou seja, com níveis de iluminância acima de 300 lux e sem a ocorrência de ofuscamento em qualquer parte do ambiente. No caso da avaliação da percepção dos usuários, interferem outros fatores, como a localização das escolas na malha urbana e dos bairros de origem dos alunos; como no caso da relação de pertencimento e afeição com a escola.

Sobre a arquitetura escolar, os estudos de caso realizados corroboraram os referenciais teóricos que afirmam serem as escolas públicas brasileiras desprovidas em sua grande maioria de projetos arquitetônicos planejados de fato para que haja qualidade do ambiente de ensino. Logo, pode-se observar que a deficiência da manutenção e conservação destes espaços, e o não reconhecimento do ambiente escolar como seu próprio ambiente por parte dos alunos, fato este recorrente em escolas de Ciclo II do Ensino Fundamental e Ensino Médio acarreta em ações de vandalismo e deterioração da edificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- _____. **NBR 5382**: Verificação de iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1985.
- BERNARDI, Núbia. **Avaliação da interferência comportamental do usuário para a melhoria do conforto ambiental em espaços escolares: estudo de caso em Campinas** – SP. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 2001.
- CORBELLA, Oscar Daniel; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- COUTINHO FILHO, E. F.; SILVA, Edlaine Correia Sinézio da; SILVA, L. B.; COUTINHO, A. S. **Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal de João Pessoa**. João Pessoa, 2007.
- FARIAS, Patrícia Marins. **Condições do ambiente de trabalho do professor: avaliação em uma escola municipal de Salvador** – Bahia. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina, UFBA, Salvador, 2009.
- GEMELLI, Carolina Silveira Barlem. **Avaliação de conforto térmico, acústico e lumínico de edificação escolar com estratégias sustentáveis e bioclimáticas: o caso da Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Pacífico**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2009.
- HIRAO, Hélio; RIBEIRO, Eliana Nunes; MARQUES, Cristiana A. Pasquini F. **Arquitetura Escolar Moderna Paulista: o projeto de João Clodomiro de Abreu para Presidente Prudente – SP, apropriação sócioespacial, uso e preservação**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/58648340/Arquitetura-Escolar-Moderna-Paulista>>. Acesso em: 28 de julho de 2012.
- KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- LIMA, Mariana Regina Coimbra de. **Percepção Visual Aplicada à Arquitetura e à Iluminação**. 1. ed., Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.
- MARTAU, B.T. **A luz além da visão: iluminação e sua relação com a saúde e bem-estar de funcionárias de lojas de rua e shopping centers em Porto Alegre**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 2009.
- SOUZA, Ellen Priscila Nunes de. Qualidade da iluminação: influências e impactos na saúde do ser humano. Juiz de Fora, 2012. In: ENTAC 2012 – XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...** Juiz de Fora, 2012, CD-ROM.
- VAZ, Caroline R.; SOARES, André L.; BAMBERG, André L.; XAVIER, Antonio A. Proposta metodológica para execução apropriada de medições de variáveis ambientais: conforto ambiental em escolas. Natal, 2009. In: ENCAC 2009 – X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Natal, 2009, CD-ROM.
- VIÑAO, Antonio. Espaços, Usos e Funções: a localização e disposição física da direção escolar na escola graduada. In: BENCOSTTA, Marcus Levy Albino (org.). **História da Educação, Arquitetura e Espaço Escolar**. São Paulo: Cortez, 2005. cap. 1, p. 15-47.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem diretores, funcionários, professores e alunos envolvidos na pesquisa pela colaboração durante o trabalho, e à FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela Bolsa de IC.