141 - Avaliação de Desempenho do Ambiente Construído-Apo Prédio da Pós-Graduação da Faculdade de Economia da Unicamp- Campinas, SP

ABREU, Loyde Vieira (1); VOLTANI, Eder (2); RODRIGUES, Carlos Eduardo (3); KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. (4).

(1), (2), (3) Alunos da Pós-Graduação-Mestrandos e Doutorandos da FEC – UNICAMP

(9) Profra. Dra. da FEC – UNICAMP – Campinas

Email: loyde@fec.unicamp.br (1), edervoltani@hotmail.com (2), e doris@fec.unicamp.br (9)

Resumo

Muitos estudos sistemáticos de avaliação do ambiente construído – denominados APO (Avaliação Pós-Ocupação) – foram desenvolvidos nos últimos anos, sobretudo os correlacionados ao conforto ambiental e avaliações de desempenho. Este tipo de avaliação tem sido de vital interesse estratégico em planejamento de escolas. Dessa forma, este trabalho teve o objetivo de diagnosticar aspectos positivos e negativos do edifício da pós-graduação da faculdade de Economia da Unicamp, Campinas, SP. Como metodologia, utilizou-se levantamentos físicos, medições, entrevistas, observações e questionários a fim de se obter e detectar o nível de satisfação dos usuários. Observou-se que o edifício em estudo é uma construção contemporânea, bem executada e limpa. Após as análises de APO, detectou-se que algumas estratégias de projeto implantadas, tais como aberturas voltadas para leste e oeste, não transcorreram conforme o esperado pelo projetista, resultando na necessidade de implantações de medidas que melhor atendam o usuário. Portanto, evidenciou-se a importância da participação conjunta de usuários e projetistas do espaço na fase de concepção do projeto.

Palavras-chave: Avaliação Pós-Ocupação; Edifício para Fins Educacionais; Participação do Usuário.

Abstract

The systematic studies evaluation of the built environment - called POE (Post-Occupancy Evaluation) - have been developed in recent years, particularly those related to the comfort and environmental assessments of performance. This type of assessment has been of vital strategic interest in planning schools. The aim of this work is to carry out a diagnosis of the positive and negative aspects of the building of the Graduate School of Economics at UNICAMP University, Campinas, Brazil. As methodology, physical surveys, measurements, interviews, observations and questionnaires were used, in order to obtain and detect the level of user satisfaction. It was observed that the building under study is a contemporary construction, well built and clean. In fact, after the POE analyses it was detected that some implemented design strategies, such as the orientation of windows towards east and west, were not carried out as expected by the designer, resulting in the need for actions that may better satisfy user requirements. Therefore, the joint participation of users and designers during the design conception phase was proven to be of great importance.

***Keywords**: Post-Occupancy Evaluation; Educational Building; User Participation.*

Introdução

O ensino proporciona à população um desenvolvimento social, cultural e econômica em um país. O edifício escolar é um instrumento físico para o exercício dessa atividade. Mas a qualidade do aprendizado depende da adaptação do estudante à configuração física do ambiente construído. As Avaliações Pós-Ocupacão (APOs) realizadas em vários estados do país apontam freqüentemente problemas, principalmente referentes ao conforto ambiental (térmico, acústico, lumínico e funcional).

Ornstein et al.(1997) verificou que, muitas vezes, a relação da satisfação do usuário entre o desempenho escolar ou às possibilidades de uso flexível do espaço físico para acomodar atividades variadas não são consideradas no desenvolvimento do projeto. Dessa maneira, é possível elaborar um diagnostico positivo ou negativo dos aspectos envolvidos (ORNSTEIN, 2008). A adoção de projetos padrões na construção de edificações escolares é uma das principais falhas referentes às condições de conforto térmico e à funcionalidade, (KOWALTOWSKI *et al.*, 2001).

Diante deste quadro, este estudo tem como objetivo específico a realização de uma avaliação pós-ocupação em edifícios escolares com pátio interno. Dessa maneira, foi diagnosticado se o ambiente preenche as necessidades, percepções e expectativas de seus usuários e foi possível traçar diretrizes para melhoria do desempenho ambiental.

Objeto de Estudo

O objeto de estudo foi o Prédio da Pós-graduação do Instituto de Economia – Unicamp – Campinas, SP (Figura 01e 02) que foi projetado pelo Luiz Laurent Bloch e Heloísa Lima Herkenhoff da BlochSó Arquitetura e Urbanismo. A edificação possui de 1.117 m2 de área construída, está implantada em terreno plano, ao lado de um bosque e na avenida Albert Einstein. O acesso principal à entrada do edifício escolar é no nível do terreno, facilitando a acessibilidade de portadores de deficiência ao mesmo tempo em que integra à linguagem do projeto. A característica mais marcante do edifício é a baixa escala do edifício, que é quase imperceptível ao transeunte. Na fachada, um dos elementos de destaque é o brise horizontal em estrutura de concreto armado nas duas laterais, impedindo a parte da incidência solar direta sem obstruir a vista externa (Figura 03).



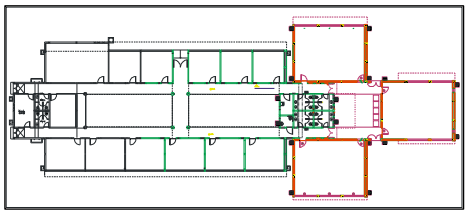


Figura 01: Localização

Figura 02: Planta geral do Prédio da Pós-Graduação da Economia





Figura 03: Brises Horizontais de concreto nas fachadas

O pátio se localiza no interior da edificação, circundado por salas. O edifício é constituído basicamente por salas de aula. As janelas maiores são voltadas para fora do edifício, e outras menores situam na parte superior e são voltadas para o pátio. A forma da edificação é retangular e, consequentemente, o pátio também. Possui 2 pátios, um cinco vezes maior e o outro, porém com a mesma tipologia, circundados com varandas.

Análise: Medições

Aspectos Técnicos

Avaliação do Conforto Térmico

O edifico em questão foi construído em estrutura de concreto armado com fechamento de alvenaria convencional e cobertura metálica. Apesar da escolha de cobertura metálica o projeto também especificou o forro de fibra mineral termo-acústico para mitigar o aquecimento do ambiente por meio da radiação e também foram instaladas persianas nas janelas. A iluminação artificial é por meio de lâmpadas fluorescentes que emite menos calor para o ambiente.

Para qualificar o conforto térmico do ambiente em questão foram realizados medições da temperatura do ar e do globo com o registrador da marca testo modelo 175 – T2, para coletar a temperatura de globo foi utilizado um sensor de temperatura da marca testo, conectado no registrador modelo 175 – 72. Para coletar a umidade foi utilizado o registrador de temperatura e umidade da marca testo modelo 175 – H1. Para mensurar a velocidade do ar foi utilizado o sensor de esfera quente de 3 milímetros da marca testo modelo 0635 1549, conectado no registrador multi-função da marca testo modelo 445. Os equipamentos foram localizados no pátio e nas salas 14, 36 e 19 cujas orientações das fachadas são leste, norte e oeste, respectivamente.

Para mensurar as variáveis ambientais do Pátio os equipamentos ficaram localizados na sombra. Para representar o comportamento térmico da sala os equipamentos foram localizados no centro delas.

Após a coleta dos dados foi realizada a avaliação térmica conforme método *Predicted Mean Vote* – PMV desenvolvido por Fanger (1970) por meio do Software Conforto 2.03 elaborado por Ruas (2002). Também foi aplicado um questionário para os usuários sobre a sensação térmica.

Conforme Figura 04 é possível observar o sombreamento durante o período de um dia e o comportamento térmico do Pátio, área de transição.

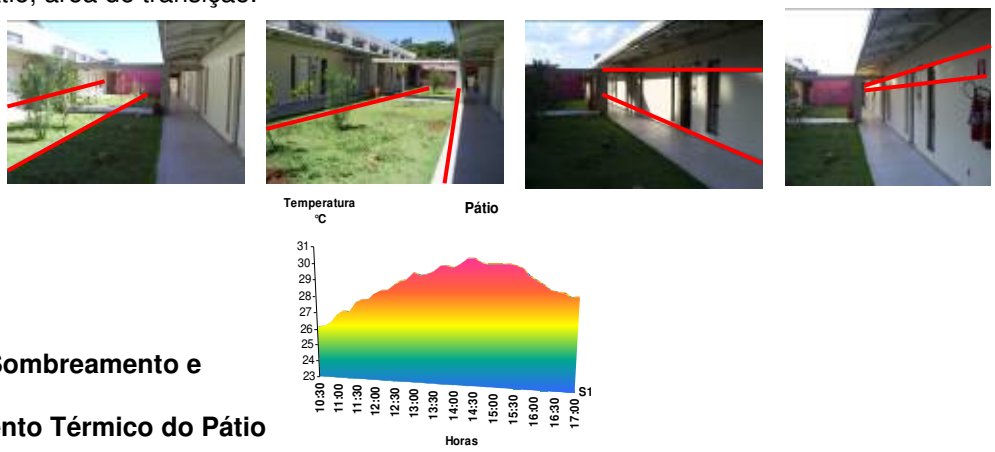


Figura 04 – Sombreamento e Comportamento Térmico do Pátio

Por meio das medições realizadas foi possível observar o comportamento térmico das salas e do pátio (Figura 05).

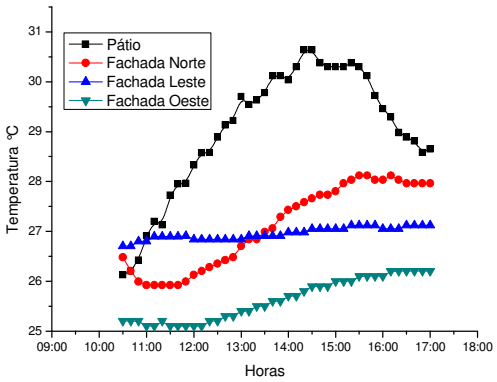


Figura 05 – Comportamento térmico do pátio e das salas.

Conforme resultados, a temperatura do pátio foi a mais alta, em comparação com as salas, durante todo o período de medição alcançando o valor máximo de 30,6 ℃. As temperaturas do ar da sala da fachada Oeste permaneceram abaixo das temperaturas dos outros ambientes. Já as temperaturas da sala da fachada Leste foram maiores que a da sala com fachada Norte durante o período da manhã, por volta das 13:30 horas esse comportamento se alterou, as máximas temperaturas obtidas nestas salas foram 27,1 ℃ sala Norte e 26,2 ℃ na sala Leste.

O comportamento das salas Leste e Oeste podem ser justificados devido às aberturas superiores no interior das salas que proporcionam o aquecimento interno no período da manhã e no período da tarde. Como no ambiente externo da fachada Oeste se encontra uma área com vegetação que proporciona sombra no final da tarde os ganhos de temperatura para estas salas são amenizados.

A avaliação conforme o método PMV apresentou uma simulação de que a sensação térmica das pessoas com vestimenta de verão e atividade de 1,2 met estaria com a sensação de pouco calor para a sala com fachada norte. Para a sala Leste apresentou confortável no período a manhã e a partir das 15:00 horas apresentou o resultado de pouco calor. Para a sala Oeste a avaliação apresentou o resultado de que a sala ficou confortável termicamente todo o período de medição. Como os procedimentos das medições foram com as janelas fechadas e os equipamentos de ar condicionado e ventilador desligado pode-se informar que com o aumento da ventilação a avaliação da sala Norte estaria na situação de confortável. Como conclusão é possível considerar que as salas pesquisadas são confortáveis termicamente. Contudo, a avaliação térmica do ambiente pátio apresentou como resultado a sensação de pouco calor e calor durante o período de medição.

Avaliação do Conforto Lumínico

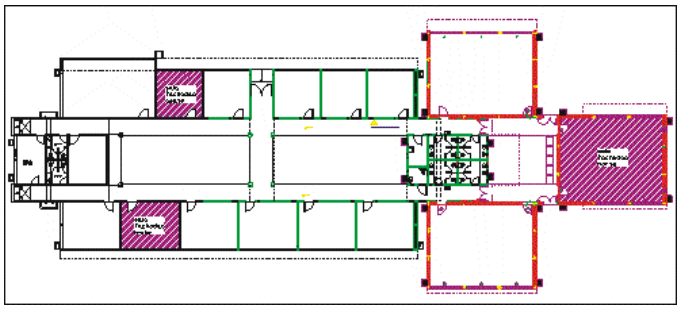


Figura 06: Planta geral do Prédio da Pós-Graduação da Economia com as salas que foram analisadas

O edifício escolar possui um pátio interno como elemento de condução de luz nos ambiente internos. Para essa análise, foram feitas medições pontuais nos ambiente através de um luxímetro, modelo Minolta 5430. As condições do céu era sem nuvens.

Os resultados obtidos foram manipulados através *software winsurf*, e comparados com a simulação do *software ReluxCad*. Foram analisadas 3 salas, uma na face norte, uma na leste e outra na oeste**.** Os materiais encontrados nas superfícies internas das salas são:

Superfície	**Material**	**Refletância (%)**
Piso	Granitina (cimento e pó xadrez polida)	35
Paredes	Pintura Pva branca	85-95
Tetos	Pintura Pva branca	85-95

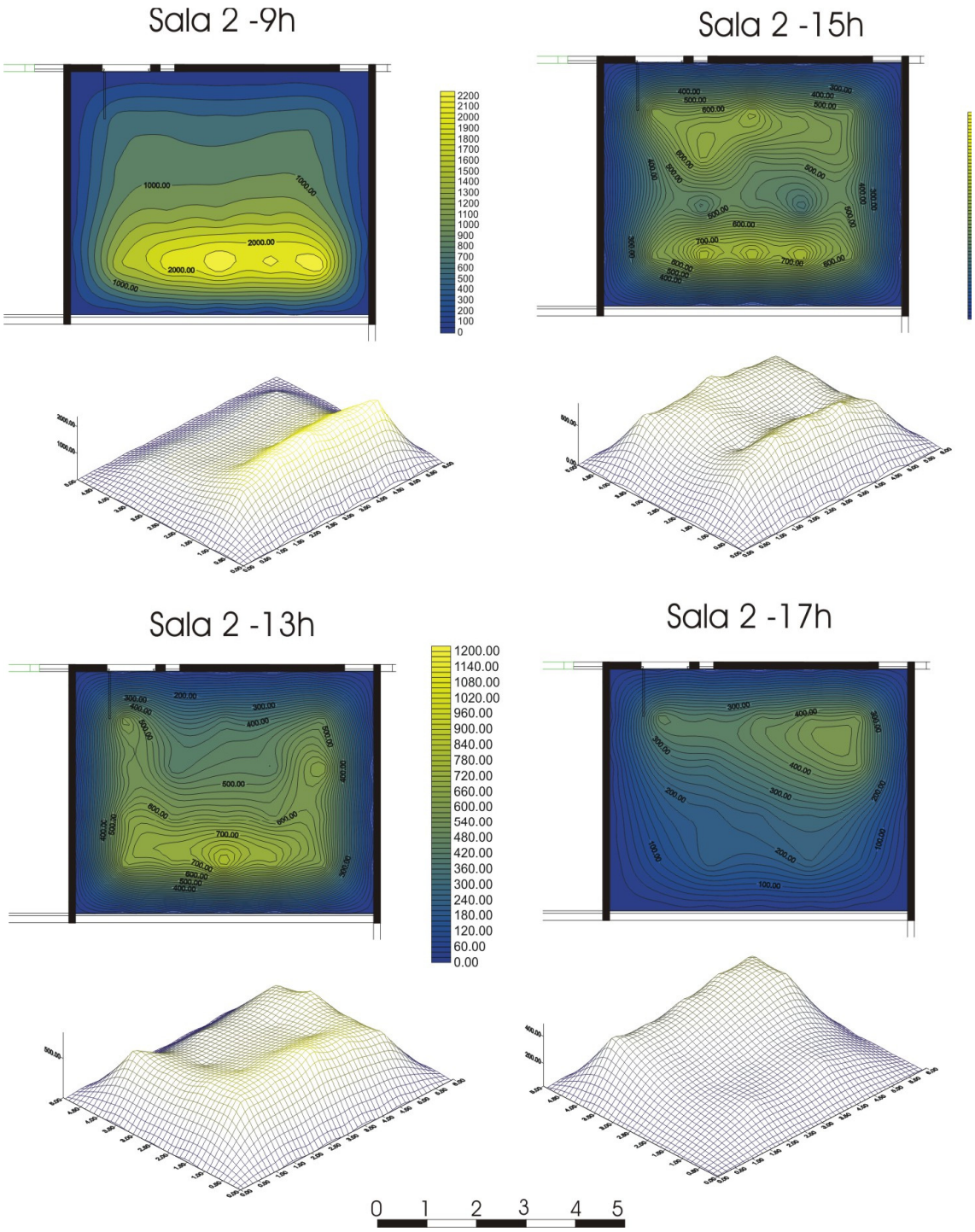
Fonte: Pereira (2005)

Os materiais encontrados nas fachadas internas do pátio são:

Superfície	**Material**	**Refletância (%)**
Piso	Granitina (cimento e pó xadrez polida)	35
Piso do pátio	grama	7-13
Paredes	Pintura Pva bege	25-65

Fonte: Pereira (2005)

Os dados coletados no local durante em abril de 2008 estão representadas nas Figura 07:

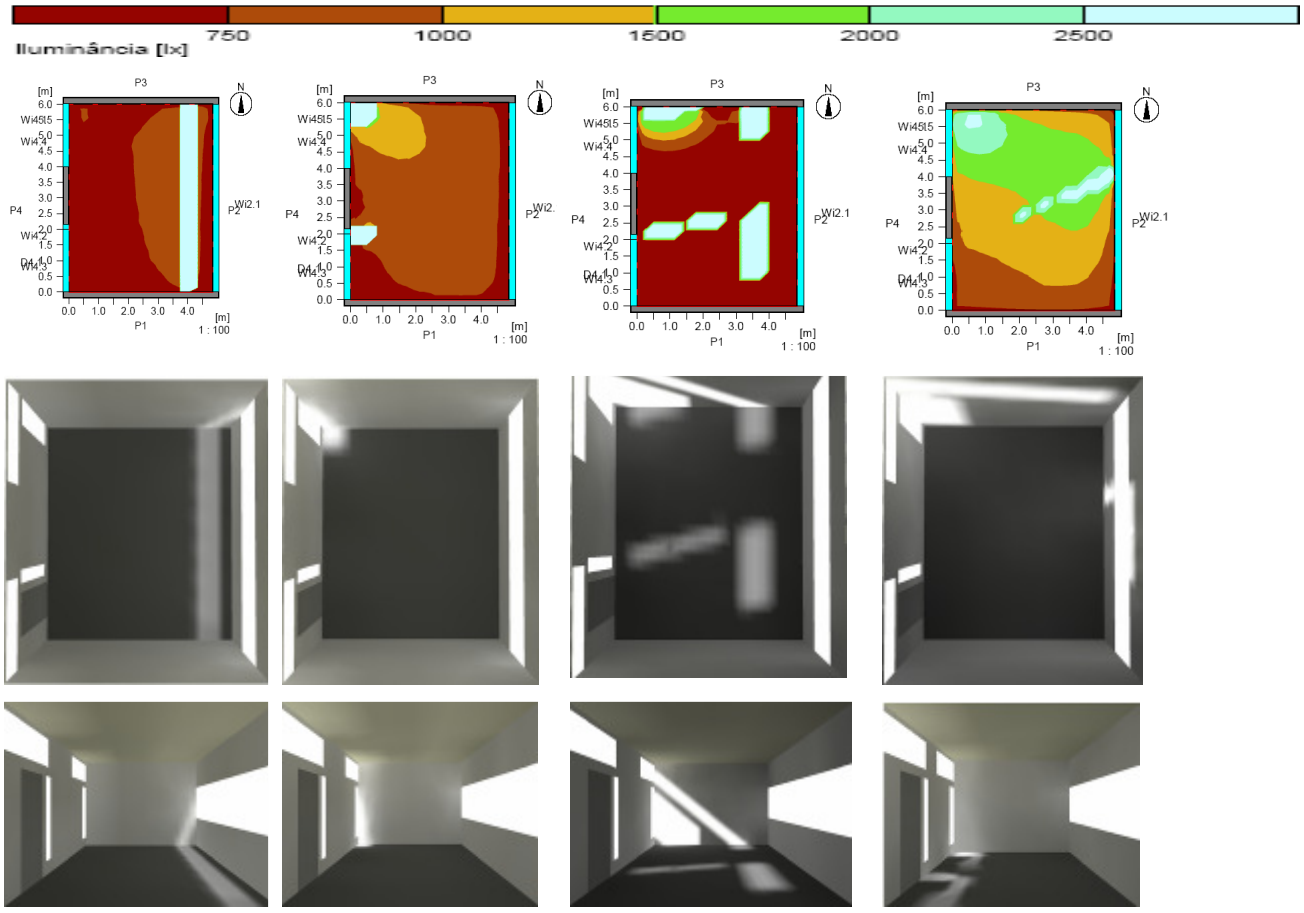


Sala 2 - Fachada Leste

Figura 07: Isolinhas dos dados encontrados

Os Resultados da simulação no Relux estão na Figura 08.

Sala 02 - Fachada Leste (Situação: Céu claro)



9h 12h 15h 17h

Figura 08: Simulação pelo Reluxcad

Observou-se que a simulação computacional e os dados coletados no local são muito próximos. Fazendo uma análise geral, observa-se que os níveis de iluminância durante os períodos da manhã na sala 1, no período da tarde na sala 2 e nos períodos de manha e tarde na sala 3 estão muito superiores aos recomendados pela NBR 5413.

Nas salas 1 e 2 observou-se que a iluminação zenital incomoda o usuário ao formar um facho de luz no interior da sala. No pátio interno tem um comportamento interessante, pois o sol incide diretamente durante 4 horas (10h até 14h), período em que a iluminação natural dos ambientes internos é mais estável.

Avaliação do Conforto Acústico

A avaliação de conforto acústico das salas de aula foi embasada em analisar as condições acústicas dos ambientes, observando se as condições de ruído interno estariam compatíveis com os índices considerados aceitáveis da NBR 10152 (ABNT, 1987). Para as salas de aula, os índices de ruído devem enquadrar-se entre 40 a 50 dB(A) e possuir o NC entre 35 a 45. Segundo esta norma, valor inferior da faixa, representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.

Os níveis superiores aos estabelecidos para salas de aula são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar em risco de dano à saúde.

Foram escolhidos quatro pontos de medição para a investigação das salas de aula. As medições foram realizadas *in loco* como mostra as Tabelas 01, 02 e 03 subseqüentes, utilizando um medidor de análise de sinais modelo SVAN 948 - tipo 1 da SVANTEK.

Tabela 01: Resultados das medições de pressão sonora nos diversos pontos da Sala XXX em Leq em dB(A) e NC.

Pontos de medição p/ Sala 01	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
Leq dB(A)	41,9	39,5	41,2	38,6
NC	40	30	35	35

Tabela 02: Resultados das medições de pressão sonora nos diversos pontos da Sala YYY em Leq em dB(A) e NC.

Pontos de medição p/ Sala 02	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
Leq dB(A)	58,3	45,9	48,1	48,5
NC	55	45	45	45

Para a sala 03 foram realizados dois tipos de medição devido a presença de ventiladores. A tabela 03 mostra os resultados das medições com os ventiladores ligados e com os mesmos desligados.

Tabela 03: Resultados das medições de pressão sonora nos diversos pontos da Sala ZZZ em Leq em dB(A) e NC.

Pontos de medição p/ Sala 03 s/ ventilador	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
Leq dB(A)	50,8	47,4	47,5	49,8
NC	50	45	45	45
c/ ventilador				
Leq dB(A)	58,2	58,9	59,7	60,5
NC	55	55	55	55

Em relação aos dados obtidos para as diversas medições, observações sonoras do ambiente podem ser feitas com diferentes focos de análise:

Para a Sala 01 os índices de ruídos estão dentro dos valores recomendados da NBR 10152 representando o nível sonoro aceitável de conforto. Na análise do NC os valores estão de acordo com os recomendados pela norma. Para a Sala 02 apenas o ponto “P1” acarreta em valores fora dos recomendados da NBR 10152. Nessa medição o fluxo de pessoas no exterior do ambiente aumentou em relação ao anterior, elevando o nível de ruído de fundo.

O comportamento do “P1” com o ventilador desligado para a sala 03, também apresenta variação quanto aos valores recomendados pela NBR 10152. Da mesma forma, os comportamentos dos demais pontos estão elevados, mas não ultrapassando os valores indicados pela mesma. Quanto à segunda medição, a presença do ventilador acarreta em valores muito fora dos valores recomendados pela norma. Observa-se, então que outros métodos de climatização seriam mais satisfatórios ao serem utilizados. Na análise do NC, foi observado que a presença do ventilador ligado altera bastante os valores de NC, deixando o ambiente

acima dos valores exigidos pela norma. No entanto, esse ambiente pode ser considerado de desconforto, sem necessariamente implicar em risco de dano à saúde.

O valor encontrado no pátio central de 66,5 dB(A), não pode ser considerados valores satisfatórios em relação as recomendações da NBR 10152 para área de uso público em torno 40 a 50 dB(A). Estes valores devem ser bem protegidos em sua fachada, para atingir valores satisfatórios das salas.

Nesta edificação observou que nem todas as salas estão com os índices de ruídos e o NC de acordo com as recomendações da NBR 10152 (ABNT, 1987). Nota-se que as salas 02 e 03, onde apresentaram as alterações, as aberturas estavam interligadas com o pátio central da edificação, o que provavelmente pode ser uma influencia para o ruído interno e que a sala 01, onde não houve qualquer problema suas aberturas não estavam situadas para o pátio central sendo segundo a norma um ambiente confortável. Com esta verificação poderia ser proposto que estes ambientes levassem em consideração o isolamento acústico para o controle do ruído e o condicionamento para a qualidade do ambiente interno.

Resultados e Conclusões

Para a avaliação térmica a aplicação dos questionários foi realizada com pessoas com idades entre 20 e 42 anos, durante as medições térmicas, os entrevistados foram os usuários dos edifícios, nessa data o dia apresentava-se ensolarado.

Por meio dos resultados obtidos dos questionários observou-se que 28,8 % da população pesquisada estavam com a sensação de muito calor, 32,7 % com pouco calor e 38,5 % das pessoas entrevistadas estavam confortáveis termicamente. Não foram obtidos votos de sensação de frio.

Para a avaliação lumínica foi observado que a iluminação interna é considerada confortável para 72% dos usuários, para 12 % pouco escuro e 16% dos usuários acham o ambiente pouco claro. Em relação ao incômodo proveniente da iluminação no plano de trabalho, observou-se que para 63% dos usuários não existe incômodo, para 37% existe incômodo às vezes.

Conforme as respostas do questionário aplicado sobre acústica, foram obtidos os seguintes resultados: 41% votaram que o ambiente é pouco barulhento, 35% pouco silencioso, 8% nem barulhento nem silencioso, muito silencioso e muito barulhento.

Para os aspectos funcionais tais como as cores, texturas e formas proporcionam sensações que tornam o mais aconchegante. O piso em granitina polida, tom cinza, garante um ambiente claro e limpo.

O parâmetro ergonomia levou em consideração apenas as mesas e cadeiras. Os usuários entrevistados consideraram: 37,3% desconfortável; 7,3% nem desconfortável e nem confortável; 55,4% confortável. Concluiu-se que, em termos ergonômicos, o mobiliário esta adequado ao usuário.

Para avaliação da Capacidade Funcional, os usuários foram questionados, se os tamanhos da sala de estudo em grupo estão com dimensões satisfatórias. Encontrou-se um percentual de 88,2% satisfeitos, 11,8% insatisfeitos. Dentro dos limites de capacidade de usuários na sala, concluiu-se que as mesmas estão satisfatórias.

Os usuários foram questionados, se em uma situação de incêndio, o mesmo saberiam dizer onde estão localizadas as saídas de emergência e extintores. Dos questionados, 86,7% não sabiam onde estavam localizadas as saídas de emergência e 13,3% sabiam onde se localizavam as saídas. Concluiu-se que as saídas de emergência e o sistema de proteção contra o incêndio não estão bem sinalizadas.

Em relação à privacidade e segurança do pátio interno, foram questionados aspectos comportamentais das atividades sociais realizadas. Dos entrevistados, 82,9% sentiram mais seguro no lugar, 71,3% consideraram o local como ponto de encontro e 65% sentiram bem-estar. Em relação a privacidade do local, 57% sentiram que o lugar é privativo, 23 % que não era privativo e 20% não responderão.
Por meio desses dados foi possível obter informações qualitativas sobre pós-ocupação do edifício em questão, assim como utilizá-las para melhorar a qualidade do ambiente.

Referências Bibliográficas

FANGER, O. Thermal Comfort – Analysis and Application in Engineering. Copenhagen, 1970.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. ISO 7726; thermal environments-instruments and methods for measuring physical quantities. Switzerland, 1985.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. ISO 8996; ergonomics-determination of metabolic heat production. Geneva, 1990.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. ISO 7730; moderate thermal environments-determination o the PMV and PPD indices and specification of conditions for thermal comfort. Geneva, 1994.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. ISO 9920; ergonomics-estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.Geneva, 1995.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. ; FÁVERO, Edison ; BORGES FILHO, Francisco ; GOUVEIA, A. P. ; RUSCHEL, Regina C ; PINA, Sílvia A Mikami G ; GOMEZ, Vanessa da Silva . Ensino do Projeto Arquitetônico: A Teoria Traduzida em Exercícios no Ensino do Projeto Arquitetônico. Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, v. 54, p. 1-6, 2001.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; MOREIRA, Nanci Saraiva; Evaluation School Facilities in Brazil, v.1, p.1-6,2008.

ORNSTEIN, Sheila Walbe. Post Occupancy Evaluation Performed in Elementary and High school of the great São Paulo, Brazil. The Occupants and Quality of School Environment. Environment and Behavior, Sage Publications, v. 29, n.2, p.236-263, 1997.

PEREIRA, Fernando O. R. Apostila do curso de iluminação Natural no ambiente contruído. III Encontro Nacional e I Latino-Americano de conforto no Ambiente Contruído, ANTAC, Gramado, RS. 1995.

RUAS, A. C. Conforto térmico nos Ambientes de Trabalho. Fundacentro, 1999.

RUAS, A. C. Sistematização da avaliação do conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software. Campinas, SP, 2002.Tese Doutorado.