

A VISÃO DO CONFORTO AMBIENTAL SOBRE O PRÉDIO DA ANTIGA SEDE DA COMPANHIA DE ESTRADAS DE FERRO NOROESTE DO BRASIL (CEFNOB) EM BAURU, SP

Orion G. M. Campos (1); João R. Gomes de Faria (2) Nilson Ghirardello (3)

(1) Estudante de Arquitetura e Urbanismo, oriongmc@hotmail.com

(2) Prof. Assistente Doutor da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, joaofari@faac.unesp.br

(3) Prof.. Assistente Doutor da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, nghir@faac.unesp.br
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01
17033-360 - Bauru, SP – Brasil Caixa-Postal: 473 Telefone: (14) 31036059 Fax: (14) 31036059

RESUMO

Este tema foi pensado devido à ausência de um estudo do conforto ambiental em edificações de valor histórico para a cidade de Bauru (SP). Foi escolhido, um conjunto de prédios que formavam a antiga sede administrativa da extinta Companhia de Estradas de Ferro Noroeste do Brasil (CEFNOB), localizados no centro da cidade e construídos em diferentes épocas, sendo o mais novo de 1940. Em todos os prédios existem elementos que contribuem para a manutenção do conforto ambiental, como pé direito alto, janelas amplas e com bandeiras, fôrro do teto com orifícios para ventilação, entre outros. Esses elementos foram estudados juntamente com a história do conjunto, para que fossem entendidas todas as suas influências. Concomitantemente, foi realizada uma análise da eficiência de um dos prédios, utilizado como museu, em manter o conforto ambiental. Ela envolveu aquisição horária de temperatura e umidade do ar em duas salas, nos períodos de verão e inverno de 2008, e levantamentos de distribuição de iluminâncias e de luminâncias em um dia de céu limpo e um de céu encoberto. A análise térmica foi feita pela comparação dos dados medidos com os coletados pela estação meteorológica do INMET em Bauru e pela análise de índices de conforto de Auliciems-Szokolay e de Fanger, calculados a partir daqueles dados. O estudo do conforto visual foi feito pela comparação das iluminâncias medidas com as indicadas pela NBR 5413 e pela análise de imagens HDR. Concluímos que o prédio estudado é adequado às suas funções com apenas algumas mudanças a serem feitas no arranjo das peças expostas para corrigir suas deficiências com relação ao conforto visual e de controle de aberturas para melhorar o desempenho térmico.

Palavras-chave: conforto ambiental, conforto térmico, conforto visual

ABSTRACT

This subject has been thought due to the absence of environmental comfort studies about historical buildings in Bauru (SP). It was chosen a set of buildings that formed the old administrative headquarters of the Companhia de Estradas de Ferro Noroeste do Brasil, located in the downtown and built in different times, the newer one, being dated to 1940. In all the buildings there are several elements that maintain the environmental comfort, as high ceiling, ample windows and with transom windows, rooms with holes into the ceiling for ventilation, among others. These items have been studied together with the history of the building, so that its influences were all understood. At the same time, a study of the building used as museum was done for analyze the environmental comfort conditions. It evolved hourly the air temperature and humidity acquisition in two rooms of that building, during periods of summer and winter of 2008 and surveys of the distribution of illuminance and luminance in a clear-sky and a cloudy-sky situation. The thermal analysis have been done by the comparison of the measured data with the ones collected by the INMET's meteorological station in Bauru and the evaluation of Auliciems-Szokolay and Fanger thermal comfort indexes, calculated from these data. The visual comfort has been studied by the measured illuminance compared with the indicated by the NBR 5413 standard and the analysis of luminance distribution from HDR images. We concluded that the use of the building as a museum could be done perfectly by the visual comfort aspect with a few changes in the layout and the control of windows for the thermal conditions.

Keywords: environmental comfort, thermal comfort, visual comfort

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura do passado deve ser respeitada, pois desse modo estaremos cuidando de nossa própria história. Um edifício não é apenas aquilo que podemos ver ou tocar, quando um edifício é construído na cidade, ele se torna mais que tijolos e cimento e passa a ser parte da vida das pessoas que estavam naquele lugar e que aproveitaram, naquele período, esse espaço para se relacionar com o ambiente ao redor, tornando-se às vezes, sua única memória existente. Como afirma Rolnik (1994): na cidade-escrita, habitar ganha uma dimensão completamente nova, uma vez que se fixa em uma memória que, ao contrário da lembrança, não se dissipa com a morte.

A arquitetura é uma das artes mais tradicionais para a nossa cultura, e afeta de maneira muito intensa as pessoas que a vivenciam. Edificações representando diferentes épocas coexistindo harmoniosamente, com seus respectivos arquitetos entendendo que não precisam brigar para criar algo novo, negando – e posteriormente esquecendo – o passado, e sim que devem estudar, e entender o conhecimento e o esforço feito anteriormente para melhorar a vida das pessoas do presente. Fathy (1982) lembra que o esforço de um homem pode produzir um avanço gigantesco, caso ele construa sobre uma tradição estabelecida e para que haja esse respeito do novo (presente), é necessário que exista entendimento do antigo (passado).

O edifício analisado apresenta várias soluções para manter o conforto de seus ocupantes de forma passiva, sem a utilização de energia elétrica (não facilmente disponível na época de sua construção), com materiais encontrados na região, e reproduzível por grande parte das pessoas (artesãos e construtores), já que eram simples, tanto pelo método de fabricação, quanto pela fácil assimilação de seus construtores (GHIRARDELLO, 2002). Estes elementos são, por exemplo: janelas amplas, com venezianas grossas e do lado externo da edificação, paredes espessas e brancas, respiradouros no telhado e no forro do teto, entre outros. As soluções apresentadas vêm ao encontro da atual preocupação ambiental: as pessoas buscam, meios para reduzir o seu impacto sobre o ambiente, no caso, edificações energeticamente eficientes que utilizem o máximo possível da energia disponível para manter adequado o conforto de seus ocupantes. Este trabalho se presta a entender esta tecnologia antiga e verificar sua real eficiência, no caso, segundo o conforto térmico e visual.

O conjunto de prédios estudado está disposto ao longo de uma quadra no centro da cidade de Bauru-SP, entre a ferrovia, a rua Primeiro de Agosto e a rua Gérson França. Construídos em épocas distintas – o primeiro em 1905, o segundo por volta de 1908, o terceiro por volta de 1910 e o último terminado por volta da década de 1940, como vemos na Figura 1 – tiveram sua participação no desenvolvimento de Bauru, pois foram a antiga sede da administração de uma das companhias de trens que fizeram da cidade um entroncamento de ferrovias, e como Kühl (1998) escreve sobre o transporte ferroviário: foi responsável por vultosas transformações em todo o sistema de transporte, assim como na vida das cidades, influenciando a configuração de territórios inteiros em vários países e alterando a relação com o meio natural. Desse modo, o presente trabalho também contribuiria com a propagação da história do edifício, resgatando-a e trazendo para o conhecimento das pessoas, moradores e não moradores da cidade, um pouco da história de Bauru.



Figura 1 – Conjunto estudado quanto à história e influências arquitetônicas e as datas de construção de cada prédio. Em verde o prédio analisado em relação ao conforto térmico e visual. Fonte: base do Google Earth, 2008.

O prédio analisado no presente trabalho é atualmente ocupado pelo Museu Ferroviário Regional de Bauru. Este foi escolhido para a análise técnica, pois, além de ser o mais antigo, possui uma considerável variedade de elementos passivos de manutenção do conforto (em outros prédios existem divisórias, que dificultam a circulação do ar, e em alguns existem condicionadores de ar instalados), é freqüentado durante uma grande parte do dia por várias pessoas, e os funcionários foram muito receptivos à pesquisa. Os outros prédios são ocupados pelo Centro de Memória Regional UNESP-RFFSA, pelo escritório da Rede Ferroviária Federal S/A e pelo Serviço Social das Estradas de Ferro.

Na Figura 2 pode-se observar a planta do prédio analisado tecnicamente, com suas várias salas amplas e seguidas.

O clima de Bauru é marcado por altas amplitudes térmicas diárias, da ordem de 13 graus no verão e 15 graus no inverno, com pequenas diferenças entre as temperaturas médias diárias nos dois períodos, conforme normais climatológicas do período de 1961 a 1970 elaboradas pelo Instituto de Pesquisas Meteorológicas da UNESP (IPMet). O inverno é seco e o verão

chuvoso. Os habitantes se acomodam a essa situação com trocas de roupa durante o dia: é comum sair ao

amanhecer com um agasalho e tirá-lo no meio da manhã. Isso amplia os limites de conforto térmico, proporcionalmente àquela variabilidade da temperatura do ar, como será demonstrado no decorrer do artigo.

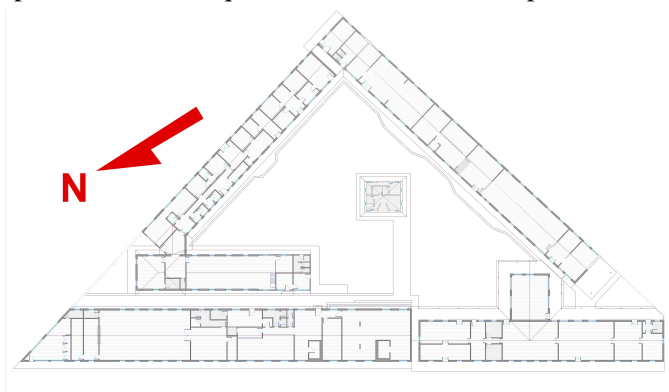


Figura 2 – Planta baixa do conjunto de edifícios. O prédio analisado em relação ao conforto térmico e visual é o do lado inferior direito da figura. Fonte: Escritório da Rede Ferroviária Federal S/A.

2. OBJETIVO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa realizada em 2008 em um conjunto de prédios de valor histórico para a cidade de Bauru, cujos objetivos eram analisar a história de todo o conjunto, para entender as influências que os prédios tiveram para possuir diversos elementos de manutenção de conforto, e verificar a capacidade de manutenção de conforto térmico e visual de um desses prédios.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:

1. Levantamento de dados históricos e construtivos dos prédios estudados, através de visitas técnicas, fotos e documentos históricos do Museu Ferroviário Regional de Bauru. Ênfase especial foi dada à observação de elementos arquitetônicos que têm influência no desempenho térmico e visual do prédio;

2. Análise das condições térmicas do prédio do Museu Ferroviário Regional de Bauru a partir de dados horários de temperatura e umidade do ar medidos durante períodos de verão e inverno de 2008 através de dois *dataloggers* Hobo H-8 (intercalibrados, com diferenças de temperatura e umidade relativa menor que 5%) dispostos no interior de duas salas do prédio (antiga sala de chefia – atual sala de recepção do Museu Ferroviário Regional de Bauru – e sala de exposições). Os HOBOS foram instalados em locais onde não atraíssem a atenção de pessoas, em posições de difícil acesso ou em altura elevada ao piso para dificultar o contato de alguma criança (1,70m). Os dados foram comparados com os medidos pela estação meteorológica do INMET em Bauru. A partir deles também foram calculados os índices de conforto térmico de Auliciems-Szokolay e de Fanger, com rotinas em *Microsoft VisualBASIC for Applications* rodando em planilhas eletrônicas Microsoft Excel;

3. Medição de iluminância em planos horizontais, durante o horário de expediente (das 9 às 18 horas), num dia ensolarado e num dia de céu encoberto, com um luxímetro Lutron LX-101, pelo método descrito na NBR 15215-4, e de luminância de áreas com potencial de ofuscamento através de fotografias digitais (usou-se uma câmera digital Sony modelo DSC-W5, com lente de 35 mm e possibilidade de controles manuais de referência de branco, sensibilidade, abertura e tempo de exposição), posteriormente convertidas em imagens HDR, conforme metodologia descrita por Faria (2007). As iluminâncias medidas foram convertidas em iluminâncias de projeto, determinando-se o fator de luz do dia (relação entre as iluminâncias interna e externa) e multiplicando-se pela iluminância de céu de projeto (iluminância da abóbada ultrapassada em 90% do tempo). Como não se dispõe desse valor de referência para Bauru, foi empregado o valor calculado pelo programa Ecotect, de 12000 lux. A análise de conforto visual foi feita através da comparação das iluminâncias com os valores prescritos pela NBR 5413 e de relações de luminância entre foco visual e entorno, através de imagens com escalas de luminância, tendo por parâmetros os valores da Tabela 1.

Tabela 1 - Relações máximas de brilhos recomendadas para escritórios. Fonte: Lechner (1990).

Relação	Áreas	Exemplo
3:1	Entre a tarefa e o entorno adjacente	Livro sobre a mesa
5:1	Entre a tarefa para o entorno próximo	Livro em relação a móveis próximos
10:1	Tarefa para entorno remoto	Livro em relação a paredes distantes
20:1	Fonte de luz para grandes áreas adjacentes	Janela para uma parede adjacente
40:1	Máximo contraste admitido	

4. RESULTADOS

Como a pesquisa trata de uma análise obtida a partir de vários e distintos métodos, conclusões foram sendo obtidas ao final de cada etapa. Para facilitar a compreensão, as conclusões que foram obtidas simultaneamente com os resultados serão descritas junto aos resultados que as originaram.

4.1. Levantamento da história do edifício, sua relação com a ferrovia e a cidade de Bauru

Devido à ausência de material bibliográfico sobre o edifício, as informações coletadas para seu levantamento histórico são baseadas principalmente em entrevistas, plantas do conjunto de prédios e fotografias dos acervos do Museu Ferroviário Regional de Bauru e do Centro de Memória Regional UNESP-RFFSA, sediados no próprio prédio estudado. Também foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a construção da ferrovia, para entender o contexto no qual o prédio está inserido.

Conforme os estudos de Neves (1958) a primeira parte do conjunto de prédios estudado nesta pesquisa foi construído provavelmente em 1905, juntamente com as primeiras oficinas e dependências da companhia. Apesar da Companhia Estrada de Ferro Noroeste do Brasil ter contratado a construção da linha e seus equipamentos da Companhia francesa, Compagnie Générale de Chemins de Fer et de Travaux Publics, esta empreitou os trabalhos à Empresa Construtora Machado de Mello, que por sua vez, subempreitou etapas específicas da obra, para terceiros, como a derrubada da mata e colocação dos trilhos. Deste modo, é provável que o engenheiro responsável pela construção do edifício estudado (se houve um) houvesse sido da empresa Machado de Mello, um brasileiro (GHIRARDELLO, 2001, p.37).

O edifício principal foi construído em 1905. Nele se encontrava a sede inicial da CEFNOB. Em 27 de setembro de 1906 a estrada foi aberta ao tráfego provisório até a estação de Jacutinga e a partir desta data a circulação de pessoas cresceu intensamente. Para acompanhar esse fluxo, o edifício administrativo teve de suprir as necessidades da administração dos trens e não mais apenas a administração das obras, o que acarretou à quadra, ser fechada por prédios até o início da década de 1910, logo após construção do primeiro prédio em 1905, deixando-a com a sua disposição física praticamente igual à de hoje. Acredita-se que apenas uma última parte tenha sido terminada na década de 1940.

Neste período, a sede da CEFNOB estava em seu maior uso, contando com departamentos encarregados do pagamento de salários, contabilidade, administrativo, consultório médico e dentista, entre outros. Na Figura 3 podemos ver a grande quantidade de pessoas da elite que trabalhavam na ferrovia. As funções das salas sempre eram reorganizadas conforme a necessidade. Com a quadra triangular preenchida quase que totalmente com o prédio que cresceram linearmente, a construção de um local maior de trabalho foi necessária. Em 1º de setembro de 1939 foi inaugurada a nova estação de Bauru, iniciada em 4 de dezembro de 1935. Tornou-se um marco para a cidade e o seu centro econômico pelo resto do século 20, até a sua desativação na década de 1990.



Figura 3 – Fotografia de 1923 de todos os funcionários da ferrovia com o primeiro prédio construído do conjunto ao fundo. Pode-se observar que na época, não existia a cobertura em balanço voltada para os trilhos. Fonte: Centro de Memória Regional UNESP-RFFSA.

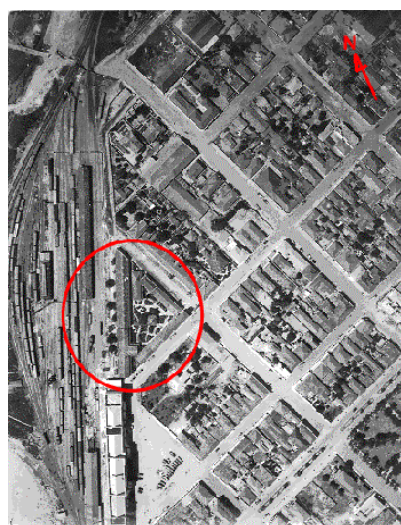


Figura 4 – Fotografia aérea tirada provavelmente na década de 1950. Na parte sul observa-se a nova estação construída. Fonte: Centro de Memória Regional UNESP-RFFSA.

Com a transferência da sede para a nova estação, os edifícios estudados receberam utilidades secundárias, porém nunca deixando de ser utilizados. Acredita-se que esse uso constante dos edifícios, mesmo que para atividades sem muito valor, foi o verdadeiro motivo para a sua conservação quase perfeita, e graças a esse fato, atualmente esse pequeno conjunto de prédios se encontra em uma situação muito melhor do que o seu imponente substituto, hoje abandonado. Na Figura 4 vê-se o conjunto de prédios com a mesma configuração de hoje

4.2. Avaliação dos elementos de conforto

Com o objetivo de levantar todos os tipos e variações de elementos que pudessem influir nas propriedades térmicas, foi realizado um levantamento fotográfico de todos os prédios. Basicamente, foram encontrados os seguintes elementos: pátio interno, respiradouros no telhado, óculo de respiração, orifícios para a circulação de ar no forro do teto, pé-direito alto, piso elevado e massa térmica. Estes podem ser vistos ao longo de todos os prédios, como na Figura 5 e mais detalhadamente na Figura 6. Além destes, o que é mais notável no conjunto, são as portas e janelas. Mesmo as mais simples são muito bem feitas, com madeira maciça (já que não existia compensado), e pesadas, ou seja, com uma alta densidade e, portanto, com uma inércia térmica maior.



Figura 5 – Localização geral dos elementos de que influenciam o conforto térmico. Fonte: Google Earth, 2008



Figura 6 – Vista do pátio interno para os respiradouros no telhado do prédio norte. Foto de Orion G. M. Campos

4.2.1. Levantamento da história dos principais elementos de conforto

Através de pesquisa bibliográfica, foram levantadas as prováveis influências de cada um dos principais elementos de conforto que o edifício possui, para finalmente traçar as origens do conjunto de prédios.

1. Pátio interno - Segundo Kostof (1996), o pátio interno tem sua origem atrelada ao surgimento das primeiras cidades, erguidas primeiramente na região da Mesopotâmia e, posteriormente, espalhando essa nova forma de organização humana por todo o Oriente-Médio. O pátio interno nestas cidades de clima quente e seco acabava por criar um micro-clima mais agradável. Originalmente era um cômodo para recepcionar pessoas, e foi ganhando diversos significados em outras culturas. Do mesmo modo, o pátio interno pode ser entendido como o aproveitamento máximo do terreno por pessoas de elite, em cidades com pouco espaço. Apesar do contato dos portugueses com os árabes, é mais provável que a tenham desenvolvido este elemento empiricamente em suas apertadas cidades medievais, e aprimorado esta técnica no contato com os mouros.

2. Respiradouros no telhado - Foram desenvolvidos a partir de orifícios laterais das moradias (que também podem ser entendidos como janelas), em casas cujas paredes laterais estavam em contato com paredes de casas vizinhas. Nestas casas apinhadas, por não atenderem as necessidades de ventilação e iluminação, eram feitas aberturas na única face livre, o telhado. Um exemplo disso pôde ser visto nas casas da antiga Gournia (séculos XVII a XII a.C.), situada na atual ilha de Creta, na qual a aristocracia da cidade vivia em casas pequenas e muito comprimidas com clarabóias (KOSTOF, 1996, p.190-191), estas eram, portanto, um elemento para atender as necessidades técnicas de um ou mais cômodos e não tinha a função social do pátio interno.

3. Óculo de respiração - Veio até nós pelas edificações de locais em que nevava, principalmente em cidades medievais, devido ao aproveitamento máximo do espaço disponível. O sótão, que até então era subutilizado pelos gregos e romanos como um tipo de depósito, nestas cidades, aproveitando a inclinação dos telhados, eram utilizados como quarto e, portanto, precisavam de ventilação e iluminação adequadas. Um exemplo é o Batistério de São João, século VII, em Poitiers na França (KOSTOF, 1997, p.475)

4. Orifício para a circulação de ar no forro do teto – Elemento que provavelmente chegou ao Brasil com os artesãos portugueses, pode ter se originado também, empiricamente aqui. Este elemento se baseia no fato de gases aquecidos ficarem menos densos e subir, neste caso, subindo até o forro e saindo pelo orifício, tornando a casa menos quente. Um caboclo brasileiro pode ter visto, cozinhando dentro de casa, que a fumaça quente subia e ficava presa na cumeeira, até encontrar uma brecha entre as toscas telhas de barro, como descrito por Latif (1966).

5. Pé-direito alto – Um ambiente amplo sempre foi sinal de austeridade e nobreza, porém, como explica Segawa (2003 e 2006), com as leis salubristas em Londres de 1830, itens como o pé-direito alto tiveram que ser executados, para obter o volume adequado para o cômodo, sendo provavelmente, este a origem até ter chegado a nós.

6. Piso elevado – Hábeis construtores em madeira, os portugueses sabiam que madeiras expostas a mudanças constantes do nível de umidade, apodreciam, e portanto, um piso de madeira deveria ser elevado do nível do solo. Este espaçamento que depois se tornou um porão, acabou recebendo orifícios para a circulação de ar úmido entre o solo e o piso. Em regiões de rios no Brasil, o caipira utilizava esta técnica para evitar que sua casa fosse inundada na época de cheia do rio e, no período seguinte, possibilitava uma circulação de ar, retirando o excesso de umidade, deixando o ambiente mais agradável. Estes “porões ventilados”, que como lembra Latif (1966), já eram característicos de nossa arquitetura antes dos pilotis modernistas de Le Corbusier.

4.2.2. Detalhamento dos elementos de conforto

Com o reconhecimento de todos os prédios através de visitas e posteriormente com o levantamento fotográfico, ficou determinado que o primeiro prédio construído do conjunto – antiga sede da Companhia de Estradas de Ferro Noroeste do Brasil e atual Museu Ferroviário Regional de Bauru – seria o prédio a ser analisado em relação ao conforto térmico e visual. Como a análise técnica seria feita neste prédio, se tornou necessário o conhecimento das dimensões, localização e detalhamento das aberturas e elementos de manutenção do conforto contidos neste prédio. Para tanto, foram feitos detalhamentos de cada uma das janelas, portas e outros elementos de conforto. Quando o elemento era similar a outro, foi desenhado apenas uma vez. Uma parte do resultado pode ser visto nas figuras 7 e 8: detalhes da antiga sala do chefe da companhia (sala mais ao sul), atualmente, funcionando como sala de recepção do museu e sala de exposição, e uma janela padrão que ficava voltada para os trilhos.

Na antiga sala de chefia houve uma preocupação e um cuidado maior com janelas e portas, sendo elas mais complexas e com mais detalhes, funcionais e estéticos. Entre as diferenças funcionais estão uma bandeira de vidro em uma das portas, com um controle de abertura, e janelas com mais folhas e mais articuladas que as outras presentes no prédio (inclusive com vidros jateados com o símbolo da estrada de ferro marcado). A saída de ar no forro do teto (Figura 8), neste prédio, só está presente nesta sala; em outras salas a troca de ar depende das portas e janelas, a maioria muito similar à mostrada na Figura 8, ou com uma variação de menos uma folha cega e/ou a folha da veneziana com uma dobra a mais. Acredita-se que estas mais complexas tenham sido feitas posteriormente, já que o sistema de trancas é mais sofisticado. As portas seguem o mesmo estilo das janelas, todas de madeira, montadas com ripas ou tábuas. Algumas portas possuem bandeira de vidro e/ou de veneziana. Em todas as salas, o pé direito é de 4m, com pequenas variações. As janelas e as portas estão alinhadas a 3m do chão (portas com 3m de altura), com janelas de 2m de altura. Este pé-direito se mantém em todo o complexo, ficando aproximadamente 50cm maiores em algumas salas. As paredes do prédio são todas de tijolo cerâmico maciço recoberto de argamassa. Provavelmente, foi recoberto originalmente por uma à base de cal, mas atualmente é recoberto com tinta látex comum. O forro é feito de finas tábuas de madeira com detalhes de entalhe simples. O piso é feito com grossas tábuas de madeira, levemente levantadas do solo e com pequenos orifícios entre eles, responsáveis pela aeração, com todos os orifícios voltados para a ferrovia. Em outros prédios, estes orifícios são bem maiores, aproveitando a grande diferença de cotas.

A janela representada da Figura 7, mesmo sendo simples, mostra a grande inteligência presente em todos os prédios. A janela é feita de madeira, vidro e aço para as dobradiças. A veneziana é externa a tudo e, portanto, barra a luz do sol externamente ao cômodo. Ela é espessa e separada das outras partes, portanto, quando for comprometida pelas intempéries climáticas, poderá ser trocada isoladamente. A janela é de fácil

reprodução e não necessita de ferramentas muito específicas para ser feita. Também não apresenta uma ferragem muito complexa (presente nas janelas e portas mais novas do edifício).

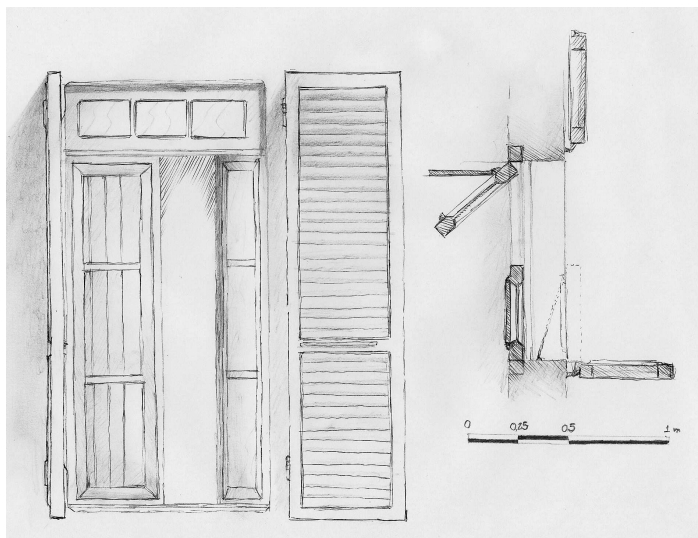


Figura 7 – Uma vista externa e um corte da janela mais simples e uma das mais comuns de todo o complexo. Ela se repete oito vezes com as mesmas dimensões (intencionalmente, pois como eram feitas artesanalmente, apresentam sempre diferenças entre si), e várias outras vezes ao longo dos prédios mais próximos da ferrovia (os mais antigos) com variações nas dimensões ou na sua constituição. Desenho: Orion G. M. Campos

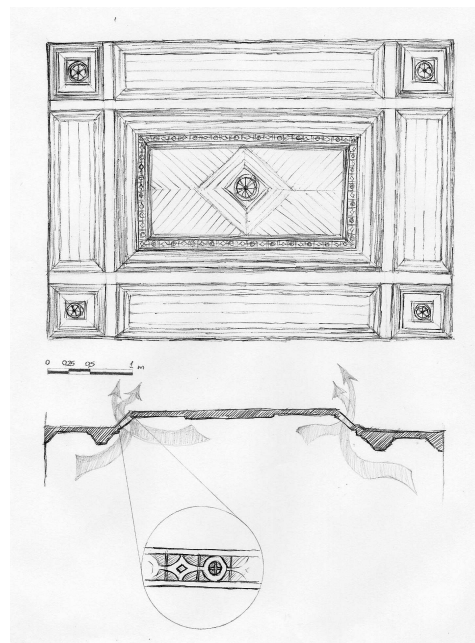


Figura 8 – Vista do teto da antiga sala de chefia, com um corte e o detalhe do trabalho de entalhe da madeira dos orifícios responsáveis por forçar a saída do ar quente, que sairia do prédio por ou pelas frestas entre as telhas, ou por um óculo de respiração voltado para a rua. Desenho: Orion G. M. Campos

4.3. Análise das condições de conforto térmico

4.3.1. Análise através de gráficos

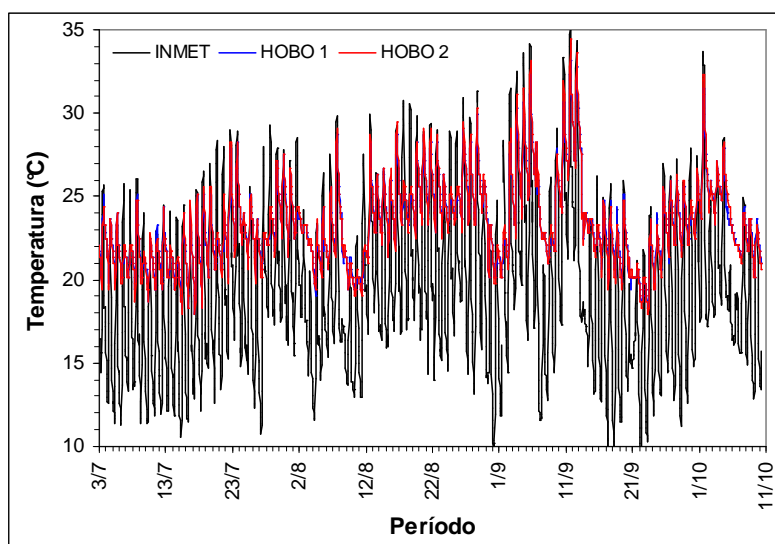


Figura 9 – Temperaturas internas – período de inverno.

mantenham elevadas. Verifica-se também na Figura 10 uma queda abrupta da temperatura a partir das 8 horas da manhã: esse fenômeno, que se repete praticamente todos os dias, corresponde ao horário de abertura do prédio para visitação. O ar exterior, bem mais frio, penetra no prédio, substituindo o ar que lá estava. Posteriormente as temperaturas se igualam e continuam a marcha ascendente.

Vê-se na Figura 11 que nos fins de semana, quando o prédio permanece fechado, com a ausência de ventilação, a temperatura média interna cai, tendendo a se aproximar da média externa. Esse comportamento repete-se no verão, o que leva ao questionamento sobre a eficácia dos elementos de ventilação baixos

O gráfico da Figura 9 (assim como seu correspondente para o período de verão) mostra que os dados dos dois HOBOS são praticamente idênticos, ou seja, não há variação significativa de temperatura do ar (o mesmo ocorrendo para a umidade) entre os cômodos estudados.

No gráfico da Figura 9 observa-se também que as temperaturas internas estão sempre acima da média das temperaturas externas.

Analisando a marcha das temperaturas em detalhe (Figura 10), nota-se a influência da grande inércia térmica do prédio (atraso e amortecimento).

Por outro lado, a ventilação diurna faz com que as temperaturas se

(janelas). Os elementos altos (orifícios no forro e saídas do ático) certamente contribuem para a retirada do ar quente que sobe, resfriando o cômodo abaixo deles.

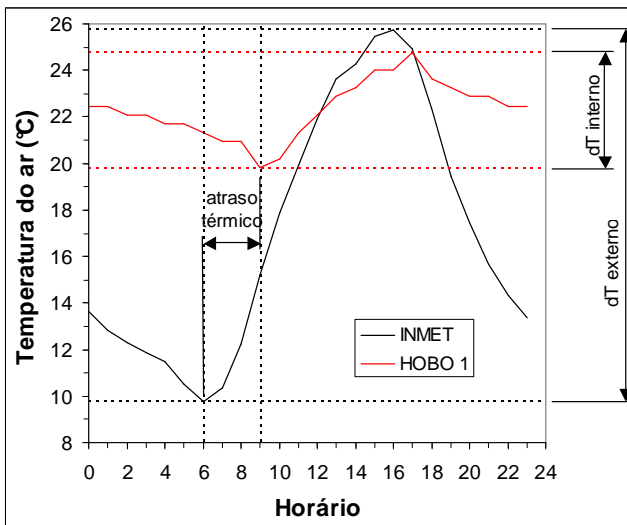


Figura 10 – Temperatura do ar em 17/09/2008.

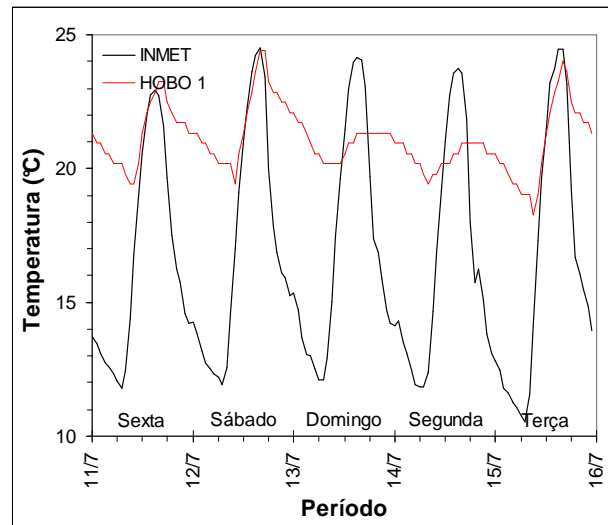


Figura 11 – Temperatura do ar em fim de semana – inverno.

4.3.1. Análise dos índices de conforto térmico

A partir da observação do vestuário dos funcionários do prédio estudado em períodos de inverno e verão, adotou-se uma vestimenta de 0,5clo para o verão e de 1,0 clo para o inverno. Para o cálculo pelo método adaptativo de Auliciens-Szokolay foram consideradas as médias mensais de temperatura.

Tabela 2 – Frequência (%) de sensações térmicas pelo critério de Fanger.

Sensação térmica	Dia todo				Horário de expediente			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Muito frio	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5
Frio	0,0	0,0	0,5	3,6	0,0	0,0	1,0	0,5
Ligeiramente frio	0,0	0,0	17,8	26,8	0,0	0,0	30,5	10,4
Neutro	82,0	86,5	28,4	59,7	78,1	83,4	53,9	67,8
Ligeiramente quente	18,0	12,6	5,3	8,4	21,9	15,3	14,5	18,1
Quente	0,0	0,6	0,1	1,3	0,0	1,3	0,2	2,8
Muito quente	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 3 – Frequência de sensações térmicas pelo método de Auliciens-Szokolay.

Sensação térmica	Dia todo				Horário de expediente			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Frio	4,1	32,2	65,4	72,2	3,8	31,6	42,3	45,7
Neutro	65,0	54,5	21,8	16,9	62,9	51,4	22,0	31,2
Calor	30,9	13,2	12,9	10,9	33,3	17,1	13,7	23,1

Pelas Tabelas 2 e 3, observa-se que, em média, as duas salas do museu apresentam frequências de situações de conforto térmico bem maiores que o exterior. Quando considerados somente os horários de expediente, há um aumento normal de situações de calor, uma vez que esses horários são somente matutinos e vespertinos. Quando comparado com o exterior, o interior não apresenta situações de frio pelo método de Fanger. Não foi considerada, no método de Fanger, a troca de roupa. Assim, no período de inverno, o fato de tirar o agasalho, reduzindo o isolamento da roupa para 0,6clo, diminuiria a frequência de classes 'quente' e 'ligeiramente quente', no inverno. Segundo o critério de Auliciens-Szokolay, vê-se que, segundo o percentual relativo ao total de horas, no inverno, haveria uma diminuição do conforto de seus ocupantes, e aumento da sensação de frio, com relação ao período de verão.

Para verificar a teoria de que o prédio se aquece e se resfria devido principalmente ao ar quente e frio que entra em grande quantidade pelas grandes janelas e portas abertas pelos funcionários do museu, pode-se comparar as frequências de sensações ‘neutras’ na Tabela 2 quando se toma o dia todo e somente o período de expediente. Verifica-se que a frequência de situações de através neutralidade térmica diminui no segundo caso, de onde se deduz que à noite o interior do prédio é confortável. Também se pode observar que houve um aumento percentual de tempo em que o ambiente proporcionaria uma sensação de calor, o que confirma a teoria de que durante o período de funcionamento, com as janelas abertas, o ar externo quente entra e deixa o interior aquecido durante o dia.

4.4. Análise das condições de conforto visual

4.4.1. Distribuição de iluminâncias

Para a análise da quantidade de iluminação das salas analisadas foram obtidos valores de iluminância sobre o plano de trabalho horizontal das salas durante dois dias, para posteriormente terem os valores analisados. Estes dias (12 e 6 de setembro) correspondem a um dia de céu claro e totalmente nublado e no período da manhã, quando não existe iluminação direta pelo Sol.

A quantidade mínima de pontos a serem medidos era, segundo a NBR 15215-4, de nove pontos para a sala de chefia e dezesseis pontos para a sala de exposições. Porém, para uma melhor análise dos valores obtidos, foram demarcados doze e vinte e quatro pontos, respectivamente. A norma foi elaborada para análise de uma suposta área de trabalho, no qual uma pessoa se sentaria à mesa e desenvolveria uma atividade. Esta situação ocorre algumas vezes durante o dia na antiga sala de chefia, que possui uma mesa utilizada como mesa de recepção pelos funcionários do museu. Na sala de exposições não existe nenhuma mesa: ela é utilizada por pessoas que olham o acervo em pé, e deste modo, adotou-se a altura de 75cm do piso, de acordo com a norma. Para a obtenção da iluminância externa foi colocado um segundo sensor no pátio interno entre os edifícios.

De acordo com o ambiente e o usuário escolhido, a NBR 5413 informa que o valor médio de iluminância recomendada do museu seria de 150 lux. Com os valores obtidos com o céu limpo, verificou-se que a primeira sala apresentou, em sua maioria, valores de iluminância adequados. Na segunda, os valores se apresentaram baixos, principalmente próximos à parede onde existem as janelas; no entanto, painéis de grandes dimensões expostos próximo às janelas podem prejudicar a iluminação no restante da sala, como foi observado em um caso. As iluminâncias internas sob de céu nublado se apresentaram muito altos na primeira sala (sala de chefia), que possui mais aberturas em relação a sua área; na sala de exposições, que é maior e com janelas apenas de um lado, os valores foram muito baixos, inadequados para o uso como museu. Com relação aos valores de iluminância interna de projeto, se a iluminância externa fosse constante e equivalesse a 12000 lux, ela estaria abaixo do valor recomendado pela NBR 5413 e precisaria de iluminação artificial complementar.

4.4.2. Distribuição de luminâncias

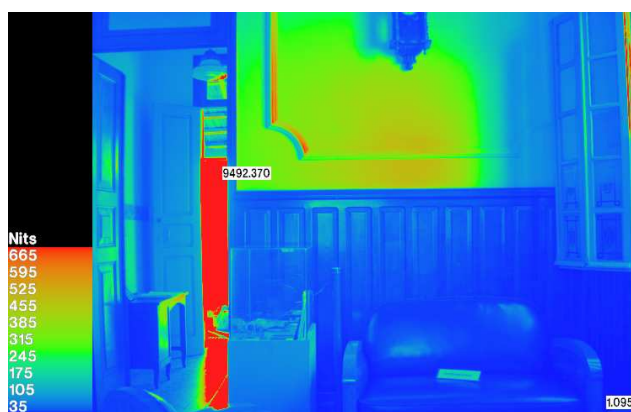


Figura 12 – Distribuição de luminâncias na sala de chefia no período da manhã.

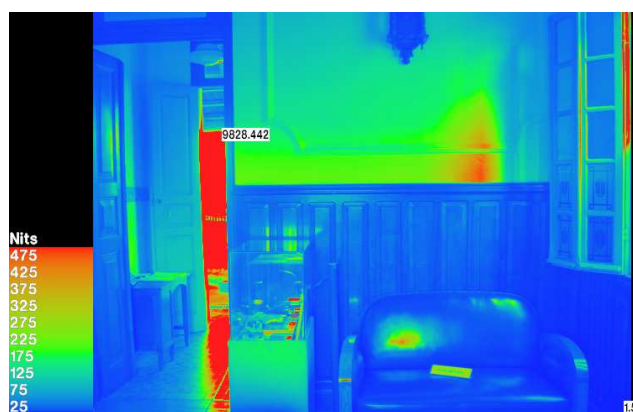


Figura 13 – Distribuição de luminâncias na sala de chefia no período da tarde.

Foram feitos levantamentos de luminâncias a partir de pontos de observação nos quais se constatou que poderia ocorrer ofuscamento. Esses locais foram na posição de trabalho da mesa da sala da chefia, simulando a situação de um funcionário sentado que olha para a porta, e um visitante no centro da segunda sala, que olha para um painel exposto próximo às janelas.

Analisando as imagens obtidas (Figura 12 e 13), observa-se que a sala da chefia, que é uma sala de acervo do museu, não apresenta um foco de luz muito intenso para causar um grande desconforto; porém, um funcionário lendo um material sobre a mesa, quando levantasse a cabeça para atender um visitante, passaria de um ambiente com luminâncias menores que 200 cd/m², para a visão da porta aberta, com mais de 9000 cd/m², uma relação próxima ao limite recomendado de 1:5. Na sala de exposições, apenas a visão do exterior através das janelas expõe o visitante a luminâncias da ordem de 10000 cd/m² que, por si só, são suficientes para causar certo incomodo visual. Considerando que ao passar olhando a sala pelo local em que o tripé da câmera estava situado, observa-se a peça próxima com menos de 100 cd/m² e logo em seguida se vê a janela com luminâncias 100 vezes maiores, o que causaria um ofuscamento.

5. CONCLUSÕES

Com relação às influências arquitetônicas do edifício estudado, apesar de fortes características salubristas e dos engenheiros presentes na ferrovia provavelmente conhecerem seus princípios, é provável que o prédio inicial tenha sido planejado por um mestre de obras experiente, com conhecimentos amplos de materiais e técnicas construtivas. Não se acredita que existiu um estilo único como modelo para o edifício e que devido a sua funcionalidade, este foi provavelmente a sua característica mais forte, a de ser prático e proporcionar um espaço interno agradável aos seus ocupantes.

Com relação à análise térmica, as análises dos dados levantados mostraram que o hábito de abrir todas as janelas de um cômodo para a ventilação não necessariamente significa um aumento na eficiência em manter o conforto térmico; ao contrário, isso pode resultar, mesmo em um edifício com paredes com grande inércia térmica e diversos beirais, num lugar quente, um ambiente pouco confortável quando a temperatura do ar no exterior é superior à do interior. No caso das janelas serem fechadas, os elementos de ventilação superior tornam-se fundamentais para garantir a ventilação higiênica quando, através da retirada do calor e do excesso de umidade liberados pelos ocupantes por efeito chaminé.

Os levantamentos de iluminância no plano horizontal e da distribuição de luminâncias a partir das superfícies do acervo mostraram que são necessárias pequenas intervenções, como iluminação artificial direcionada, proteção das janelas e melhor disposição do acervo. Com isso seriam resolvidos os problemas de baixa iluminância e de ofuscamento observados, o que tornaria o prédio plenamente adequado para ser utilizado como museu.

6. REFERÊNCIAS

- FARIA, J. R. G. Análises de distribuição de luminâncias através de imagens HDR compostas por fotos de câmeras snapshot. In: ENCAC-ELACAC 2007 - IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto. **Anais do IX Encontro Nacional e V Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**. Ouro Preto, 2007. v. 1. p. 677-686
- FATHY, Hassan. **Construindo com o Povo**: Arquitetura para os Pobres. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 1982 p.40
- GHIRARDELLO, N. **À beira da linha**: formações urbanas da Noroeste Paulista. São Paulo: Editora UNESP, 2002.
- KOSTOF, Spiro. **História de la arquitectura**. Madrid: Alianza, 1996. v.1
- KOSTOF, Spiro. **História de la arquitectura**. Madrid: Alianza, 1997. v.2
- KÜHL, Beatriz Mugayar. **Arquitetura do Ferro e Arquitetura Ferroviária em São Paulo**: Reflexões sobre a sua Preservação. São Paulo: Ateliê Editorial, 1998 p.58
- LATIF, Miran de Barros. Ventilação no trópico. **Arquitetura**, n.51, p.17-19. 1966.
- LECHNER, N. **Heating, cooling, lighting**: design methods for architects. New York: Wiley, 1990.
- NEVES, C. **História da estrada de ferro noroeste do Brasil**. Bauru: Tipografias e Livrarias Brasil S/A, 1958.
- ROLNIK, Raquel. **O que é Cidade**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994 p.16
- SEGAWA, H. Clave de Sol: notas sobre a história do conforto ambiental. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 2, p.37-46, abr./jun. 2003 e **Arquitextos/Vitruvius**, jun. 2006. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq073/arq073_03.asp>. Acesso em: 3 mar. 2008.
- SEGAWA, H. O problema da habitação higiênica nos países quentes em face da "Arquitetura Viva". **Risco**, v. 2, n. 2, p.83-92. 2005.

7. AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa foi desenvolvida com o apoio financeiro da FAPESP (bolsa de Iniciação Científica processo nº 2007/07226-3).

Agradecemos a ajuda e disposição de Valter Tomaz Ferreira Jr., antigo funcionário da ferrovia e atual diretor do museu ferroviário, de Ricardo Volpe Ortega, agente cultural do museu e historiador, e de Vera Ruiz Romanhóli, antiga funcionária da ferrovia, a partir de cujas entrevistas foram levantados dados importantes para a presente pesquisa. Agradecemos também ao Museu Ferroviário Regional de Bauru, o Centro de Memória Regional UNESP-RFFSA, e o escritório da Rede Ferroviária Federal S/A pelas fotografias e plantas fornecidas.