

ROTEIRO PARA QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO FILANTRÓPICA: UM ESTUDO DE CASO

M. Lygia Niemeyer (1), Leopoldo E.G. Bastos (1, 2), Mônica S. Salgado (1), Cláudia Barroso-Krause (1), Letícia Zambrano (1, 3), Cynthia Marconsini (1, 4)

(1) Programa de Pós Graduação em Arquitetura – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo –
Universidade Federal do Rio de Janeiro – e:mail: lygianiemeyer@gmail.com

(2) Faculdade de Engenharia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

(3) Departamento de Arquitetura - Faculdade de Engenharia – Universidade Federal de Juiz de Fora

(4) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

Na avaliação de desempenho dos ambientes construídos, a questão da sustentabilidade tornou-se um requisito a ser exigido pelas empresas preocupadas com a questão ambiental. As decisões de projeto assumem importância decisiva, uma vez que das definições do layout, escolha dos materiais e compatibilização das soluções depende o desempenho da edificação. Neste contexto, as disciplinas de conforto ambiental e ergonomia constituem os pilares de sustentação dessa discussão. Além da preocupação com a qualidade de vida no planeta, as empresas entendem a marca "sustentável" como importante estratégia de marketing junto aos seus clientes. Dentro dessa visão, esse trabalho apresenta os resultados obtidos por consultoria para escritório de instituição sem fins lucrativos, preocupada com as questões ambientais. O trabalho envolveu desde a análise das práticas do dia-a-dia até o registro de medidas físicas nos postos de trabalho e simulações para avaliação do desempenho da edificação. Os resultados obtidos permitiram o estabelecimento de um plano de ação - com estratégias de curto e médio prazo - que tem como objetivo a redução do consumo de energia elétrica e a melhoria da qualidade do espaço de trabalho, habilitando a empresa para a qualificação ambiental.

Palavras-chave: sustentabilidade, conforto ambiental, ergonomia, eficiência energética.

ABSTRACT

In the evaluation of performance of built environments, the sustainability becomes a requirement to companies committed with the environmental question. The decisions related to projects are decisive, because the performance of the building depends on definitions related to layout, choice of materials and adjustment of solutions. In this context, the disciplines of environmental comfort and ergonomics are the bases that support this question. Besides issues as the quality of life in the planet, the companies understand the mark "sustainable" as a crucial strategy of marketing in the relationship with their clients. This paper starts of this point of view and presents the results obtained with the evaluation of the sustainability carried out in a non-profit institution committed with environmental questions. The work includes the analysis of everyday practices, the record of physical measures in the positions of work and simulations for evaluation of the performance of the building. The results were used in the development of a plan of action - including strategies of short and medium term - whose aim is the reduction of the consumption of electric energy and the improvement of quality in the space of work, qualifying the company for the environmental qualification.

Keywords: sustainability, environmental comfort, ergonomics, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação dos conceitos de sustentabilidade às edificações é uma temática relativamente recente e envolve o projeto, a gestão ou a renovação dos espaços arquitetônicos no atendimento aos requisitos energético-ambientais, sócio-culturais, e econômicos. A necessidade da implementação dos conceitos da sustentabilidade é crucial para a vida do planeta na luta contra o aquecimento global, a escassez energética e outros fatores afins. As edificações representam um dos maiores agentes de impacto ao meio ambiente, tanto pelo seu consumo energético, quanto pela contribuição para a poluição atmosférica, ruído, utilização de recursos naturais entre outros. Avaliar o desempenho ambiental de uma edificação representa um meio de identificar os principais aspectos que necessitam ser revistos para a promoção de melhorias nesses ambientes. (ZAMBRANO, 2004).

A Avaliação do Desempenho Ambiental (ADA) vem sendo utilizada globalmente por organizações de diversos setores da economia para melhorar o desempenho ambiental, demonstrar o ajuste a regulamentos e aumentar a eficiência operacional (PUTNAM, 2002). A ADA representa um importante fator na estratégia da gestão ambiental da organização, demonstrando um comportamento compromissado com a preservação do meio ambiente.

O escritório da Instituição no Brasil está situado no 8º pavimento do Edifício Internacional Rio, Praia do Flamengo nº 154, Rio de Janeiro.

O planejamento da avaliação dos aspectos ambientais requer um olhar sobre as características da empresa. No escritório do Rio de Janeiro trabalham dezessete pessoas, com a colaboração eventual de consultores estrangeiros. A equipe é predominantemente do sexo feminino (70%), em sua maioria na faixa de idade situada na faixa compreendida entre 31 e 40 anos e com mais de dois de empresa.

Quanto ao *lay-out*, os funcionários trabalham em salas individuais, com exceção das secretárias, que ocupam espaços integrados às áreas de circulação (Figura 1).

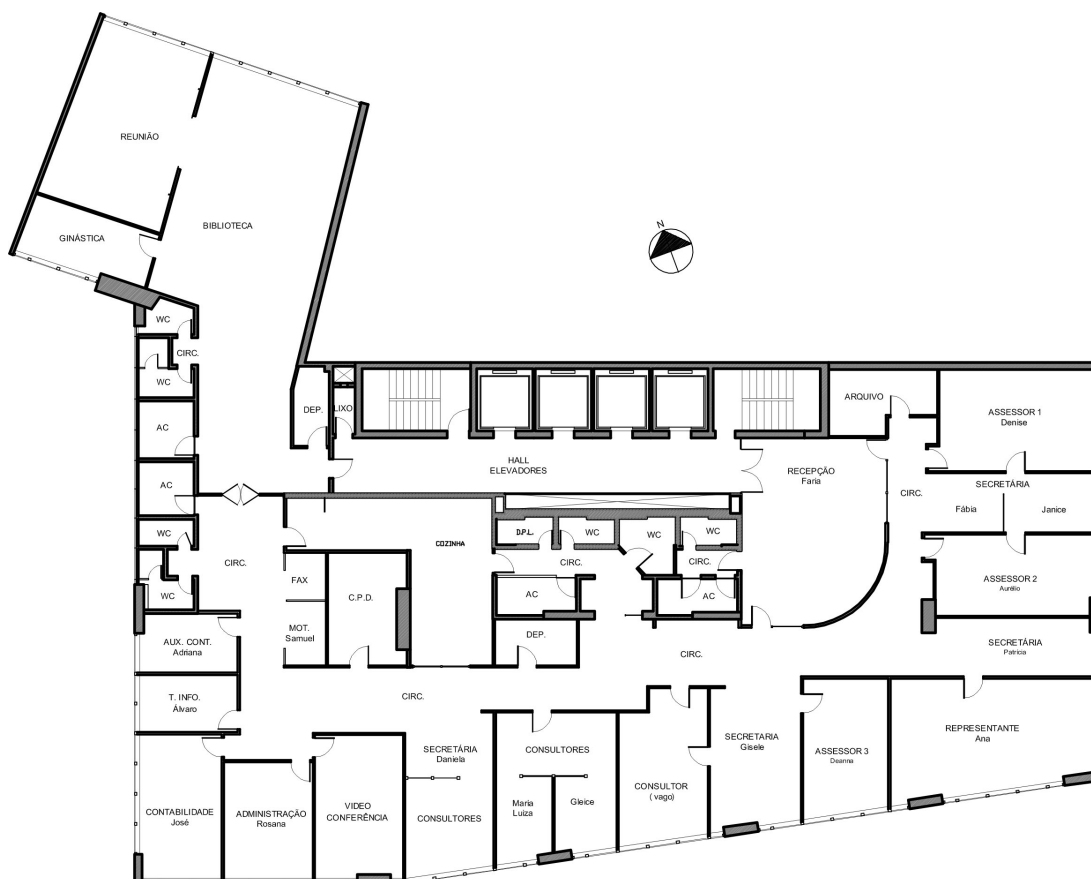


Figura 1 – Planta Baixa do Escritório (GPAS, 2007)

O trabalho teve sua abrangência limitada às decisões no âmbito do pavimento. O planejamento prevê as seguintes etapas de trabalho:

- Avaliação da situação atual e propostas para a correção de situações inadequadas e melhoria do desempenho ambiental;
- Implementação e monitoramento das soluções propostas, criando as bases para o aprimoramento contínuo;
- Conscientização e integração dos agentes, internos e externos (no âmbito do condomínio), envolvidos nas questões relativas à gestão ambiental.

Como o objetivo fixado na consultoria foi o de avaliar exclusivamente o desempenho ambiental da unidade ocupada pelo escritório, os estudos se concentraram em medidas no âmbito do pavimento. Entretanto, apesar das limitações impostas pela situação, a iniciativa da empresa de adotar medidas para redução do consumo energético, melhorar a qualidade ambiental e adotar práticas para gestão de água e resíduos surge como uma iniciativa positiva, no caminho para a sustentabilidade do ambiente construído.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo descrever o roteiro adotado para execução da primeira das etapas acima descritas, consolidado no documento “Diretrizes Para Eco-Eficiência, Ergonomia e Boas Práticas”. Embora a maior parte propostas tenha se restringido ao pavimento ocupado pelo escritório, em algumas situações, o relatório apontou medidas relacionadas ao edifício como um todo ou à gestão condominial.

3. METODOLOGIA

O trabalho prevê três etapas, sendo que a terceira ainda está em fase de desenvolvimento.

- Coleta de dados: Entrevistas, questionários, medição de parâmetros ambientais e registro fotográfico com o objetivo de obter informações atuais, relevantes, corretas e consistentes;
- Análise dos resultados: Comparação dos dados coletados com parâmetros referenciais ou normalizados com o objetivo de identificar os problemas existentes e subsidiar as propostas para adequação dos espaços de trabalho;
- Plano de Ação: Estabelecimento de estratégias de curto e médio prazo para execução de obras civis e implementação de novos procedimentos necessários para o atendimento das metas de qualidade ambiental. Esta etapa será desenvolvida em conjunto com representantes da instituição.

4. DIRETRIZES PARA ECO-EFICIÊNCIA, ERGONOMIA E BOAS PRÁTICAS

A etapa inicial consistiu na caracterização da equipe, através de questionários em que foram coletados dados pessoais (idade, função, jornada de trabalho, tempo na empresa) além dos aspectos considerados positivos e negativos por cada um dos funcionários. A análise forneceu os subsídios para as avaliações de ergonomia e conforto (higrotérmico, visual e acústico).

4.1. Análise Ergonômica do Trabalho

A análise ergonômica do trabalho foi realizada através de questionários, entrevistas e da análise de fotografias dos colaboradores em seus postos de trabalho.

O trabalho rotineiro ocorre quase que exclusivamente com o uso do computador, o que representa preponderância do trabalho muscular estático, caracterizada por um estado de contração prolongado da musculatura, em que a carga de trabalho dos músculos é transferida para a responsabilidade dos órgãos dos sentidos e da atenção. O trabalho muscular com postura forçada (figura 2) provoca fadigas penosas, que pode evoluir até dores insuportáveis, com carga cognitiva intensa (GRANDJEAN, 1998).

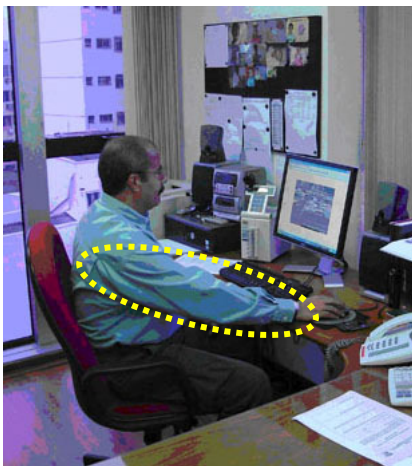


Figura 2



Figura 3

(GPAS, 2007)



Figura 4

De acordo com a NR-17 (MTE, 1978), norma regulamentadora do Ministério do Trabalho que trata de Ergonomia, o mobiliário dos postos de trabalho deve “proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação”, os assentos devem ter “altura ajustável à estatura do trabalhador e à natureza da função exercida (...) encosto com forma levemente adaptada ao corpo para proteção da região lombar” e “suporte para os pés, que se adapte ao comprimento da perna do trabalhador”.

Nas entrevistas a relação mesa-cadeira se destacou como aspecto negativo nos postos de trabalho. Em função da altura do braço, que impede a aproximação da cadeira à mesa, o corpo do colaborador fica afastado da área de trabalho, acarretando postura inadequada devido ao esforço de adaptação ao posto de trabalho (figura 3).

Ainda em relação ao trabalho realizado em equipamentos com terminais de vídeo, a NR-17 estabelece que, devem ser observadas: “ condições para ajuste da tela do equipamento à iluminação do ambiente, protegendo-a contra reflexos e corretos ângulos de visibilidade ao trabalhador (...) o teclado deve ser independente e ter mobilidade (...) as distâncias olho-tela, olho-teclado e olho-documento sejam aproximadamente iguais”. Entretanto, foi verificada incompatibilidade entre as alturas do braço da cadeira e do monitor e a ausência de *mouse pad* com apoio para os pulsos na maioria dos postos de trabalho (figura 4).

Foi verificada a existência de postos de trabalho em que a área disponível não é suficiente para a guarda de documentos necessários à função, e a ausência de local específico para a guarda de objetos pessoais (bolsas, por exemplo) o que concorre para a desorganização do espaço de trabalho.

A partir da análise dos questionários para avaliação da fadiga no início, meio e fim da jornada de trabalho (COUTO, 2006), foi possível identificar que os colaboradores sentem dores nos braços, pulso e mãos, bem como dores na região lombar e nas costas. O cansaço visual também foi destacado por parte dos colaboradores.

As recomendações foram divididas em duas partes: procedimentos a serem adotados pelos colaboradores em seu dia-a-dia e um conjunto de modificações a ser implementado pela Instituição visando a melhoria contínua dos postos de trabalho.

Recomendações para os colaboradores:

- Evitar postura curvada ou não natural do corpo;
- Evitar a imobilidade dos braços estendidos, que conduzem á fadiga e afetam a precisão e a destreza de braços e mãos;
- Sempre que possível, alternar trabalho sentado e em pé;
- Ordenar documentos e equipamentos de tal forma que os movimentos mais repetidos sejam executados com os cotovelos dobrados e próximos ao corpo.

Recomendações para a Instituição

- Com relação aos assentos: fornecer cadeiras reguláveis e com espaldar. Caso não seja possível, garantir que cada trabalhador disponha de um assento com a diferença de altura entre o chão e o assento adequada a seu biótipo. Se necessário, prever descanso para os pés. O espaldar deve permitir o apoio da parte superior das costas;
- Com relação às bancadas de trabalho: permitir a regulação, pelos trabalhadores, dos postos com terminais de vídeos e teclados. Caso não seja possível, garantir que a altura da bancada permita que o teclado fique no nível do cotovelo do trabalhador.
- Com relação à visão: Proporcionar protetores de tela apropriados para os terminais de vídeo, prever pausas ou alternar o trabalho diante do terminal-vídeo com outras tarefas;
- Com relação às gestantes: Proporcionar assentos adequados, não incumbir funcionárias grávidas de tarefas que exijam a permanência em pé ou sentada por longos períodos, prever períodos de descanso durante a jornada.

As condições ambientais (temperatura, umidade, velocidade do ar, níveis de ruído e de iluminação) também são mencionados na NR 17, por sua importância capital para o desempenho das atividades diárias, foram objeto de análise específica nas disciplinas de conforto ambiental.

4.2. Conforto Higrotérmico

A norma NR-17 estabelece como condições para conforto higrotérmico em ambientes de trabalho: *“índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C; velocidade do ar não superior a 0,75m/s; umidade relativa do ar não inferior a 40 %”*.

Por outro lado, a Norma ISO 7730 (1994) estabeleceu a partir das pesquisas de Fanger (1970), uma metodologia para avaliação do conforto higrotérmico em ambientes termicamente moderados, através dos índices PPD (voto médio estimado) e PPD (porcentagem de pessoas insatisfeitas), definindo-se uma escala de sensações térmicas. Estudos posteriores de Fanger e Toftum levaram a fixação de fatores de correção (F) para edificações em climas tropicais.

Ambos os critérios normalizados foram utilizados na análise das condições de conforto. Para os cálculos da sensação térmica, além dos parâmetros ambientais medidos nos postos de trabalho (temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido e de globo; umidade relativa e velocidade do ar) face às condições observadas, foram adotados os seguintes valores:

- Vestuário (I clo) = 1,0 clo, que corresponde a calça/saia e blusa de mangas longas;
- Carga Metabólica (met) = 1,2 met, que corresponde ao trabalho em escritórios;
- Fator de correção para clima tropical (F) = 0,6 (ZAMBRANO et al, 2006).

Em termos ideais, a campanha de medidas físicas deveria ser realizada num período longo que permitissem a avaliação mais precisa das condições térmicas ao longo do ano. Mas, no caso presente, como já estavam sendo detectadas insatisfações quanto ao conforto térmico, procedeu-se a medições em dois dias de céu claro no mês de setembro, nos horários de maior incidência solar nas distintas fachadas do prédio.

Com exceção de dois postos de trabalho, os resultados de ambas as avaliações apresentaram coerência: quando os índices medidos ficaram dentro dos limites de conforto estipulados pela NR-17, a sensação térmica recebeu o rótulo “neutro”, quando a temperatura medida ficou acima de 23°C, o rótulo foi “ligeiramente quente” (ISO 7730, 1994).

Observa-se que, apesar do estudo ter sido realizado para o período de inverno no Rio de Janeiro, onde habitualmente as condições climáticas são as mais amenas, o desconforto foi detectado em cerca de 65% dos postos de trabalho. Como os ambientes em questão são climatizados artificialmente através de sistemas mecânicos verifica-se a incapacidade do sistema climatização existente, em prover níveis adequados de conforto higrotérmico.

Com relação aos equipamentos, as unidades de refrigeração - interligadas às torres de água gelada na cobertura do edifício - são antigas (datadas de 1977). Considerando o período de uso de 30 anos para as máquinas existentes, o seu desempenho atual, provavelmente, está muito aquém do valor

mínimo requerido. Daí as constantes paradas para manutenção relatadas pelos responsáveis pela administração do edifício. Outro ponto a ser destacado é o uso como fluido refrigerante do gás R22 (HCFC), que é ambientalmente nocivo (camada de ozônio e efeito estufa). O Brasil deverá banir este gás até 10/01/2016, conforme acertado no Protocolo de Montreal.

A partir das plantas de teto e de observações nas visitas, verificou-se que a distribuição do ar frio é inadequada, em função do *layout* dos dutos e da existência de um único de controle por máquina. Enquanto algumas salas apresentam vazão de insuflamento insuficiente, em outras os usuários criam soluções improvisadas obstrução das grelhas.

Outro fato observado durante as visitas foi o uso das casas de máquina para guarda de materiais e resíduos de obras, o que pode acarretar prejuízo na tomada de ar pelos equipamentos e redução da eficiência e qualidade do ar distribuído pelo sistema. Neste caso, a correção do problema pode ser realizada imediatamente. Outro aspecto importante verificado foi que o nível de ruído emitido pelos equipamentos interfere nos espaços de trabalho, questão que será abordada pela disciplina de conforto acústico.

Diante aos pontos apresentados com relação ao sistema de ar condicionado e à detecção de situações de desconforto em alguns postos de trabalho, recomenda-se que seja estudada uma renovação do sistema de condicionamento do ar, em termos gerais, englobando: distribuição de ar, instalação de controles setoriais e substituição das máquinas.

Na região tropical úmida em questão, parte do sucesso do projeto depende da consideração e atenuação das cargas térmicas oriundas da energia solar nas fachadas. Isto pode ser em parte conseguido através de dispositivos externos de sombreamento, mas esta solução está somente na alçada do condomínio do prédio.

4.3. Conforto Visual

Existem diversas recomendações relacionadas com a iluminância para os ambientes de escritórios, conforme as estabelecidas, entre outros países, nos EUA, França e Brasil. Os níveis de iluminância são ditados em função da atividade humana, através do conhecimento de como podem contribuir para o desempenho e o conforto visual. A Norma Brasileira, NB-57 (ABNT, 1991) estabelece níveis de iluminância em função da tarefa e da idade do usuário além de valores mínimos para cada tipo de ambientes.

A inserção do computador nos escritórios acarretou um problema com relação às recomendações de níveis gerais de iluminância. Altos níveis de iluminância podem ser causa de ofuscamento na tela do terminal de vídeo, dificultando a execução da tarefa pelo usuário. Como a norma brasileira é datada de uma época em que a utilização de computadores ainda não era uma realidade na maioria dos escritórios, não é feita qualquer menção ao controle de luminâncias, necessário em espaços informatizados.

Para contornar o problema foram adotadas, como instrumento complementar na avaliação do desempenho luminoso dos ambientes, as recomendações do IESNA - *Illuminating Engineering Society of North America* (IESNA, 2000). Tais recomendações referem-se também aos níveis de luminância das luminárias (nos ângulos de visão que são passíveis de ofuscamentos) e à proporções entre a luminâncias da tarefa e do fundo.

Em função do emprego dos computadores nos escritórios, a iluminação de tarefa é hoje uma necessidade. A luminária, localizada geralmente na mesa de trabalho, pode ser acionada pelo usuário, sempre que for conveniente aumentar o nível de iluminância local. A adoção da iluminação de tarefa pode representar economia de energia, sem que as necessidades lumínicas sejam comprometidas. Também contribui para o controle do ofuscamento das telas dos monitores, causado pela presença do brilho refletido das luminárias de teto.

A avaliação do desempenho lumínico dos espaços de trabalho foi realizada a partir de duas vertentes: desempenho da iluminação artificial e desempenho da iluminação natural. A iluminação artificial foi avaliada por sua eficiência face ao consumo energético e do conforto visual dos usuários.

Como resultado da avaliação do sistema de iluminação artificial verificou-se que a iluminação existente é, na maior parte das salas, ineficiente, devido principalmente ao uso de lâmpadas fluorescentes de baixa eficiência (40 W) em luminárias também pouco eficientes, como as luminárias com vidros difusores.

Quanto ao conforto visual, foi observado que os níveis de iluminância para os ambientes destinados aos escritórios apresentam, em sua maioria, valores de iluminância abaixo do valor de 500lux recomendado pela norma NB-57.

De acordo com os conceitos de eficiência energética e conforto visual a iluminância do ambiente não deve ser proporcionada exclusivamente pela iluminação oriunda do teto. Em escritórios a iluminação geral pode fornecer uma iluminância média de 300 lux e ser complementada por 200 lux de uma luminária de mesa, a fim de atender ao parâmetro recomendado pela norma. Nos espaços estudados foi verificada a ausência de iluminação de tarefa. Tal situação não está adequada aos parâmetros de conforto visual para o trabalho informatizado.



Figura 5



Figura 6

(GPAS, 2007)

Com relação a análise de ofuscamento verificou-se que a maior parte das luminárias não possui controle anti-ofuscamento: a lâmpada permanece exposta, sendo visível tanto diretamente quanto refletida na tela dos computadores (figura 5). A visão da lâmpada em ambientes de longa permanência é inadequada, pois o excesso de brilho no campo visual pode ocasionar ofuscamento desconfortável, cujas consequências são fadiga visual e cefaléias.

As fachadas são envidraçadas e não há elementos externos de sombreamento. Buscando atenuar os ganhos de calor oriundos da energia solar incidente e reduzir o ofuscamento, foi aplicada película de baixa transmitância nos vidros. A redução da penetração de luz natural acarretou um acréscimo significativo no uso de iluminação artificial, reduzindo a eficiência energética do escritório como um todo. Medições realizadas no local revelaram que a transmitância do conjunto “película+vidro” é inferior a 5%, o que impede uma utilização racional da iluminação natural. Outra consequência negativa é a deformação de cores e o aspecto sombrio dos ambientes (figura 6) quando a iluminação artificial é desligada.

Para verificar os níveis de iluminância proporcionados exclusivamente pela iluminação natural, foram realizadas simulações com o programa *Desktop Radiance*, em condições de céu claro, nos solstícios de verão e inverno e equinócios, às 10:00 e 14:00 horas. As simulações realizadas para as luminâncias permitiram a avaliação do ofuscamento em três ambientes, um em cada uma das fachadas do prédio (Leste, Sul e Oeste).

Os resultados das simulações indicaram que na situação atual, não há ofuscamento devido à luz natural. Mas revelaram, também, a possibilidade aumentar a transmissão luminosa dos vidros sem prejuízo no conforto visual. Segundo a IESNA (2000), a luminância das janelas não deve ultrapassar 850 cd/m². Porém, estudos recentes em um edifício de escritórios, comprovaram que o uso de monitores LCD (luminância = 200cd/m²) concorre para que a luminância da janela seja aceitável até 2.000 cd/m², (LEE et al, 2007). Como as simulações apontaram luminâncias de cerca de 450 cd/m², tal valor pode ser aumentado seguramente.

De uma forma geral, o sistema de iluminação existente no escritório pode ser considerado ineficiente e inadequado, principalmente para os locais de trabalho que utilizam o computador. Um novo projeto luminotécnico pautado na eficiência energética e no conforto dos usuários, deve ser pautado nas seguintes recomendações:

Iluminação Artificial:

- A escolha do sistema lâmpada/luminária deverá garantir a distribuição adequada da luz (evitando o ofuscamento direto e refletido) e a eficiência do conjunto;
- As luminárias devem possuir controle de ofuscamento, dentro dos limites estabelecidos pela IESNA, de acordo com o ângulo de abertura da luminária;
- As lâmpadas devem apresentar alta eficiência luminosa. Nos ambientes de escritório a temperatura de cor deve ser de 4100 K, para melhor integração com a luz natural;
- Para permitir a integração com a iluminação natural, devem ser especificados reatores eletrônicos de alto fator de potência e dimerizáveis;
- Deverão ser respeitados os valores recomendados pela NB-57.
- Em ambientes com utilização de computadores, a iluminação geral (teto) não deve exceder 300 lux, uniformemente distribuídos, e ser complementada por luminária de tarefa para atingir o valor de 500 lux. A iluminação de tarefa deve ser posicionada na mesa de trabalho, abaixo da altura dos olhos do usuário;
- Definir a estratégia apropriada para o controle da iluminação (dimerização e desligamento automático) para cada zona do escritório, com o objetivo de reduzir o tempo de utilização da iluminação artificial;
- Verificar a possibilidade de aumento da transmissão luminosa do vidro, para aumentar a contribuição da luz natural. Estudar a utilização de sensores fotoelétricos que possibilitem a dimerização da linha de luminárias próxima das janelas.

Iluminação Natural:

A fim de conciliar utilização da iluminação natural com a necessidade de controle de ofuscamento na altura dos olhos, a abertura para visão (na altura dos olhos) deve possuir baixa transmissão luminosa e a abertura para iluminação (acima da altura dos olhos) alta transmissão luminosa. Seguindo este conceito foram propostas algumas alternativas.

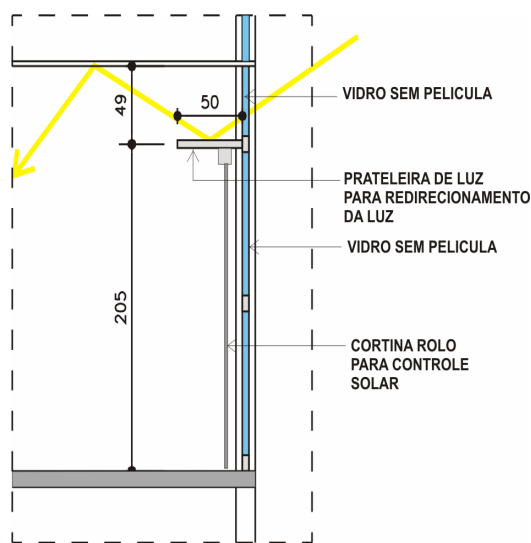


Figura 7

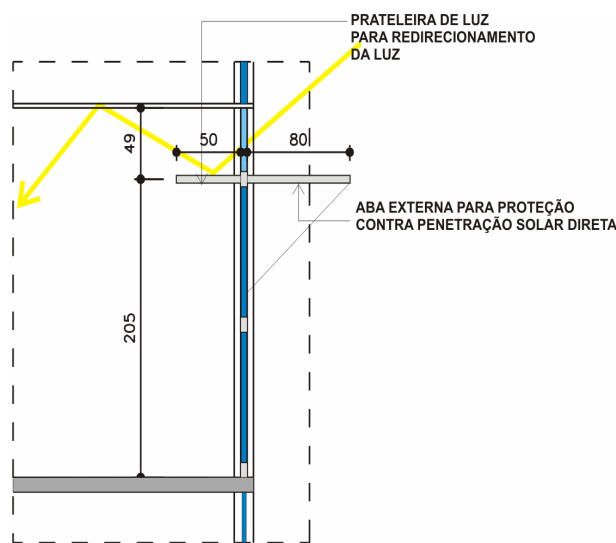


Figura 8

(GPAS, 2007)

- Retirada do filme existente, instalação de prateleira de luz interna e uso de cortina tipo rolo, para controle solar, na porção inferior da esquadria (figura 7);

- Retirada do filme existente e aplicação de nova película, que não altere a cor da paisagem e instalação de prateleira de luz interna para melhor distribuição iluminação natural;
- Caso haja possibilidade de alteração conjunta das fachadas do edifício, combinar uma das alternativas anteriores com a aplicação de prateleira de luz externa para reduzir a penetração solar direta (figura 8).

Foram realizadas algumas simulações, com o objetivo de comparar a situação atual, com o desempenho das soluções propostas. A análise das simulações permitiu identificar um aumento considerável no nível de iluminância ao longo do pavimento proporcionado pela luz natural, reduzindo o tempo de utilização da iluminação artificial e contribuindo para incrementar a eficiência energética. A alteração da transmitância dos vidros melhora a qualidade da luz natural, uma vez que elimina o aspecto sombrio e a deformação de cores provocada pela película existente.

4.4. Conforto Acústico

Conforme mencionado anteriormente, a NR-17 (1978) define parâmetros ambientais para adequação dos ambientes de trabalho às características psicofisiológicas trabalhadores e à natureza das atividades por eles desenvolvidas. Com relação ao ruído estabelece que: *“nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes (...) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152 (...) para as atividades que apresentem equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB (A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB.”*

A partir da leitura dos questionários, o ruído de ar condicionado foi identificado como o principal fator de desconforto acústico. O ruído dos equipamentos atinge todos os espaços através dos dutos, sendo mais sensível nas situações em que as grelhas de insuflamento estão imediatamente acima dos postos de trabalho. Outras fontes de ruído consideradas incômodas foram os passos sobre o piso de madeira, vozes e impressoras nas circulações e as atividades na copa.

A avaliação quantitativa da situação atual foi realizada através do registro do nível de ruído nos postos de trabalho em altura correspondente à zona auditiva dos colaboradores.

Com exceção da sala de vídeo conferência, em todas as medições, os níveis de ruído de fundo foram superiores aos parâmetros de conforto. Como esperado, as situações mais críticas foram verificadas nos postos de trabalho das secretárias, integrados à área de circulação. Nas visitas foi observado que, mesmo nas salas individuais, a dinâmica de trabalho induz ao uso de portas abertas.

Os materiais de acabamento - piso de madeira, paredes em gesso cartonado ou alvenaria e teto de gesso - são muito reflexivos, o que favorece a reverberação. Para reduzir a reverberação é conveniente o uso de revestimentos que apresentem melhor desempenho como absorvente sonoro, principalmente nas áreas de circulação. Deve também ser estudada a possibilidade de substituição do piso existente por outro, que absorva melhor o impacto dos passos.

Quanto ao sistema de ar condicionado, foram observadas as seguintes questões, que contribuem para o elevado nível de ruído: desgaste das máquinas, com cerca de 30 anos de uso; distribuição inadequada da rede de dutos, que não foi projetada para o atual *lay-out* do escritório; inexistência de tratamento acústico no interior das casas de máquinas; retorno através de portas com venezianas, o que ocasiona o vazamento do ruído diretamente para os espaços de trabalho.

Em função também dos aspectos relativos qualidade do ar e eficiência energética abordados anteriormente, é recomendável a reformulação total do sistema que inclua a troca de equipamentos, reformulação da malha de dutos e tratamento acústico das casas de máquinas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modificação da transmissão luminosa das fachadas (retirada da película existente) deverá ser estudada em conjunto com o condomínio de forma a não prejudicar a estética da edificação porque deverá ser efetuada em toda a extensão da fachada. Tal modificação deverá ser efetuada e analisada

conjuntamente com a reformulação do sistema do ar condicionado, de forma que a alteração da transmissão luminosa dos vidros não prejudique a eficiência do sistema de condicionamento de ar.

No momento estão em curso as discussões para traçar o “Plano de Ação” que vai definir a estratégia de implementação das medidas – obras civis, ajustes do mobiliário e novas rotinas de funcionamento – que deverão ser adotadas. Os procedimentos necessários para melhoria contínua devem ser discutidos e negociados com os funcionários da empresa, para garantir o comprometimento de todos, dando início a um ciclo virtuoso de comportamento ético ambiental e social em todas as suas atitudes e decisões de todos os envolvidos.

O presente trabalho procurou seguir os critérios estipulados na “Regulamentação para Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos” de que trata a Lei 10.295/2001 de Eficiência Energética. No entanto, como esta regulamentação ainda não entrou em vigor, os resultados referentes à avaliação energética voltados para uma etiquetagem serão objeto de futura publicação.

6. REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-10152 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico - Rio de Janeiro: 1987.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NB-57: Iluminância de interiores*. Rio de Janeiro: Maio, 1991;

COUTO, Hudson, *Questionário Bipolar* Versão: Agosto de 2006 Colaborador: Dr. Edivaldo Sanábio Disponível em <http://www.ergoltda.com.br/checklist/index.html>

FANGER, Ole. *Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Dinamarca, 1970, 244 p.

GPAS – Grupo Projeto Arquitetura e Sustentabilidade - *Diretrizes Para Eco-Eficiência, Ergonomia e Boas Práticas. Para Fundação Ford Rio de Janeiro*. Proarq/ FAU/ UFRJ. 2007.

GRANDJEAN, Etienne; *Manual de Ergonomia – Adaptando o trabalho ao homem* – Ed. Bookman – 4ª. Edição – Porto Alegre. 1998.

IESNA – Illuminating Engineering Society of North America. *Lighting Design Handbook*. 9ª edição. New York: IESNA, 2000.

ISO –International Organization for Standardization, ISO 7730. Moderate Thermal Environments – Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort. Genebra, Suíça. 1994.

LEE et al. *Daylighting The New York Times Headquarters Building*. Final Report: Commissioning Daylighting Systems Estimation of Demand Response. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California, 2007

Lei Federal nº 10.295 - Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. 2001. In: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf>

MTE, Ministério do Trabalho e Emprego. NR-17 - Ergonomia - Norma Regulamentadora, Portaria nº3214. 1978. In: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.asp

PUTNAM, D. ISO 14031: Environmental Performance Evaluation. Draft submitted to Confederation of Indian industry for Publication in their Journal. In: www.altech-group.com/ftp/EPEarticle.pdt.Índia. 2002

ZAMBRANO, Leticia., MALAFAIA, Cristina., BASTOS, Leopoldo. “Evaluation of the Terms of Thermal Comfort in Outdoor Space of Tropical Humid Climate” In: *Proceedings of the 23rd Passive and Low Energy Architecture*, Genebra, Suíça. 2006.