

## A INTERAÇÃO COR-HOMEM-AMBIENTE EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA BIOLÓGICA: ESTUDO DE CASOS EM LABORATÓRIOS

**Renata Cristina Coutinho Lapa (1); Aldo Carlos de Moura Gonçalves (2); Mônica Santos Salgado (3)**

(1) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, relapa@gmail.com

(2) Engenheiro, D.Sc. Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da UFRJ, aldo@mls.com.br

(3) Arquiteta, Doutora em Engenharia da Produção (UFRJ), Professor associado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), monicassalgado@ufrj.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Pedro Calmon, 550, Edifício da Faculdade de Arquitetura, Cidade Universitária, CEP 21.941-901, Rio de Janeiro – RJ, Telefone (21) 25981661

### RESUMO

Nos locais de trabalho, para um bom desempenho visual, a iluminação deve considerar fatores como nível de iluminância, possibilidade de reflexos e ofuscamentos, reprodução cromática, contrastes e leiaute. Em laboratórios de pesquisa biológica, ambientes onde se executam tarefas que exigem atenção intelectual e se convive permanentemente com combinações específicas de agentes e fatores de risco ocupacional, o binômio luz-cor como instrumento de conforto ambiental tem a conotação de conjugar a satisfação de requisitos técnicos com as necessidades físicas e psicológicas de seus usuários. Neste contexto, as diretrizes de projeto devem ser mediadas pelo conceito de biossegurança *lato sensu*, extrapolando-se a simples observação das medidas de contenção biológica. Através de técnicas de Avaliação Pós-Ocupação (APO), procurou-se explorar a importância do planejamento cromático em instalações desta natureza sob o ponto de vista de usuários e projetistas. Os resultados obtidos revelam que pesquisadores tem preocupação com as cores no ambiente de trabalho, manifestando-se de forma surpreendente e inovadora. Conclui-se que os aspectos de conforto visual devem ser objeto de investigação mais aprofundada por arquitetos e projetistas, sobretudo em se tratando de ambientes com características tão particulares.

Palavras-chave: iluminação, conforto visual, laboratórios de pesquisa biológica.

### ABSTRACT

To obtain a good visual performance in work places, the illumination must consider aspects like illuminance level, reflexes and obfuscation, chromatic reproduction, contrasts and layout. Laboratories are ambiances where the tasks executed demand intellectual attention, with the constant presence of agents and factors of risk, so the binomial light-colour is a comfort ambient tool that conjugates technical guidelines with users' physical and psychological needs. In this context, design guidelines must be mediated by the biosafety concept *lato sensu*, extrapolating the observation of contention barriers only. Using Post-Occupation Evaluation (POE) techniques, the importance of chromatic planning in facilities of this kind was exploited. The results showed that researches demonstrated interest with the colours used in theirs work places with surprising and innovating opinions. As conclusion, is appointed that visual comfort factors must be object of deeper studies by architects and designers, mainly in the case of places with so particulars features.

Keywords: illumination, visual comfort, biological research laboratories

## 1. INTRODUÇÃO

O ritmo fisiológico do homem é orientado pelo período solar, o qual dita o ciclo de atividades tais como acordar, comer, trabalhar e dormir. A partir do invento da lâmpada incandescente, o homem passou a ser mais dependente das luzes produzidas artificialmente.

Seja para o trabalho ou para a vida cotidiana, a visão é o sentido mais importante para o ser humano (Iida, 2005). Embora aparentemente simples, o ato de enxergar compreende uma série de estágios sucessivos e complexos no qual o olho desempenha função receptora de raios luminosos e o cérebro responde pelos mecanismos essenciais do sistema visual. Por esta razão, Kroemer e Grandjean (2005) apontam os olhos como uma importante fonte de fadiga, posto que estão sob possibilidade de estresse muitas funções nervosas.

Uma evidência da importância da temática é a existência da ergoftalmologia: campo específico dedicado à iluminação adequada no ambiente de trabalho, desenvolvido na Itália (Reimberg, 2008).

De acordo com Kroemer e Grandjean (2005), diversos estudos demonstram o aumento de produtividade, melhoria da qualidade dos processos e produtos e diminuição de acidentes ocupacionais quando são aperfeiçoadas as condições de iluminação, seja de forma direta, através da melhoria do acesso visual, seja de forma indireta, pela redução da fadiga.

A energia captada na forma de ondas luminosas é convertida em impulsos nervosos pelos olhos. A percepção visual é obtida pela integração dos impulsos da retina com o cérebro. Entretanto, a percepção não corresponde de forma exata ao mundo exterior uma vez que as impressões humanas são uma modificação subjetiva do que é reportado pelo olho. Além disso, as reações humanas aos dados sensoriais diferem bastante em intensidade, considerando-se experiência, atitude e idéias preconcebidas (KROEMER;GRANDJEAN, 2005).

Por definição, a luz é entendida como energia radiante avaliada de acordo com a sua capacidade de produzir sensações visuais. Como fenômeno físico, a luz pode ser compreendida como uma forma de radiação eletromagnética. Cor se refere à radiação refletida pelo objeto iluminado, percebida em função dos diferentes comprimentos de onda do espectro visível. Assim, em ambientes artificialmente iluminados, a percepção das cores vai ser influenciada pelo Índice de Reprodução Cromática (IRC) das lâmpadas e as sensações vinculadas à temperatura de cor correlata.

Entretanto, os estudos que investigam as reações humanas à cor do ambiente fornecem importantes indicadores sobre a relação entre as cores, o homem e o meio que o cerca. As respostas fisiológicas e psicológicas causadas pela qualidade da luz e das cores nos ambientes são objeto de investigação científica em diversos campos, destacando-se o da medicina, fotobiologia e psicologia. É neste contexto que emerge a cromosofia, conceituada como conhecimento transcendente sobre a estética e psicologia da cor, preocupando-se com a interação entre as cores, suas harmonias, contrastes e seus efeitos sobre a psique humana (GOMES, 1999).

Para a psicologia, é a experiência comum que revela como a cor influi e desencadeia as mais variadas reações humanas (GERSTNER, 1982). Salvaguardadas as variações individuais, Kroemer e Grandjean (2005) lembram que algumas cores produzem efeitos psicológicos similares entre pessoas de mesma cultura. A influência das cores, considerando-se a percepção de europeus e norte-americanos, está sintetizada na Tabela 1 – Efeitos psicológicos das cores.

Tabela 1 – Efeitos psicológicos das cores

Cor	Efeito de distância	Efeito de temperatura	Disposição psíquica
Azul	Distante	Frio	Tranquilizante
Verde	Distante	Frio a neutro	Muito tranquilizante
Vermelho	Próximo	Quente	Muito irritante e intranquilizante
Laranja	Muito próximo	Muito quente	Estimulante
Amarelo	Próximo	Muito quente	Estimulante
Marrom	Muito próximo	Neutro	Tranquilizante
Violeta	Muito próximo	Frio	Agressivo, intranquilizante, desestimulante

Fonte: Kroemer; Grandjean (2005)

Silva (1999) lembra que a cor pode modificar o comportamento individual e coletivo dos usuários de um ambiente de trabalho. De fato, não se pode olvidar que a permanência nestes locais é longa e, do mesmo

modo que influenciam negativamente, também podem influenciar positivamente seus ocupantes. A esse respeito, Barroso (1999) faz referência a estudos que indicam a redução do absenteísmo e da rejeição ao ambiente de trabalho com conseqüente ganho em produtividade quando este tem aparência visual agradável e positiva, melhorando sua ambiência.

Iida (2005) destaca que o uso das cores deve ser cuidadosamente planejado, junto com a Arquitetura e Iluminação, com vistas a um conjunto final harmônico. O planejamento cromático de ambientes pode trazer inúmeras vantagens tais como contribuir para eficiência energética ou mesmo para a produtividade. Neste sentido, o autor observa a mudança qualitativa das atividades laborativas em geral: da exigência física para a cognitiva, que traz particular complexidade na aplicação da ergonomia. Para conforto visual e bom desempenho óptico, deve-se observar o nível de luminância adequado, equilíbrio espacial das luminâncias das superfícies, uniformidade temporal da iluminação e eliminação de ofuscamento com luzes apropriadas e, ainda, o efeito causado pelo uso das cores.

Vieira (2008) corrobora ao destacar que a percepção de conforto é propiciada pelo jogo de superfícies, texturas, luz e cores que o profissional de arquitetura pode organizar. Na maioria das vezes esse aconchego é perfeitamente compatível com as diretrizes de biossegurança. Encontrar o equilíbrio entre as necessidades das atividades em pesquisa biológica e a boa solução em arquitetura deve ser objeto do processo de projeto de laboratórios.

Entretanto, freqüentemente, os arquitetos baseiam-se em modismos e no bom senso na especificação de cores dos ambientes, sem levarem em conta o conhecimento sobre os diversos efeitos que estas provocam no homem.

Em laboratórios biomédicos, cabe salientar as situações de estresse causadas pela própria natureza das atividades e dos riscos a elas inerentes, especialmente nos laboratórios de maior contenção biológica.

Assim, a contribuição do binômio luz-cor nos ambientes de pesquisa biológica tem a conotação de assegurar a qualidade de iluminação e reprodução cromática adequada nos processos laborativos de exigência visual, além de proporcionar conforto psicológico e bem-estar.

A pesquisa empreendida, de caráter experimental, centra-se numa abordagem interdisciplinar e qualitativa, utilizando-se de instrumentos de APO. Tem-se como objetivo tecer recomendações de melhoria do ambiente físico das instituições analisadas, e definir critérios projetuais que orientem propostas futuras e que possam ser utilizados também na avaliação de outras unidades existentes visando à maior adequação do espaço arquitetônico.

## 1.1 Breve parêntese: caracterização dos ambientes estudados

O ambiente laboratorial é permeado por um conjunto de fatores intrínsecos ao processo de trabalho que podem provocar prejuízos à saúde do trabalhador através de acidentes e de doenças ocupacionais.

A legislação brasileira estabelece condições sobre conforto, segurança e desempenho eficiente aos trabalhadores (BRASIL, 2007). Quanto aos laboratórios, classifica-os como ambientes de trabalho com exigência de atenção intelectual. Assim, considera-os como locais que devam ser controlados quanto às condições de conforto ambiental e estabelece parâmetros desejáveis para temperatura, umidade, velocidade do ar, nível de iluminamento e ruído, sintetizados na Tabela 2 - Parâmetros de conforto ambiental.

Tabela 2 – Parâmetros de conforto ambiental

Medida física	Valor
Temperatura efetiva	Entre 20°C e 23°C
Velocidade da corrente de ar	Máximo de 0,75 m/s
Umidade relativa do ar	Entre 40% e 65%
Nível de ruído	Máximo de 45 dB
Nível de iluminamento	Mínimo de 500 lux

Fonte: adaptado de ABNT (1980 e 1992) e BRASIL (2007)

O texto da norma regulamentadora em questão também determina que em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade. A iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa, devendo ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamentos, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos, recomendações que devem ser respeitadas nos casos de iluminação suplementar.

Já quanto ao seu uso, as cores não são contempladas de forma objetiva como quesito de ergonomia, segundo o previsto na legislação sobre o tema. Entretanto, pode ser abordado sob este aspecto no que diz

respeito ao conforto ambiental no local de trabalho tanto de forma direta naquilo que é relacionado com a qualidade da iluminação, como de forma indireta no que diz respeito às questões de fadiga ocupacional.

Neste ponto em particular, deve-se destacar a abrangência do conceito de biossegurança, que se refere à aplicação do conhecimento, técnicas e equipamentos com a finalidade de minimizar a exposição do trabalhador e do ambiente aos agentes perigosos, além de primar pela boa qualidade dos trabalhos desenvolvidos (FIOCRUZ, 2005). A biossegurança, basicamente, define sob quais condições os agentes biológicos podem ser seguramente manipulados e contidos, apoiada em três elementos fundamentais: as técnicas e práticas, os equipamentos de segurança coletivos e individuais e o projeto de arquitetura e engenharia das instalações laboratoriais. Estes três mecanismos estão diretamente relacionados com a contenção do agente biológico perigoso.

Mas nas atividades de pesquisa, particularmente, deve ser observado o processo de trabalho uma vez que os aparatos envolvidos nas técnicas de biologia podem demandar situações especiais tais como ambientes escurecidos ou iluminação pontual. Muitas vezes encontra-se uso de lâmpadas com fonte de frequência específica do espectro eletromagnético posto que é desejada interação entre luz e objeto iluminado de forma que se revele o que se busca, o que se pesquisa, o que se pretende diagnosticar.

Deve-se observar que, enquanto para ambientes de trabalho, em geral, recomenda-se que o piso tenha uma cor mais escura que as que foram utilizadas para as paredes e o teto, os ambientes de laboratórios requerem cores claras e de padrão sólido. Trata-se de uma questão específica de biossegurança pois a identificação de sujidades beneficia a segurança biológica requerida para fins de se minimizar riscos individuais e ambientais, beneficiando, também, a qualidade dos resultados das pesquisas.

## **2. OBJETIVO**

A abordagem desta pesquisa é de cunho qualitativo e baseia-se em princípios ergonômicos, atentando-se aos fatores que interferem no sistema produtivo com o objetivo de minimizar as consequências prejudiciais ao trabalhador, tendo em vista sua saúde, segurança e satisfação.

Neste sentido, a investigação, conduzida em três laboratórios diferentes, teve por objetivo identificar as condicionantes projetuais que orientaram os arquitetos no planejamento das instalações e o modo como seus ocupantes avaliam estes ambientes em relação ao conforto visual, destacando-se o uso das cores.

## **3. MÉTODO**

Enquanto o uso de métodos quantitativos em pesquisa tem o “objetivo de trazer à luz dados, indicadores e tendências observáveis”, o método qualitativo se aplica ao estudo das relações, das representações, das percepções e das opiniões, “produtos das interpretações que os humanos fazem a respeito de como vivem, constroem seus artefatos e a si mesmos, sentem e pensam” (MINAYO, 2007, p.56-7). Assim, mostra-se adequado ao fito desta pesquisa sobre interação entre homem, cor e ambiente.

Na APO verifica-se o nível de atendimento das necessidades sem minimizar a importância de avaliação de desempenho físico, pois segundo Preiser e Vischer (2005) as medidas empregadas na APO incluem desde índices relativos ao desempenho organizacional, satisfação dos trabalhadores e produtividade como também as medidas de desempenho da edificação referentes a parâmetros físicos, adequação espacial etc.

Segundo Sanoff (2001), o sucesso ou fracasso de uma APO pode depender dos métodos utilizados para reunir os dados para análise. O autor menciona três categorias (classificação atribuída a Friedman, Zimring e Zube) de métodos que podem ser utilizados: observação direta, entrevista e simulação. Esta última categoria, segundo o autor, consiste de método onde os comentários são evocados a partir de representações de ambientes, mais do que dos ambientes em si.

Assim, no estudo ora apresentado, procedeu-se a APO por simulação, empregando-se a sugestão visual como ferramenta do método escolhido. A pesquisa foi aplicada em etapas, durante o mês de maio de 2008, valendo-se de multi-métodos:

### **3.1. Registro fotográfico**

Consistiu na documentação fotográfica dos ambientes dos laboratórios objeto da pesquisa para ilustrar visualmente os aspectos ambientais concernentes a luz e cores, auxiliando, também, a avaliação.

### **3.2. Entrevista**

Foram entrevistados os arquitetos autores dos projetos dos laboratórios pesquisados, com o objetivo de identificar os fatores que influenciaram o planejamento cromático dos ambientes.

### **3.3. Caracterização dos ambientes**

Os laboratórios analisados foram estudados quanto à sua finalidade e características físico-construtivas, incluindo: localização no campus, ano da edificação e do projeto do laboratório e descrição física do ambiente.

### **3.4. Determinação da amostra**

A escolha dos laboratórios teve como principal critério a diversidade do planejamento cromático empregado nas instalações, aliada ao fato de terem sido objeto de reforma, quando foram alteradas as cores e acabamentos empregados nestes ambientes físicos. Outro critério relevante foi a facilidade de acesso às instalações e aos arquitetos responsáveis pelos projetos de adaptação. Já os pesquisadores usuários das instalações foram selecionados adotando-se como critério o vínculo com o laboratório; todos pertencem ao quadro de servidores da instituição e são ocupantes desses ambientes em dois momentos distintos: antes e depois das reformas.

### **3.5. Análise *Walkthrough***

Através da análise *walkthrough*, foram feitas observações dos ambientes em uso, além do levantamento de dados tais como materiais empregados nos acabamentos, cores das superfícies e iluminação: tipo, qualidade e quantidade das lâmpadas utilizadas e tipo de luminária. Devido à natureza dos riscos associados às atividades laborativas desenvolvidas nos laboratórios, não foi possível realizar observações de comportamento.

### **3.6. Medições**

Foi tomado o nível de iluminamento dos ambientes, comparando-os com valores entre 500 e 1000 lux, estabelecidos na NBR 5413 - Iluminância de interiores (ABNT, 1992) e com a percepção dos usuários. Complementando a pesquisa, foi verificado o tipo de luminárias e lâmpadas empregadas, tomando-se medidas da iluminância no plano de trabalho.

### **3.7. Aplicação de questionários**

Os pesquisadores usuários dos ambientes selecionados responderam a questionário composto de duas partes. A primeira trazia questões objetivas referentes à informação sobre faixa etária do entrevistado e perguntas sobre adequação das cores ao ambiente laboratorial; qualificação do ambiente de trabalho quanto estética, cores, temperatura, iluminação natural, iluminação artificial e conforto visual; influência das cores empregadas nos acabamentos no bem-estar, desempenho profissional, resultado do trabalho e relacionamento da equipe; indagação sobre as cores empregadas nas instalações ocupadas anteriormente; comparação entre os ambientes de trabalho (anterior e atual); preferências pessoais quanto a cores; e, livres considerações finais. A segunda parte, reproduzida abaixo na Figura 1 – Instrumento por sugestão visual, consistiu de painel com fotos de dependências de laboratórios. A cada imagem foi associado um conjunto de qualificações constituído por pares de antônimos sugestivos dos possíveis efeitos que as cores poderiam causar nos entrevistados.

Foram, também, entrevistados os projetistas dos ambientes em tela através de pergunta aberta: O que norteou o planejamento cromático do projeto de reforma do laboratório?

## **4. RESULTADO DO ESTUDO DE CASOS**

### **4.1. Laboratório 1**

O laboratório tem piso em manta vinílica na cor verde claro, pintura acrílica branca nas paredes, forro rebaixado em placas de fibra mineral com acabamento em pintura na cor branca, portas com

revestimento em melamina na cor verde, com portal em madeira natural, conforme Figura 2 – Interior dos Laboratórios, referente à foto obtida no local. Todo mobiliário empregado é revestido em melamina na cor branca, sendo que muitas das bancadas são em aço inox. As janelas são esquadrias em alumínio anodizado.

As instalações estão divididas em dois laboratórios, ambos dispo de janelas e iluminação natural. São providos de luminárias embutidas no forro, com duas lâmpadas fluorescentes de IRC igual a 69. A circulação apresentou intensidade de iluminação entre 308 lux, atendendo a norma da ABNT, e 148 lux, insuficiente, indicando que não há uniformidade na distribuição de luminárias. A iluminância das salas variou entre 341 lux, no plano de trabalho junto à janela, e 302 lux na parede oposta. Assim, não foram atendidos os requisitos mínimos estabelecidos pela norma da ABNT.

## 4.2. Laboratório 2

Situa-se no mesmo prédio, apresentando idênticas características físico-construtivas descritas acima, conforme ilustra a Figura 2 – Interior dos laboratórios, referente à foto obtida no local.

As instalações visitadas estão divididas em três laboratórios, de uso para diferentes etapas das pesquisas biológicas, unidos por circulação. São providos de luminárias embutidas no forro, com duas lâmpadas fluorescentes de IRC igual a 69. A circulação adjacente é a mesma referida anteriormente. Numa das salas, desprovida de janela e, portanto, sem incidência de luz natural, a medida revelou-se bem abaixo do preconizado, entre 130 lux e 227 lux. Nos ambientes com janela, houve variação entre 387 lux e 620 lux conforme posição de medidas tomadas em relação à abertura externa, sendo que o dia apresentava-se ensolarado. A variação de iluminância foi influenciada em função dos acabamentos das bancadas (laminado ou inox). Conclui-se que, por estar no limite inferior da norma da ABNT, não houve um planejamento lumínico destes ambientes.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA - PROARQ



2ª parte

**Questionário: sugestão visual**

Observe as fotos obtidas em instalações laboratoriais da Fiocruz. Para cada imagem foi associado um conjunto de qualificações constituído por pares de antônimos. Marque, par a par, o adjetivo que seja mais sugestivo em relação ao efeito que as cores empregadas nos acabamentos dos laboratórios (piso, paredes, teto, mobiliário e esquadrias) transmitem ao usuário.

<input type="radio"/> Acolhedor <input type="radio"/> Dinâmico <input type="radio"/> Seguro <input type="radio"/> Relaxante <input type="radio"/> Cansativo <input type="radio"/> Comum	<input type="radio"/> Inóspito <input type="radio"/> Estático <input type="radio"/> Inseguro <input type="radio"/> Irritante <input type="radio"/> Estimulante <input type="radio"/> Inovador	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0	
 <p>1</p>	<input type="radio"/> Acolhedor <input type="radio"/> Dinâmico <input type="radio"/> Seguro <input type="radio"/> Relaxante <input type="radio"/> Cansativo <input type="radio"/> Comum	<input type="radio"/> Inóspito <input type="radio"/> Estático <input type="radio"/> Inseguro <input type="radio"/> Irritante <input type="radio"/> Estimulante <input type="radio"/> Inovador	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0
 <p>2</p>	<input type="radio"/> Acolhedor <input type="radio"/> Dinâmico <input type="radio"/> Seguro <input type="radio"/> Relaxante <input type="radio"/> Cansativo <input type="radio"/> Comum	<input type="radio"/> Inóspito <input type="radio"/> Estático <input type="radio"/> Inseguro <input type="radio"/> Irritante <input type="radio"/> Estimulante <input type="radio"/> Inovador	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0
 <p>3</p>	<input type="radio"/> Acolhedor <input type="radio"/> Dinâmico <input type="radio"/> Seguro <input type="radio"/> Relaxante <input type="radio"/> Cansativo <input type="radio"/> Comum	<input type="radio"/> Inóspito <input type="radio"/> Estático <input type="radio"/> Inseguro <input type="radio"/> Irritante <input type="radio"/> Estimulante <input type="radio"/> Inovador	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0
 <p>4</p>	<input type="radio"/> Acolhedor <input type="radio"/> Dinâmico <input type="radio"/> Seguro <input type="radio"/> Relaxante <input type="radio"/> Cansativo <input type="radio"/> Comum	<input type="radio"/> Inóspito <input type="radio"/> Estático <input type="radio"/> Inseguro <input type="radio"/> Irritante <input type="radio"/> Estimulante <input type="radio"/> Inovador	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 0
			 <p>5</p>
			 <p>6</p>
			 <p>7</p>

Figura 1 – Instrumento de sugestão visual

## 4.3. Laboratório 3

A instalação tem piso em resina epóxi autonivelante na cor branca, pintura epóxi branca nas paredes, forro rebaixado em placas de gesso acartonado com acabamento em pintura na cor branca e portas com revestimento em melamina na cor azul claro. Parte do mobiliário empregado é revestido em melamina na cor

branca, com detalhes em azul. A maioria das bancadas é em aço inox. As janelas são esquadrias em alumínio anodizado. A Figura 2 – Interior dos laboratórios ilustra o ambiente, através de foto obtida no local.

É subdividido em três ambientes, providos de luminárias embutidas no forro, com duas lâmpadas fluorescentes de IRC igual a 69, sendo que sob os armários (sobre o tampo das bancadas) há lâmpadas do tipo luz do dia com IRC igual a 85. A iluminância variou entre 632 e 730 lux, nas bancadas com iluminação suplementar; entre 580 lux e 320 lux (bancada em aço inox), conforme posição de medidas tomadas em relação à janela, sendo que o dia apresentava-se nublado; e 723 lux e 843 lux na posição de maior incidência de luz natural, acrescida de iluminação suplementar. Na microscopia, a iluminação variou entre 294 lux e 374 lux. Conclui-se que o prescrito na norma foi relativamente bem atendido. O ambiente mais escurecido atende às necessidades das técnicas de microscopia. Houve o achado de 2000 lux num dos ambientes pesquisados, totalmente branco, com bancadas em inox e ampla janela que propicia incidência direta de luz solar. O excesso de iluminação deste ambiente é devido à conjugação de fatores: luz direta, luz indireta, materiais e cores de acabamento, e foi objeto de comentário de desconforto visual durante a entrevista com usuários.



**Laboratório 1**



**Laboratório 2**



**Laboratório 3**

Figura 2 – Interior dos laboratórios

Sobre o índice de reprodução de cor das lâmpadas empregadas nos três laboratórios, observou-se que, embora localizados em prédios diferentes, todos tem a mesma iluminação ambiental com IRC=69. Entende-se que as lâmpadas escolhidas são de uso comum na instituição, não havendo especificidade para iluminação de laboratórios. Não há regulamentação no país a respeito desta questão quando se trata de serviços de saúde, mas consultando-se Exporlux (2008), o manual recomenda IRC entre 70 e 80 para salas de experiências. Desta forma, como iluminação ambiental, os objetivos estão atingidos, lembrando-se que as técnicas exigem iluminação suplementar e, às vezes, ambientes escurecidos.

## **5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Todos os entrevistados eram da mesma faixa etária, considerada como de boa acuidade visual, com representantes dos dois sexos. Embora não fizesse parte do inquérito, é sabido que são profissionais com formação acadêmica com titulação mínima de doutorado na área de ciências biológicas. Também todos ocupavam as antigas instalações laboratoriais e acompanharam ativamente os novos projetos.

Sobre o ambiente, classificaram os respectivos laboratórios da forma expressa na Tabela 3 – Tabulação dos resultados sobre a qualificação dos ambientes.

Quanto às cores empregadas nos acabamentos, a Tabela 4 – Influência das cores, mostra a opinião dos usuários.

Quando perguntados sobre as cores empregadas nas antigas instalações, todos entrevistados responderam com acertos para as superfícies de piso, paredes, teto e mobiliário.

Tabela 3 – Tabulação dos resultados sobre a qualificação dos ambientes

Item	Ótimo	Bom	Razoável	Ruim
Estética	-	3	-	-
Cores	1	2	-	-
Temperatura	1	-	1	1
Luz natural	-	2	1	-
Luz artificial	-	3	-	-
Conforto visual	-	3	-	-

Tabela 4 – Influência das cores

A cor influencia em:	Sim	Não
Bem-estar	3	-
Desempenho profissional	2	1
Resultado do trabalho	2	1
Relacionamento da equipe	2	1

A seguir, perguntados sobre a comparação entre as antigas instalações e as atuais, todos se referiram de forma positiva aos ambientes hoje ocupados.

Foram indagados quanto às preferências de cor, obtendo-se os seguintes resultados: a)Azul – “porque é a cor do céu”; b) Verde claro – “porque transmite tranquilidade”; e, c)Roxo batata – “porque é uma cor vibrante”.

Já quanto à cor que cada entrevistado não gostava, obteve-se os seguintes resultados: a) Cores escuras (roxo, vermelho, verde bandeira etc); b) Verde bandeira; e, c)Vermelho.

Como comentários livres em relação ao ambiente de trabalho, obteve-se os seguinte resultados: “Coisas que gosto: pé direito alto, corredores amplos, portas que abram sempre no mesmo sentido”; e “Às vezes a luz solar atrapalha as nossas atividades por incidir sobre a bancada, além de elevar a temperatura do laboratório”.

Especificamente quanto à adequação das cores ao atual ambiente de trabalho, todos responderam que são apropriadas, apresentando como justificativa as afirmações: “São agradáveis as combinações de cores. Creio que tons claros e calmos contribuem para isto. Não gosto muito do granito usado no peitoril das janelas, de resto está OK”; “Acredito que as cores do laboratório (branco) indicam limpeza e traz tranquilidade”; e, “Facilita o controle da limpeza do ambiente, embora o ambiente com muito branco reflita muita luz”.

### 5.1. Sugestão visual: pares de atributos

Os pares de antônimos aos quais se solicitava que o respondente qualificasse o ambiente foram escolhidos considerando-se os atributos desejáveis ou indesejáveis em função dos ambientes de laboratório a partir de palavras-chaves: biossegurança, pesquisa & desenvolvimento tecnológico e conforto. Os resultados estão pontuados no Tabela 5 – Resultados da pesquisa por sugestão visual: pares de atributo.

Tabela 5 – Resultados da pesquisa por sugestão visual: pares de atributo

Foto 1				Foto 2				Foto 3			
Acolhedor	-	Inóspito	3	Acolhedor	2	Inóspito	1	Acolhedor	2	Inóspito	1
Dinâmico	1	Estático	2	Dinâmico	1	Estático	2	Dinâmico	3	Estático	-
Seguro	-	Inseguro	3	Seguro	3	Inseguro	-	Seguro	1	Inseguro	2
Relaxante	1	Irritante	2	Relaxante	1	Irritante	2	Relaxante	1	Irritante	2
Cansativo	3	Estimulante	-	Cansativo	2	Estimulante	1	Cansativo	1	Estimulante	2
Comum	3	Inovador	-	Comum	3	Inovador	-	Comum	2	Inovador	1



Foto 4				Foto 5			
Acolhedor	2	Inóspito	1	Acolhedor	-	Inóspito	3
Dinâmico	3	Estático	-	Dinâmico	2	Estático	1
Seguro	3	Inseguro	-	Seguro	2	Inseguro	1
Relaxante	2	Irritante	1	Relaxante	-	Irritante	3
Cansativo	1	Estimulante	2	Cansativo	1	Estimulante	2
Comum	1	Inovador	2	Comum	1	Inovador	2
Foto 6				Foto 7			
Acolhedor	2	Inóspito	1	Acolhedor	-	Inóspito	3
Dinâmico	3	Estático	-	Dinâmico	2	Estático	1
Seguro	2	Inseguro	1	Seguro	2	Inseguro	1
Relaxante	-	Irritante	3	Relaxante	1	Irritante	2
Cansativo	-	Estimulante	3	Cansativo	2	Estimulante	1
Comum	2	Inovador	1	Comum	1	Inovador	2

As cores púrpura e vermelha revelaram-se como as mais inóspitas para laboratórios. Não houve consenso quanto à cor mais acolhedora, destacando-se o azul claro, o verde claro e o amarelo.

Foram considerados mais dinâmicos os ambientes em azul claro e amarelo, e estáticos, sem consenso, aqueles em tons de púrpura em composição com o branco e em verde claro.

Sobre segurança-insegurança, temos o verde claro e o amarelo em contraposição ao púrpura.

O vermelho sobressaiu como cor irritante e, sem consenso, o amarelo e o azul claro foram considerados como cores relaxantes.

A cor tida como mais cansativa foi o púrpura. Já os tons variados de azul foram considerados como os mais estimulantes.

Os respondentes caracterizaram como comuns os ambientes em púrpura e verde, sendo considerados inovadores os ambiente em amarelo, vermelho e branco, sem consenso.

## 5.2. Entrevista aberta com projetistas

A entrevista aberta com os projetistas revelou aspectos interessantes sobre como se dá o planejamento cromático de laboratórios. Os arquitetos entrevistados demonstraram algum grau de preocupação no uso e escolha das cores para os revestimentos.

Dos três profissionais entrevistados, dois deixaram claro que não tiveram oportunidade de se aprofundar no estudo das cores. Mas, em compensação, demonstraram conhecimento de que estas produzem efeito sobre o ser humano. Em se tratando de ambientes de trabalho, sendo que um deles chegou a ressaltar os riscos envolvidos em pesquisa biológica, privilegiaram as cores consideradas como tendo efeito calmante ou tranqüilizante. O projetista do laboratório onde o branco é predominante destaca que esta cor transmite frieza, motivo pelo qual tentou amenizar este efeito com o uso de detalhes em azul. O outro arquiteto ouvido alegou ter consultado os usuários a respeito da cor a ser aplicada nas paredes. A partir desta escolha, arbitrou da forma que entendeu como harmônica os matizes dos demais componentes do ambiente.

É oportuno observar que nenhum dos projetistas fez qualquer menção à influência da luz sobre o objeto iluminado, não tecendo qualquer consideração sobre: a existência, ou não, de iluminação natural; a qualidade da iluminação artificial no tocante ao IRC e temperatura de cor das lâmpadas; a distribuição das luminárias; e a refletância das superfícies, notadamente quando se trata de aço inox, material largamente empregado em laboratórios devido à sua propriedade de resistência e facilidade de higienização.

## 6. CONCLUSÕES

O embasamento teórico deste trabalho forneceu elementos suficientes para se entender que a biossegurança *lato sensu* é uma condição essencial para trabalho em laboratórios dedicados à pesquisa biológica e que a boa iluminação e as cores empregadas nos revestimentos das superfícies do ambiente contribuem para os objetivos de contenção uma vez que proporcionam condições de conforto e desempenho adequado das atividades.

Do ponto de vista dos usuários, a pesquisa permite afirmar que os profissionais que atuam em laboratórios demonstram preocupação com as cores dos ambientes haja vista que todos recordaram, com

precisão, dos matizes empregados em suas instalações de origem. Corroborar para esta afirmação o fato dos respondentes terem acompanhado o projeto das novas instalações no que diz respeito aos revestimentos, manifestando-se explicitamente sobre suas preferências cromáticas, mesmo que estas não chegassem a ser integralmente atendidas.

A análise Tabela 4 – Influência das cores, mostra que os usuários dos ambientes pesquisados avaliaram que as cores empregadas têm maior influência no bem-estar, e, a seguir, no desempenho profissional, no resultado do trabalho e no relacionamento da equipe, igualmente.

Mas foi a aplicação do instrumento de sugestão visual que se revelou como mais surpreendente, trazendo interessantes ilações sobre a interação entre homem-cor-ambiente quando se trata de laboratórios de pesquisa biológica.

O púrpura, matiz próximo ao violeta, pode ser considerada uma cor agressiva, intranquilizante e desestimulante, conforme Tabela 1 – Efeitos psicológicos das cores, diagramada na Introdução. E, de fato, esta cor emergiu da pesquisa como inóspita, que traz insegurança e cansativa.

Já o vermelho, em que pese ter sido destacada como cor inovadora, traz disposição psíquica de irritação e intranquilidade e sobressaiu como uma cor irritante. Recomenda-se que não seja usada, como cor predominante, nos acabamentos de laboratórios de pesquisa biológica.

Também o amarelo despontou como inovador e, além disto, torna o ambiente acolhedor, dinâmico e seguro. Infere-se que este revelador resultado seja peculiar ao ambiente da ciência uma vez que a cor amarela tem disposição psíquica como estimulante e traz proximidade. Sugere-se que sejam aprofundados os estudos sobre a influência do amarelo no comportamento do pesquisador.

As cores verde e azul, talvez por serem as mais comumente empregadas, não despertaram sensações que pudessem ser destacadas, confirmando-se como acolhedoras.

No momento em que a pesquisa foi realizada, os três laboratórios estavam em fase de ocupação bem recente e considera-se que os entrevistados poderiam estar bastante influenciados por outras preocupações em relação ao ambiente de trabalho, tais como organização das atividades, problemas com ventilação, com suporte elétrico e adequação aos novos leiautes.

Mesmo assim, a questão das cores e atributos que lhes são correlatos (estética, temperatura, iluminação natural e artificial e conforto visual) foram considerados como sendo bons, resultados expressos no Tabela 2 – Tabulação dos resultados sobre a qualificação dos ambientes. Mas não se pode deixar de observar que o projeto complementar de iluminação não é muito valorizado por projetistas.

Recomenda-se que os ambientes estudados sejam objeto de nova avaliação, a fim de aprofundar os resultados obtidos na presente investigação, depois de transcorrido período maior de ocupação dos laboratórios pesquisados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Iluminância de interiores, NBR 5413**. Rio de Janeiro, 1992.
- \_\_\_\_\_. (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto, NBR 6401**. Rio de Janeiro, 1980.
- BARROSO, A. F. de F. **Iluminação e cor em ambientes hospitalares**. Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Arquitetura). PROARQ/UFRJ, 1999
- BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 17 Ergonomia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 2007.
- EXPORLUX. Manual técnico. Águeda (Portugal): 2008.
- FIOCRUZ (Fundação Oswaldo Cruz). Comissão Técnica de Biossegurança. **Procedimentos para manipulação de microrganismos patogênicos e/ou recombinantes na FIOCRUZ**. Rio de Janeiro, 2005.
- GERSTNER, H. **El gran libro del color**. Barcelona: Blume, 1982.
- GOMES, M. C. de P. **Luz & Cor: elementos para o conforto do Ambiente Hospitalar - Hospital Lourenço Jorge, um estudo de Caso**. Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Arquitetura). PROARQ/URFJ, 1999.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. rev. e ampl. – São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- KROEMER, K. H. E.; E. GRANDJEAN. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Tradução de Lia Buarque de Macedo Guimarães. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 10 ed. 2007.
- PREISER, W.F.E.; VISCHER, J.C. **The evolution of building performance evaluation: an introduction**. In: Assessing building performance. Burlington: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.
- REIMBERG, C. **Faça-se a luz!** In: Revista Proteção. Novo Hamburgo: Proteção Publicação, n. 197, ano XXI, maio, 2008.
- SANOFF, H. **School building assessment methods**. Washington: National Clearinghouse for Educational Facilities, 2001. Disponível em: <http://www.edfacilities.org/pubs/sanoffassess.pdf>. Acesso em: mai. 2007.
- SILVA, A. P. F. da. **A Cor no Conforto Ambiental: um estudo sobre a importância da cor na obtenção do Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Arquitetura). PROARQ/UFRJ, 1999.
- VIEIRA, V.M. Contribuição da arquitetura na qualidade dos espaços destinados aos laboratórios de contenção biológica. Rio de Janeiro: Tese (Doutorado em Arquitetura). PROARQ/UFRJ, 2008.