

INDICADORES DA MARGEM DE INCERTEZA DAS DECISÕES ARQUITETÔNICAS PARA LABORATÓRIOS NB3 A PARTIR DE ESTUDO DE CASOS

INDICATORS OF UNCERTAINTY FOR THE DECISIONS OF ARCHITECTURE TO LABORATORIES NB3 – STUDY OF CASES

Valéria Michielin VIEIRA

Engenheira, Doutora em Arquitetura – Engenheira de segurança do trabalho da Fundação Oswaldo Cruz
valeriamv@uol.com.br

Mônica S. SALGADO

D.Sc, Professor Associado - Programa de Pós-graduação em Arquitetura - Universidade Federal do Rio de Janeiro
monicassalgado@ufrj.br

RESUMO

No projeto de laboratórios de pesquisa biológica que manipulam agentes patogênicos, o arquiteto deve incorporar aspectos relacionados a outras disciplinas de projeto, considerando-se que a qualidade destes ambientes está diretamente relacionada ao conceito de biossegurança. A fim de atender às diretrizes de biossegurança, cabe ao coordenador de projetos a compatibilização entre diferentes requisitos, associados aos níveis de desempenho esperados neste tipo de instalação. Com o objetivo de analisar de que forma as diretrizes de biossegurança vem sendo incorporadas aos projetos para laboratórios com nível de biossegurança 3 (NB3) realizou-se estudo de casos nestas instalações via avaliação pós-ocupação. A avaliação pós-ocupação permitiu estabelecer o estado-da-arte dos laboratórios NB3 em uso, no Brasil. A busca pelos indicadores de projeto de laboratórios comprovou que nem todas as decisões de arquitetura são condicionadas pelas diretrizes de biossegurança. O trabalho foi desenvolvido tendo, dentre seus objetivos, a intenção de contribuir no desenvolvimento de futuros projetos de laboratórios para pesquisa sob contenção biológica.

Palavras-chave: biossegurança, avaliação pós-ocupação, projeto de laboratórios.

ABSTRACT

In the design of biological research laboratories that deal with pathogens, the architect must incorporate aspects related to other disciplines, considering that the quality of those environments is related to biosafety concept. In order to meet the biosafety guidelines, the project coordinator must attempt to the compatibility among different requirements which are associated to the performance level expected in this kind of facility. Aiming to examine how biosafety guidelines have been incorporated in the design of laboratories that require biosafety level three (BSL3) it was developed a study of cases of facilities using post-occupancy evaluation methods. Through the post-occupancy evaluation it was possible to establish the state of the art of BSL3 laboratories in use in Brazil. The search for indicators of laboratories design proved that some architecture decisions are not constrained by biosafety guidelines. The study was conducted with the intention to contribute for the development of future projects.

Key words: biosafety, post-occupancy evaluation, laboratories design.

1. ARQUITETURA DE LABORATÓRIOS E NÍVEIS DE BIOSSEGURANÇA

Em 1878, complementando o trabalho de pesquisadores contemporâneos, Pasteur desenvolveu experiências e desvendou o mecanismo de transmissão das doenças através dos agentes patogênicos. As descobertas foram agrupadas sob a denominação de microbiologia e os estudos que se seguiram revolucionaram a medicina, influenciaram o conceito de saneamento urbano e deram nova conformação à arquitetura hospitalar. O laboratório foi definitivamente consagrado como loco específico para a geração de conhecimentos, considerados legítimos e relevantes independentemente de sua aplicação imediata (BENCHIMOL, 1990; UJVARI, 2003).

As novas descobertas científicas refletiram-se nos projetos de arquitetura e o aprimoramento do saber sobre os riscos que permeiam o ambiente de laboratórios para pesquisas biológicas resultou no conceito de biossegurança, entendida como o conjunto de saberes direcionados para ações de prevenção e minimização de riscos inerentes às atividades com manipulações biológicas que possam comprometer a saúde do Homem, do ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos em laboratório (FIOCRUZ, 2005). Assim, referendou-se que é nos princípios de biossegurança que se consolidam a antecipação e reconhecimento dos riscos que podem afetar a tomada de decisões sobre arquitetura laboratorial (VIEIRA et al 2004; SALGADO, 2005).

Os agentes biológicos são agrupados em quatro diferentes classes de risco, segundo os perigos de infecção que apresentam em função das manipulações em laboratório. A hierarquização destes riscos é crescente e, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), considera critérios como a patogenicidade para o homem, o modo de transmissão, a endemicidade e a existência ou não de profilaxia e de terapêutica eficazes, podendo variar em função de fatores locais (OMS, 2004) – Quadro 1 – Hierarquização dos riscos biológicos.

Classe do agente biológico	Magnitude do risco
Classe de risco 1	Nenhum ou baixo risco individual e coletivo - microorganismo cuja probabilidade de causar doença humana ou animal seja quase nula.
Classe de risco 2	Risco individual moderado, baixo risco coletivo - microorganismo patogênico que pode causar doença em indivíduos ou animais, mas cuja probabilidade de infectar a comunidade seja baixa.
Classe de risco 3	Risco individual elevado, baixo risco coletivo - microorganismo patogênico que pode causar doença humana ou animal séria, mas que não se propaga facilmente.
Classe de risco 4	Alto risco individual e coletivo - microorganismo patogênico que causa doença humana ou animal séria e que pode ser facilmente transmitido de um indivíduo ao outro, direta ou indiretamente.

Quadro 1: Hierarquização dos riscos biológicos, adaptado de OMS (2004)

Biossegurança refere-se à aplicação do conhecimento, técnicas e equipamentos com a finalidade de minimizar a exposição do trabalhador e do ambiente aos materiais perigosos, definindo sob quais condições os agentes biológicos podem ser seguramente manipulados e contidos. O objetivo da contenção é reduzir a exposição da equipe de laboratório, de outras pessoas indiretamente envolvidas nas atividades e do ambiente em geral aos agentes patogênicos, devendo ser considerada em dois níveis distintos: contenção primária e contenção secundária.

A contenção primária objetiva a proteção da equipe e do meio de trabalho e está assentada nas boas práticas e técnicas laboratoriais e no uso de equipamentos de proteção coletiva e individual adequados. Com foco na proteção do meio externo, a contenção secundária baliza-se nas boas práticas e técnicas laboratoriais e no projeto de arquitetura e de engenharia da instalação.

Pode-se dizer que os princípios de contenção primária e secundária constituem um trinômio composto por elementos-chave: as boas práticas e técnicas laboratoriais (condutas); o adequado provimento e uso de equipamentos de proteção individual e coletiva (equipamentos) e o projeto de arquitetura do laboratório (instalações), representados na Figura 1 – Pictograma da contenção.

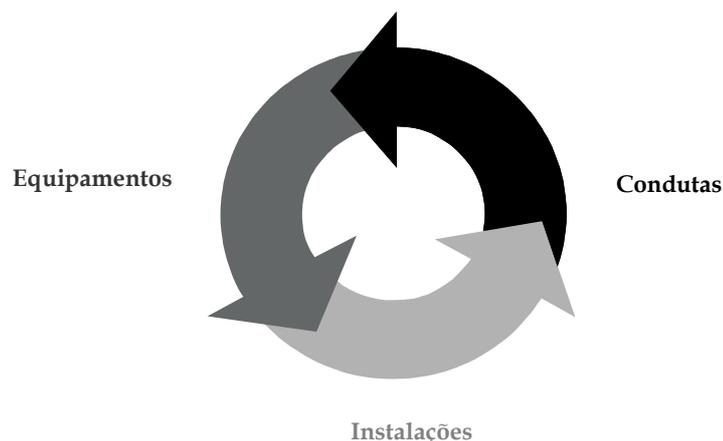


Figura 1: Pictograma da contenção

O trinômio constituído pelos elementos condutas-equipamentos-instalações que compõem os princípios de contenção primária e secundária revela a importância do projeto de arquitetura (VIEIRA; SALGADO, 2004) para o funcionamento dos laboratórios, propiciando que se alcance os níveis desejados de biossegurança¹.

O primeiro fato, e o mais evidente deles, é que a biossegurança em laboratórios está diretamente relacionada à arquitetura, em termos conceituais, pois somente um

¹ Atualmente, não se pode deixar de prescindir do conceito de biosseguridade quando se considera o projeto de laboratórios, termo recentemente incorporado à literatura haja vista a potencialidade de uso indevido ou intencional de agentes biológicos em atos de bioterrorismo, enfatizando as práticas de biossegurança.

projeto espacialmente adequado poderá fornecer a contenção secundária, um dos princípios da biossegurança.

A arquitetura também tem papel primordial quanto à instalação dos equipamentos de proteção coletiva, posto que os mesmos só terão adequado desempenho se atenderem a determinados requisitos de uso, operação e manutenção da instalação.

O terceiro ponto do trinômio no qual se assenta a biossegurança não é de menor importância arquitetônica haja vista que procedimentos e condutas laboratoriais serão mais bem executados em laboratórios adequadamente planejados.

É importante observar que as variáveis que o compõem o trinômio da contenção não são nem fixas nem absolutas. Assim, procedimentos ou condutas adicionais podem ser necessários para suprir eventuais condições não oferecidas no que diz respeito aos requisitos de instalações físicas. Ou então, a demanda de medidas adicionais de biossegurança por insuficiência de adequação das instalações físicas pode recair sobre a utilização de equipamentos complementares de proteção, por exemplo.

Portanto, evidencia-se que quanto mais o projeto de arquitetura contemplar fundamentos específicos de biossegurança, melhor será o desempenho da instalação laboratorial.

A especialização que advém do modelo pasteuriano exigiu correspondente espacialização, desenvolvida no seio da arquitetura e engenharia, em resposta às novas demandas das ciências médicas.

No caso de laboratórios, as designações do nível de biossegurança são baseadas em composições que consideram as características de projeto e construção, as barreiras de contenção, equipamentos de segurança individual e coletiva e, ainda, as condutas, procedimentos, práticas e técnicas laboratoriais.

A OMS propôs uma categorização em função das barreiras físicas e protocolares aplicadas. Obedecendo o gradiente de risco biológico, os laboratórios são designados como básicos nos casos que requerem níveis de biossegurança 1 e 2 (NB1 e NB2), de contenção no nível de biossegurança 3 (NB3), e de contenção máxima quando o nível de biossegurança 4 (NB4) é exigido, conforme explicitado no Quadro 2 - Níveis de biossegurança laboratorial.

Nível de biossegurança	Tipo de laboratório
Básico Nível de biossegurança 1 - NB1	Laboratórios básicos de ensino e pesquisa.
Básico Nível de biossegurança 2 - NB2	Laboratórios clínicos; laboratórios de serviços de diagnóstico e pesquisa.
Contenção Nível de biossegurança 3 - NB3	Laboratórios de diagnóstico e pesquisa especiais.
Contenção máxima Nível de biossegurança 4 - NB4	Unidades de agentes patogênicos perigosos.

Quadro 2: Níveis de biossegurança laboratorial, adaptado de OMS, 2004

Considerando-se o laboratório de contenção, ou NB3, entende-se que as diretrizes de projeto devem ser cuidadosamente mediadas pelo conceito de biossegurança pois é a partir antecipação e reconhecimento dos riscos e do entendimento de contenção que são definidas as barreiras construtivas necessárias para o ambiente NB3.

A questão que se coloca nesta pesquisa é a análise da contribuição da arquitetura à qualidade desses ambientes de trabalho face às restrições impostas pelas diretrizes de biossegurança.

2. DELIMITAÇÃO DO UNIVERSO, SELEÇÃO DA AMOSTRA E CARACTERIZAÇÃO DO RESPONDENTE

Com o objetivo de identificar quais seriam as diretrizes de projeto a serem consideradas na arquitetura dos laboratórios de contenção com nível 3 de biossegurança, realizou-se, inicialmente, pesquisa para determinar o universo de laboratórios NB3 construídos no Brasil. Destaca-se, como fonte de consulta, a pesquisa bibliográfica e na rede mundial de computadores, em ambos os casos fazendo-se uso de palavras chaves ligadas ao tema.

Para delimitar a amostra, usou-se como referência a tipologia adotada por Costa Neto (2002) que classifica a amostragem como probabilística e não-probabilística. Segundo o autor, a amostragem será probabilística se todos os elementos da população tiverem probabilidade conhecida e diferente de zero de pertencer à amostra e não-probabilística nos demais casos. A amostragem não-probabilística deve ser usada quando não é possível se obter uma amostra probabilística, destacando a importância de não se introduzir vícios haja vista a confiabilidade desejada dos resultados da pesquisa. Dadas as características que definem o universo pesquisado - laboratórios NB3 construídos no Brasil - a amostragem que melhor se aplicou foi a do tipo não-probabilística, caracterizada, ainda, pelas situações de inacessibilidade a toda a população e intencionalidade da amostragem. O levantamento identificou instalações desta natureza nas regiões sul, sudeste, centro-oeste, nordeste e norte do país, observando-se que há maior concentração de laboratórios de contenção no sudeste brasileiro, conforme Figura 2 - Distribuição de laboratórios NB3 por estado.

Foram escolhidos para análise o total de seis laboratórios:

- 1 (um) laboratório da Rede Nacional de Laboratórios de Saúde Pública de Nível de Biossegurança 3² situado na região nordeste, estado de Pernambuco, e que também pertence ao Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública - SISLAB³, numa das patologias que pesquisa.

² A Rede Nacional de Laboratórios de Saúde Pública de Nível de Biossegurança 3, em implantação, desde 2004, pela Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS, do Ministério da Saúde, será referência para a Organização Mundial da Saúde na América Latina. Os laboratórios constituintes da rede foram distribuídos de acordo com critérios epidemiológicos, de capacidade técnica já instalada, demanda e região geográfica.

³ O Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública é o conjunto de redes nacionais de laboratórios, organizadas em sub-redes, de forma hierarquizada, por grau de complexidade das atividades relacionadas à vigilância em saúde - compreendendo a vigilância epidemiológica e vigilância em saúde ambiental, vigilância sanitária e assistência médica. As redes são estruturadas, por agravos ou programas,

- 5 (cinco) laboratórios do sudeste brasileiro foram incluídos no estudo sendo destes, três localizados no Rio de Janeiro:
 - 1 (um) dedicado ao desenvolvimento de insumos para saúde; 1 (um) referência do SISLAB na patologia que pesquisa; e,
 - 1 (um) incluído como objeto de estudo em continuação ao trabalho de pesquisa realizado por Cirrota (2004), versando sobre considerações projetuais de salas limpas; e
 - 2 (dois) laboratórios situados em São Paulo, ampliando-se a amostra para além dos critérios inicialmente adotados e no intuito de que a amostragem final fosse representativa do universo de laboratórios NB3 instalados no país. Ressalte-se que um destes foi incorporado em consequência da grande repercussão na imprensa por ocasião de sua inauguração, tendo sido considerado como o mais seguro do país até então, e uma outra instalação, considerada de baixo custo, pela oportunidade que se apresentou.

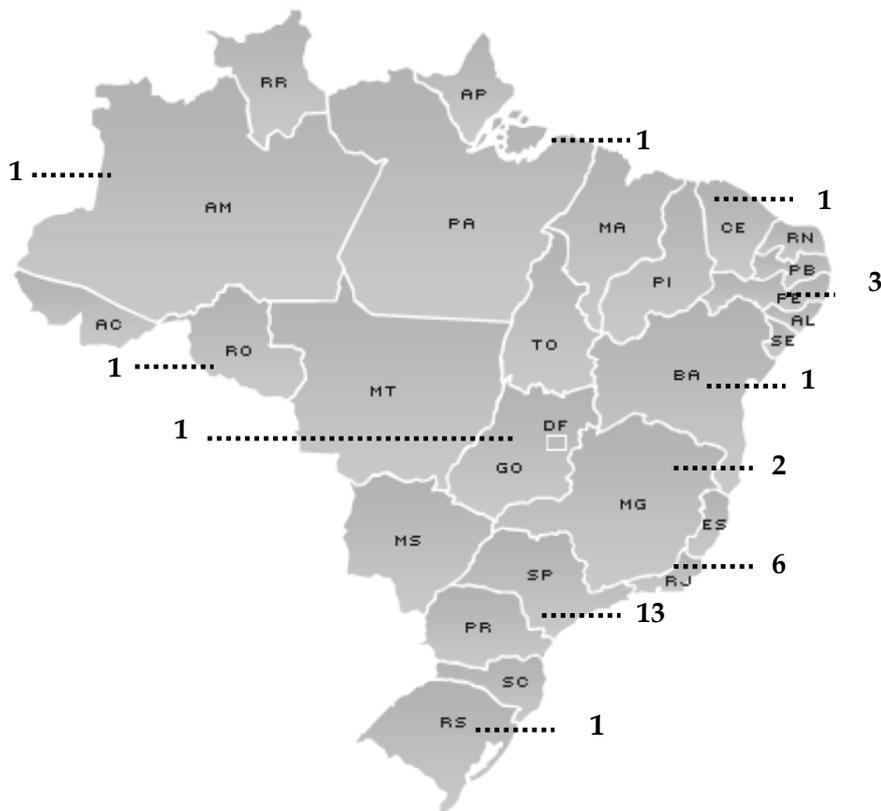


Figura 2: Distribuição de laboratórios NB3 por estado

Para responder à pesquisa, considerou-se a recomendação de Ornstein e Roméro (1992) para seleção de amostras de usuários que, segundo os autores, pode ser feita

identificando-se o laboratório de referência, área geográfica de abrangência e definição de competências (BRASIL, 2004a e BRASIL, 2004b).

de forma aleatória ou pode ser fixada. A adequação do procedimento deve considerar realização de análise prévia.

Os laboratórios de contenção são ambientes de acesso restrito a poucos usuários em vista dos riscos envolvidos e do elevado nível de responsabilidade, tanto naquilo que se refere à biossegurança quanto no que diz respeito à condução dos trabalhos desenvolvidos nestes locais.

Além disso, tais instalações pertencem, via de regra, a instituições públicas de ciência, tecnologia e ensino, às quais estão vinculados significativo número de alunos para desenvolvimento dos projetos de pesquisa, sendo proporcionalmente reduzido o corpo de pesquisadores com efetivo vínculo profissional.

Assim, o perfil de fonte primária buscado como respondente foi o de pesquisador envolvido com a concepção das instalações e que se mantém como usuário. Sabe-se que este critério restringiu o número de respondentes, entretanto, entende-se que estender a pesquisa a usuários flutuantes desses ambientes poderia trazer vícios às respostas obtidas, que seriam fruto de uma experiência pontual. Compreende-se que a vivência do espaço por um período de tempo mais longo auferir ao respondente pesquisador (usuário fixo) conhecimento para fins de avaliação de desempenho do seu laboratório.

3. RESULTADOS: MEDIDAS OBSERVÁVEIS DE DESEMPENHO VERSUS PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS

A arquitetura de laboratórios NB3 foi levantada na literatura especializada em laboratório, diretrizes internacionais de biossegurança e normas brasileiras de regulamentação do trabalho.

Contemplados os objetivos teóricos da pesquisa, os instrumentos de investigação foram preparados de forma a se realizada Avaliação Pós-Ocupação nos ambientes da amostra selecionada. Além da percepção do usuário, foi feito levantamento sobre **Localização e acesso; Perímetro de contenção; Provisão de utilidades e serviços; Superfícies e revestimentos; Estrutura e leiaute; e Ventilação e climatização** das instalações.

Este diagnóstico foi realizado através de observações durante visita aos laboratórios pesquisados para entrevista com o usuário. As informações foram complementadas por esclarecimentos obtidos junto aos próprios usuários, projetistas, equipes de manutenção, de metrologia, membros de comissões de biossegurança, consultando-se, ainda, projetos e plantas disponibilizados.

Os dados obtidos são apresentados a seguir, complementados com plantas dos locais avaliados.

3.1 Laboratório 1

O projeto do prédio foi desenvolvido em 2000 por arquitetos do quadro da instituição que se pautaram pelo planejamento global de suas dependências, com uma reflexão voltada para o futuro através da reserva de áreas para incluir novos laboratórios, dentre eles o NB3 na parte térrea e em área contígua aos laboratórios já existentes. Nos andares superiores, acomodou-se uma escola, áreas administrativas e biblioteca.

Em entrevista com os responsáveis pelo projeto do edifício, ficou evidenciado que foi privilegiada a flexibilidade e a otimização, com a primeira ocupação da nova edificação nos 2º e 3º pavimentos, deixando-se a área do 1º pavimento livre para abrigar futura expansão laboratorial. Para tanto, foram adotados espaços técnicos horizontais (sub-solo e pavimento intermediário) e verticais (ao longo das paredes laterais do prédio). O projeto do NB3 foi desenvolvido por empresa contratada e inaugurado em 2005.

A configuração do laboratório é do tipo suíte, com três salas de maior contenção, destinadas à manipulação individualizada de três patógenos classe de risco 3 distintos, e área de uso comum. Conta com área de apoio para o processo de descontaminação-lavagem-preparo-esterilização, compartilhada com outros laboratórios, laboratório NB2 para preparo de materiais, provido de guichê de passagem. O fluxo de pessoas entre as áreas NB2 e NB3 é realizado através de antecâmara com três compartimentos. A estrutura física foi concebida de forma a atender o gradiente de risco biológico. O leiaute da instalação encontra-se na Figura 3 – Setorização do Laboratório 1.

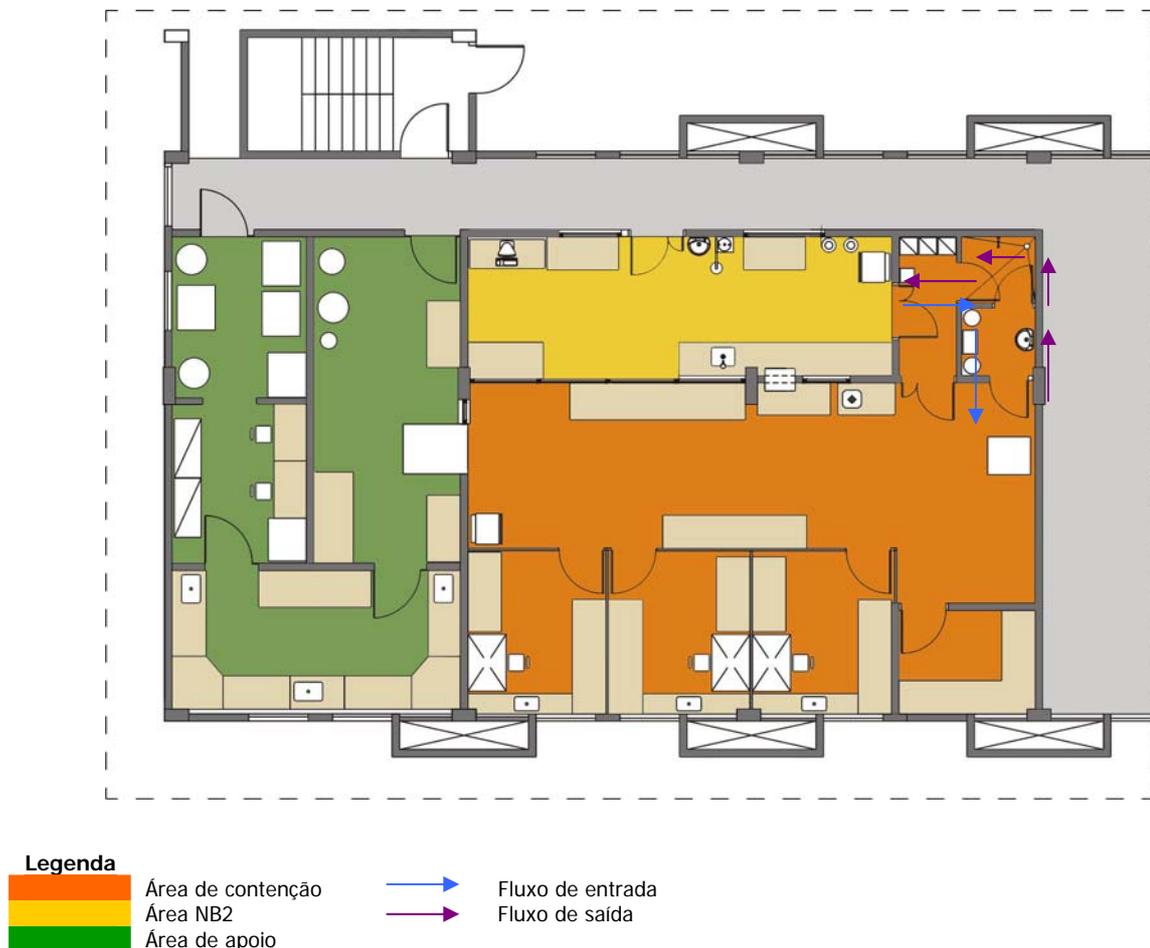


Figura 3: Setorização do Laboratório 1

As salas para manipulação em contenção foram projetadas com dimensões aproximadas de 2,9 m X 3,5 m, área com cerca de 10 m². Tais medidas são

suficientes para abrigar o trabalho com uma cabine de segurança biológica (CSB⁴), entretanto, a combinação adotada entre arranjo físico, proporção, disposição de mobiliário e equipamentos conferem às salas aspecto de sub-dimensionamento. As CSB foram corretamente localizadas em relação ao posicionamento e distanciamento das portas, mas a insuflação do ar condicionado é bastante próxima, fator de interferência no uso dos equipamentos por causar turbulência nas correntes de ar do entorno.

Todos os ambientes de trabalho são em forma retangular e tiveram o leiaute organizado a partir da concepção periférica de equipamentos e bancadas com 0,60 m e 0,35 cm de profundidade. Esta dimensão de bancadas é insuficiente para acomodar, de forma segura, muitos dos equipamentos utilizados em pesquisa biológica como estufas, incubadoras e centrífugas. As bancadas mais estreitas comportam cubas.

As queixas da parte usuária entrevistada concentraram-se em questões de conforto e segurança biológica individual e coletiva. As principais causas de desconforto ambiental são de origem visual, térmica, respiratória e acústica, apontadas nesta ordem de importância. De fato, constatou-se que não houve um planejamento cromático mais adequado às atividades laboratoriais.

Já quanto ao leiaute do laboratório, apesar de não haver queixa do usuário, não se pode deixar de tecer algumas considerações a respeito.

Segundo relatório descritivo dos dados levantados pela equipe de projeto, a condição geométrica dos espaços disponibilizados era altamente favorável devido à existência de pavimentos técnicos nos níveis superior e inferior ao pavimento onde se localizaria o laboratório. Mesmo assim, verificou-se que a estrutura e leiautes poderiam ter sido otimizados em função da área total disponibilizada para projeto da instalação, prevendo-se, por exemplo, salas que comportassem a instalação de duas CSB ao invés de uma cabine por sala, fluxo de pessoas sem cruzamento; antecâmara para fumigação de equipamentos; local para guarda de materiais e equipamentos para manutenção primária e limpeza, atividades estas que foram concebidas para serem realizadas pelos próprios pesquisadores.

A sala de uso comum do NB3 está dimensionada de tal forma que é subutilizada. Com superfície totalizando aproximadamente 45 m², apresenta área excedente para circulação, conforme evidenciado na Figura 4 - Área desperdiçada como circulação no Laboratório 1, marcada em cor sólida.

Em contrapartida, nas salas das CSB (zona de maior contenção) o laboratório foi ocupado usando a sobreposição de equipamentos em bancada como recurso para otimização dos reduzidos espaços, por exemplo.

A título de exercício sobre a ocupação dos espaços do Laboratório 1, na Figura 5 - Comparação das salas de maior contenção com o módulo básico, são desenhadas três situações distintas. À esquerda está reproduzido o módulo básico para operação simultânea com 2 CSB. Ao centro, reprodução de uma das salas de manipulação biológica, hachurada em cor a área de circulação subutilizada. Finalmente, à direita, simulação de leiaute, incorporando-se a área subutilizada na

⁴ Cabine de segurança biológica, ou CSB, é o principal equipamento de proteção coletiva empregado em manipulações biológicas, fundamental para uso de instalações NB3.

circulação à sala de manipulação biológica, com projeções pontilhadas em cor. Nesta solução, seria possível o funcionamento simultâneo de duas CSB, observando-se que a bancada com cuba, neste caso, recuperaria a dimensão de profundidade mínima necessária para trabalho em laboratório.

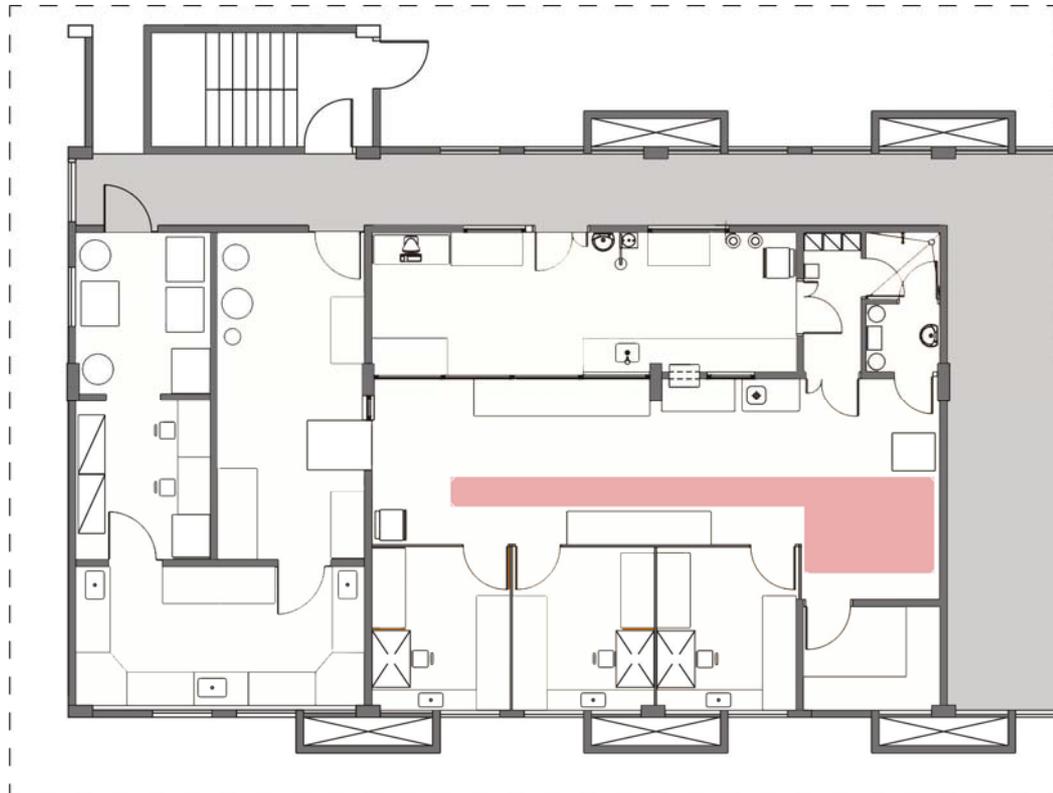


Figura 4: Área desperdiçada como circulação no Laboratório 1

O rápido estudo sugerido foi elaborado apenas a título de exercício e apresentado como crítica à estrutura e leiaute projetados na área disponibilizada para construção do NB3 do Laboratório 1. Tem-se convicção que outras soluções de projeto seriam possíveis neste mesmo espaço, atendendo de forma mais otimizada os trabalhos em contenção biológica.

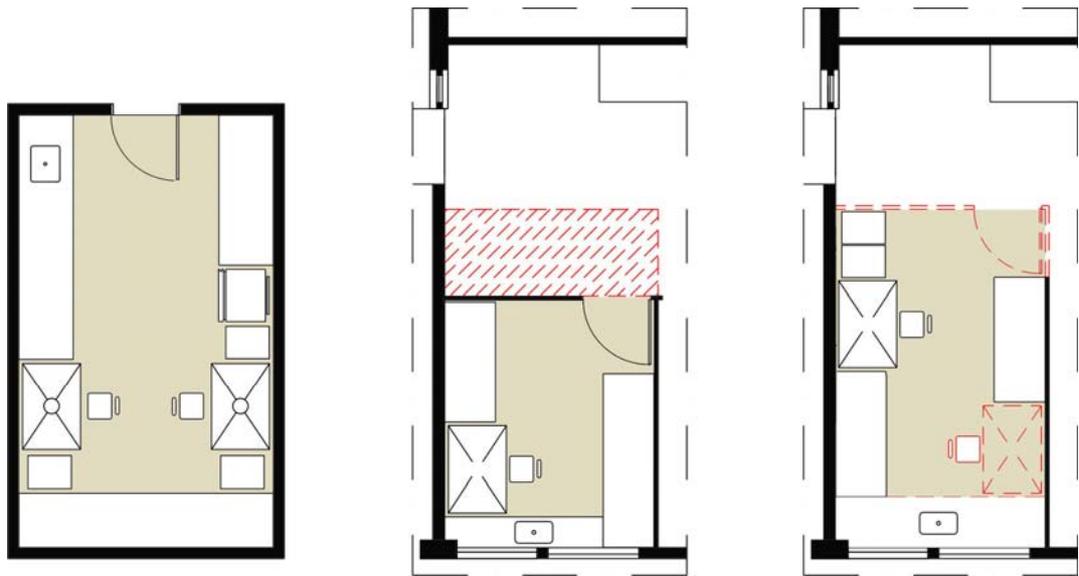


Figura 5: Comparação das salas de maior contenção com o módulo básico

Por sua vez, o projeto foi totalmente desenvolvido, a obra construída e recebida sem participação de projetistas e técnicos de manutenção da própria instituição, não contemplando as etapas de uso, operação e manutenção. Problemas de construção persistem sem solução ou sequer foram identificados. Não houve continuidade na manutenção dos sistemas centralizados de ventilação e climatização e de automação depois que o laboratório foi entregue para uso.

3.2 Laboratório 2

O prédio que abriga este laboratório, dedicado a desenvolvimento de insumos na área da saúde, é compartilhado com laboratórios de pesquisa biológica em bacteriologia, virologia e micologia. Foi projetado ao final da década de para abrigar hospital de pneumologia. Concluído em 1965, teve sua ocupação posteriormente redefinida.

Em 2002, foi executada reforma no quarto pavimento do prédio para abrigar sala limpa acrescida das características de laboratório NB3 e destinada ao uso como plataforma tecnológica. A desmobilização do ambiente foi, posteriormente, programada para fins de correção de problemas projetuais e construtivos detectados durante o uso, bem como readaptação ao uso para comportar, também, futuras manipulações genéticas em contenção biológica nível 3 em função das exigências de infra-estrutura requeridas nas orientações normativas promulgadas pela CTNBio⁵.

O Laboratório 2 foi concebido tendo como zona de acesso um laboratório NB2, contando com área de apoio para o processo de descontaminação-lavagem-preparo-esterilização. A circulação de pessoas entre as áreas NB2 e NB3 é realizada através de antecâmara de paramentação, sucedida por ambiente de acesso à sala de equipamentos e ao laboratório NB3 propriamente dito, com fluxo de pessoas

⁵ CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, instância federal que regulamenta as manipulações genéticas, no Brasil.

determinado por portas de entrada e saída. Desta forma, a concepção do laboratório atentou para o gradiente de risco, conforme a Figura 6 – Setorização do Laboratório 2.

A sala das CSB foi superdimensionada e dividida, pelo mobiliário, em dois ambientes. Em cada ambiente assim delimitado está instalada uma CSB, posicionadas afastadas das grelhas de ventilação e de portas. O pé direito foi rebaixado em função da dutagem do sistema de ar condicionado central, com altura inferior a 2,4 m. Houve necessidade de moldar nichos para receber as coifas das CSB. Os requisitos de projeto exigidos pelas boas práticas de laboratório suprem as condições de biossegurança para NB3.

Algumas das dificuldades de projeto são devidas às características da edificação, antiga, projetada como hospital, adaptada para laboratórios e posteriormente reformada para NB3 com características de sala limpa. Tanto o projeto de arquitetura como os projetos de instalações tiveram limitações em seu desenvolvimento, dentre elas a falta de espaço técnico para as casas de máquinas e tratamento de efluentes.

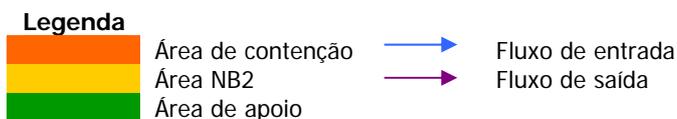
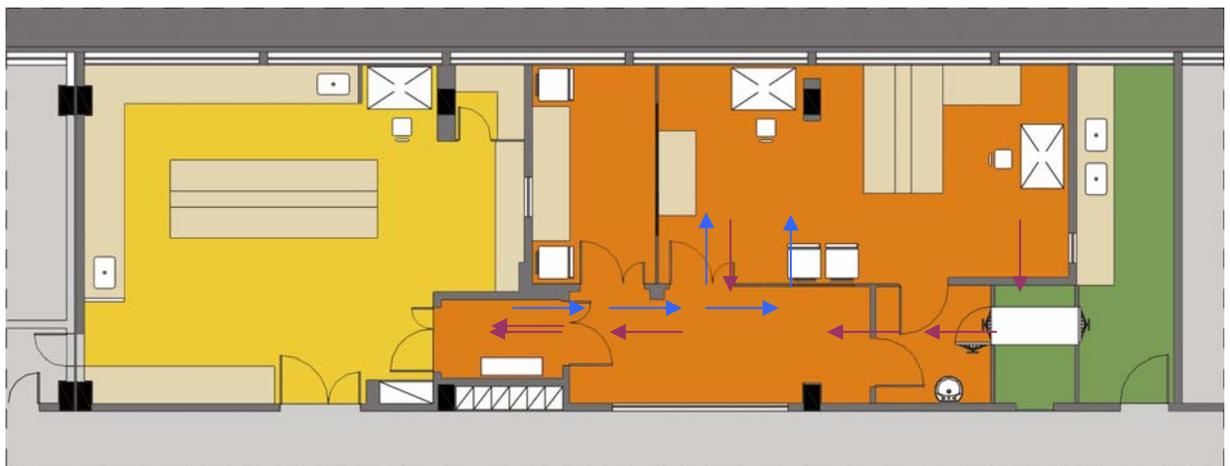


Figura 6 – Setorização do Laboratório 2

3.3 Laboratório 3

O prédio é uma construção em concreto aparente, com três pavimentos. Segundo seus ocupantes, foi concebido com finalidade de abrigar áreas administrativas e posteriormente adaptado para receber atividades em microbiologia, contando com 19 laboratórios de pesquisa, setor administrativo, centrais de distribuição de material para laboratório, lavagem e esterilização, serviço de informática, biotério para manutenção de animais em experimentação e central de equipamentos multiusuários.

O laboratório NB3 foi inaugurado em 2003 e ficou conhecido como NB3 *plus* ou NB3+ em alusão ao atendimento de mais requisitos de segurança do que o mínimo exigido para trabalho em contenção com agentes patogênicos da classe de risco 3 e, ainda, rigor no cumprimento compulsório dos procedimentos de biossegurança estabelecidos.

A configuração do Laboratório 3 não prevê área como zona de acesso, razão pela qual foi adotado maior rigor na barreira de contenção como, por exemplo, fechamento pneumático de portas. A estrutura obedece a gradiente de risco, com fluxo de pessoas e amostras bem definido. A autoclave está localizada em sala separada, mas os componentes mecânicos encontram-se instalados dentro da área de contenção embora a área física disponibilizada para construção permitisse arranjo mais favorável.

Concebido de forma a evitar o cruzamento de pessoas ou de materiais, inclusive com a previsão de antecâmara de passagem dimensionada para descontaminação de equipamentos, há área de apoio para o processo de descontaminação-limpeza-preparo-esterilização de materiais. A Figura 7 - Setorização do Laboratório 3 apresenta o leiaute da instalação.

Os equipamentos e bancadas são organizados de forma periférica na sala principal, em forma retangular. As duas CSB estão localizadas lado a lado em detrimento de arranjo mais favorável, o qual posicionaria os equipamentos frente a frente para minimizar possíveis interferências no fluxo de ar. O dimensionamento da sala de contenção é compatível com o arranjo de equipamentos e bancadas.

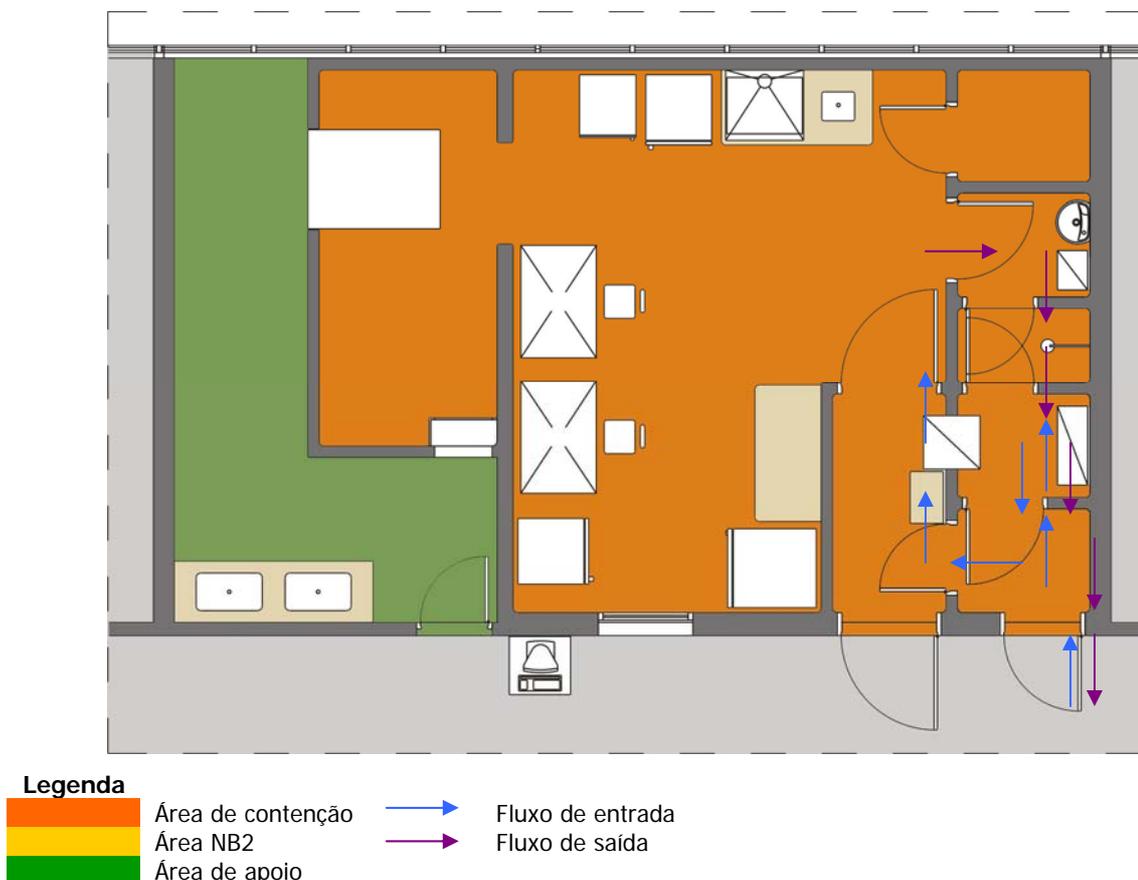


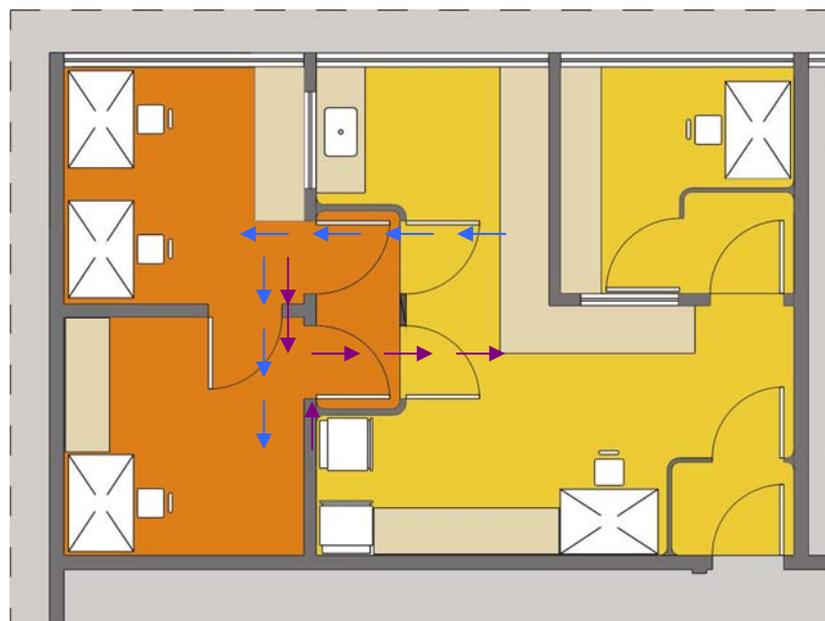
Figura 7: Setorização do Laboratório 3

De acordo com o entrevistado, a concepção do laboratório não contou com a participação de profissional em arquitetura e foi idealizada a partir de sua experiência profissional em instalações de outros países, consultando-se especialistas em sistemas de climatização e ventilação. Posteriormente, a proposta de setorização foi submetida a equipes de engenheiros de renomadas instituições no exterior, de onde adveio a sugestões. As decisões de projeto, e de pequenas intervenções posteriormente realizadas, são tomadas pelos pesquisadores, que realizam algumas das manutenções e acompanham as manutenções terceirizadas.

3.4 Laboratório 4

O Laboratório 4 foi concebido, a pedido do pesquisador principal, como um NB3 de baixo custo e situa-se na mesma localização do Laboratório 3. Conforme constatado durante visitação ao local, trata-se de adaptação de um laboratório NB2 já existente, com mínima intervenção física possível, onde está sendo testado sistema de ventilação e refrigeração mais simples, com menor custo de implantação, bem como operação e manutenção menos onerosas. Assim, em contra-posição ao laboratório NB3 clássico, o laboratório de baixo custo é referido como NB3 *light* (HERNANDES, 2007).

Instalado no mesmo pavimento do Laboratório 3, no Laboratório 4 são manipulados agentes classe de risco 3 sobre os quais já estão estabelecidos conhecimentos de virulência e respectivos riscos de transmissão de doenças, considerando-se que os procedimentos podem ser realizados com os recursos de equipamentos e instalações físicas ali disponibilizados, suficientes para atender os princípios de biossegurança. De forma retangular, a área de contenção ocupa pouco mais de 17 m² e é internamente subdividida em dois ambientes de igual tamanho: sala com um posto de trabalho em CSB e sala com dois postos de trabalho em CSB, dispostas lado a lado, desenhados na Figura 8 – Setorização do Laboratório 4.



Legenda
Área de contenção → Fluxo de entrada



Figura 8: Setorização do Laboratório 4

Foram providas duas portas na antecâmara de acesso à área de contenção, definindo-se, desta forma, fluxo para entrada e saída de pessoas apesar das limitadas dimensões. A antecâmara é utilizada para paramentação, as salas para manipulação de patógenos são interligadas por porta e têm formato quadrado e medidas que se revelam mínimas para abrigar duas CSB em funcionamento simultâneo. As bancadas têm profundidade de 60 cm, inadequada para o porte dos equipamentos que sustenta.

A configuração atende ao gradiente de risco, não havendo área de apoio para o processo de descontaminação, realizado em autoclave de bancada instalada na área de contenção. Não há antecâmara de descontaminação para equipamentos.

A proposta de construção de laboratórios de baixo custo surge como resultado alternativo à experiência no Laboratório 3, onde os procedimentos de biossegurança foram estabelecidos de forma rigorosa, com tais rigores transformando-se em determinantes de projeto. Já a concepção dos laboratórios NB3 de baixo custo, como o Laboratório 4, foi mediada a partir do reconhecimento e antecipação dos riscos. As instalações foram adequadas aos procedimentos de biossegurança necessários para as manipulações biológicas. Os meios de contenção empregados atendem aos objetivos delineados, com a ressalva do usuário de que a adesão a todos os requisitos de biossegurança não implica, necessariamente, num projeto que melhor responda às finalidades do laboratório. A adaptação feita em um laboratório NB2 existente foi executada procurando preservar o que fosse possível da instalação original. Tais limitações impactaram o projeto de forma que o laboratório deixou a desejar quanto ao leiaute e estrutura. Vale ressaltar que as decisões de projeto foram tomadas pelo pesquisador titular, apoiado por engenheiros em ventilação e climatização.

3.5 Laboratório 5

A instalação está situada em prédio projetado como hospital, construção iniciada em 1956 e implantada incorretamente. Segundo Oliveira et al (2003), o prédio foi concebido com volumes de proporções pouco elaboradas e desarmônicas e suas dimensões são incompatíveis com a localização no alto de uma colina. Sua primeira inauguração aconteceu nos anos 70, sofrendo, posteriormente, diversas intervenções.

A última grande reforma do prédio foi concluída em 2000 e conduzida com a finalidade de abrigar laboratórios de pesquisa biológica. Tais obras iniciaram em 1996 e não previam a dependência NB3, cuja inclusão foi solicitada durante o transcorrer dos serviços. A readequação de projeto num prédio em reforma e de concepção antiquada resultou em imensas dificuldades e falhas na execução da obra. Dentre as adaptações físicas, Cirrota (2004, p. 76) destaca a construção da casa de máquinas do sistema de ventilação e refrigeração como anexo à lateral, desde o térreo até o 4º pavimento, que, por seu volume e posicionamento, “transformou-se em aberração arquitetônica”.

A configuração das instalações NB3 do Laboratório 5 foram concebidas tendo ante-sala como zona de acesso e a estrutura obedece ao gradiente de risco biológico, contemplando antecâmara para entrada nas áreas de contenção, não havendo laboratório NB2 e sala para o processo de descontaminação-lavagem-preparo-esterilização contíguos, conforme ilustrado na Figura 9 - Setorização do Laboratório 5.

A estrutura foi concebida para trabalho com até quatro CSB, na sala maior, atualmente comportando três equipamentos, e uma CSB na sala menor, estando instalados dois equipamentos.

Bancadas e equipamentos foram dispostos, inicialmente, de forma periférica nas salas de contenção. Entretanto, as dimensões exíguas dos ambientes, principalmente da sala que comporta atualmente três CSB em funcionamento, não eram suficientes para receber todos os demais equipamentos necessários ao desenvolvimento das pesquisas biológicas em andamento, sejam eles apoiados em bancada ou diretamente no piso. Desta forma, foram feitas adaptações do arranjo de mobiliário ao uso e instaladas bancadas adicionais, na sala maior, de forma peninsular e insular. Como resultado, a circulação ficou reduzida a medidas entre 0,80 e 1,00 m ao longo das bancadas, inviabilizando a passagem de pessoas quando houver outro trabalhador em atividade posicionado, tornando-se um fator de risco adicional. As CSB foram projetadas para não sofrer interferência das correntes de insuflação de ar, movimentação de portas ou pessoas. Verifica-se que, com a ocupação adensada, só restam protegidas as cabines localizadas ao fundo de ambos laboratórios. O laboratório concebido está sub-dimensionado em relação às atividades que são desenvolvidas no local. As antecâmaras são exíguas em relação ao movimento do laboratório, não havendo espaço suficiente para acomodar as vestimentas de segurança de todos os usuários.

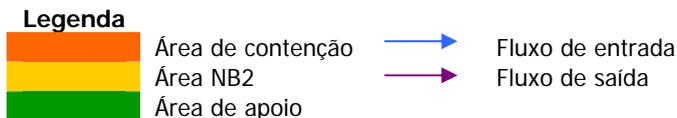


Figura 9: Setorização do Laboratório 5

O uso intenso provoca desgaste dos revestimentos e a recuperação dos problemas, bem como a correção daqueles detectados durante o uso, é feita com algum grau de improviso, embora como elogiosa boa vontade, por equipes próprias da instituição que não têm conhecimento dos requisitos de biossegurança. Assim, houve a introdução de materiais que não são apropriados ao uso em laboratórios como, por exemplo, o mármore.

A questão do sistema de ventilação e refrigeração vem sendo administrada com soluções paliativas, como a retirada dos filtros HEPA⁶ do fluxo de ar de insuflação na tentativa de equacionar o desequilíbrio térmico, ao passo que a casa de máquinas permanece sem estrutura para receber manutenção preventiva desejada.

Ressalte-se que, para uso do laboratório, são seguidos procedimentos rigorosos de biossegurança, estabelecidos a partir dos riscos associados ao agente perigoso manipulado no local. Verifica-se, ainda, que este foi o único dos laboratórios pesquisados em que o usuário valorizou expressamente o fato de haver janela exterior, considerando a mesma como item de conforto visual ao proporcionar vista da copa das árvores, não mencionando que represente um risco ou que cause

⁶ HEPA – sigla para *high efficiency particulate air*.

distração. Observe-se que este laboratório, situado no 5º pavimento do prédio, não tem contato visual com outro ambiente interno.

3.6 Laboratório 6

Situado no mesmo prédio do Laboratório 2, suas instalações entraram em funcionamento em 2003 e estavam programadas para serem transferidas, ainda em 2008, para novo edifício. Tem a configuração de NB3 com NB2 de acesso e foi estruturado atendendo gradiente de risco biológico, conforme Figura 10 - Setorização do Laboratório 6.

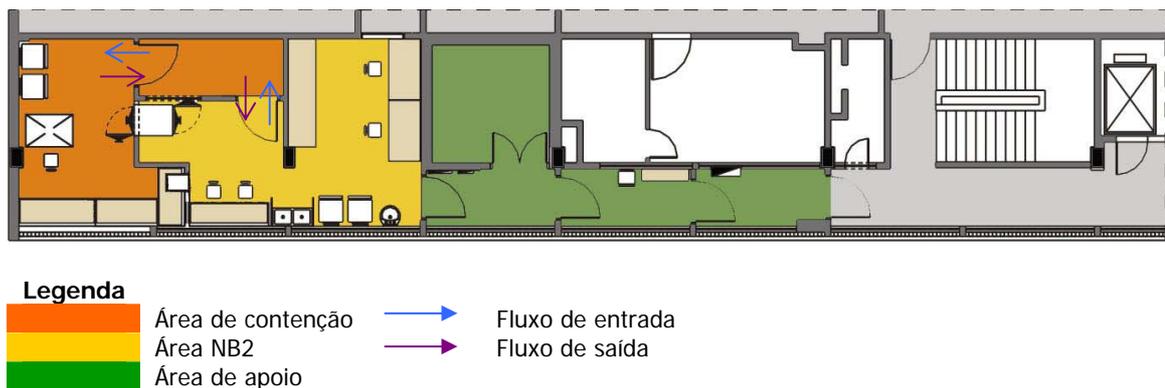


Figura 10: Setorização do Laboratório 6

A instalação ocupa uma área de cerca de 60 m², sendo 20 m² para o laboratório NB3, 26 m² de área de apoio (NB2 e escritórios) e 14 m² de ante-salas. Estas foram criadas como contingência de aproveitamento da área, localizada no final do pavimento e com acesso único através de um longo corredor com cerca de 1,50 m de largura. E a solução de arquitetura procurou tirar partido dessa configuração espacial.

A sala de contenção NB3 tem dimensões mais do que suficientes para comportar as duas CSB previstas no projeto. Por falta de uso, uma das cabines foi posteriormente retirada, com o objetivo de liberar a área para instalação de bancada de apoio.

Este laboratório apresentou problemas construtivos pois durante a execução da obra não foi respeitado o posicionamento projetado da CSB e os dutos do sistema de condicionamento e tratamento do ar foram instalados de tal modo que ficaram sobrepostos ao espaço destinado ao equipamento, inviabilizando sua correta instalação. A falha de execução do projeto impediu a instalação da CSB uma vez que o espaço necessário à coifa da cabine estava ocupado pelos dutos do sistema de condicionamento do ar e ventilação do laboratório.

Além disso, o rebaixo do teto do laboratório também foi executado em altura inferior ao inicialmente projetado, havendo necessidade de intervenção pontual para garantir a adequada instalação e correta operação da CSB.

A posição das grelhas de insuflamento e calhas de iluminação também foram alteradas quando da execução dos dutos, em desacordo com os projetos originais. Estas incompatibilidades criadas no decorrer da obra levaram à necessidade de

elaboração de projetos para correção das falhas. Com isso, foi elaborado novo leiaute de arquitetura, principalmente no que se refere às bancadas de trabalho. O projeto de iluminação teve que ser refeito e as luminárias reposicionadas em função da nova disposição de bancadas, grelhas de insuflamento e exaustão do sistema de condicionamento do ar, as quais foram deslocadas.

A Figuras 11 e 12 ilustram, respectivamente, as falhas de execução e as intervenções do projeto de condicionamento e ventilação do laboratório NB3 que impactaram decisivamente no projeto de segurança biológica originalmente concebido na fase de antecipação e reconhecimento dos riscos, desenvolvido por equipe multidisciplinar coordenada por arquiteto. A Figura 13 trata da sobreposição das Figuras 11 e 12.

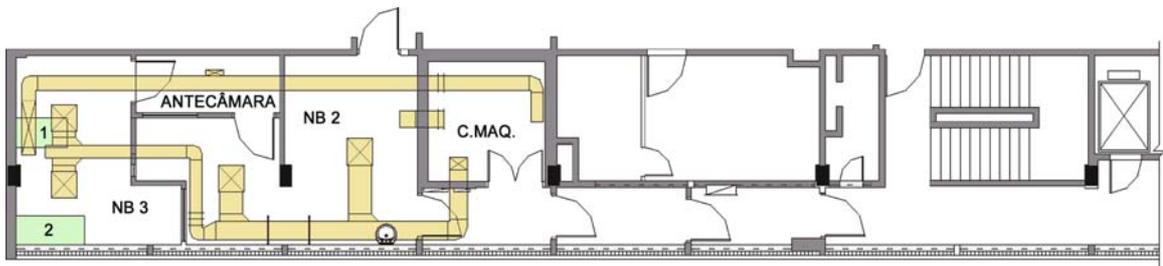


Figura 11: Projeto de ventilação executado sem compatibilização

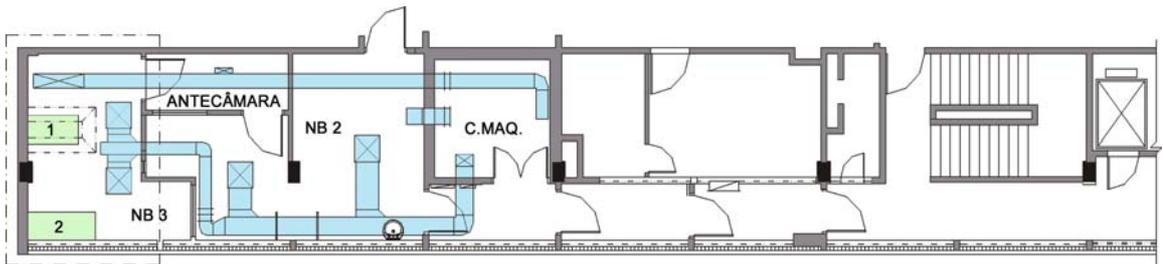


Figura 12: Projeto de intervenção para correção

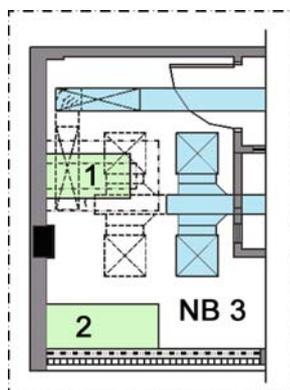


Figura 13: Sobreposição das figuras 11 e 12

Os problemas de manutenção persistiram e, de forma paliativa, posteriormente foram feitas intervenções no funcionamento do sistema de ventilação.

Devido a problemas quanto à exigüidade de área física, uma das CSB alocadas no projeto original foi retirada da instalação.

No momento em que a avaliação foi feita, o laboratório operava basicamente com atividades que tem exigência de nível 2 de biossegurança enquanto aguardava mudança para novo prédio onde estão sendo instaladas plataformas NB3 multiusuários.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO E A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A amostra de laboratórios pesquisados no trabalho de campo corresponde à cerca de 20% do universo identificado. Se por um lado o número de laboratórios avaliados acarretou volumosa descrição sobre os ambientes explorados no detalhamento da pesquisa (VIEIRA, 2008), este número é bem representativo de seu universo, possibilitando inferir com segurança os resultados alcançados sobre o estado-da-arte dos laboratórios NB3 em uso no Brasil.

Já os métodos empregados mostraram-se importantes para obtenção dos resultados finais e permitiram confrontar as observações realizadas com a percepção do usuário.

No questionário perguntou-se qual o nível de satisfação do usuário em relação ao desempenho da instalação sob diferentes aspectos, com comentários livres. Na prática, tais comentários fluíram durante a aplicação da parte subjetiva do instrumento de pesquisa com indução de sensações e percepções livres obtidas através da observação de imagens.

Os dados das respostas à entrevista semi-estruturada, parte fechada do questionário, foram tabulados conforme demonstrado no Quadro 3 - Tabulação do questionário fechado. Os dados foram tratados de forma a se obter a moda, que em estatística é uma medida de posição e, segundo Costa Neto (2002), indica a região das máximas frequências. Para cada pergunta foram somadas as respostas referentes ao nível de satisfação do usuário dos seis laboratórios, destacando-se em **negrito** a moda assim obtida.

QUESITO	I	PS	S	MS
1. Considerando os requisitos de segurança, como você avalia o laboratório quanto à sua localização e acesso?		2	2	2
2. Como você avalia a instalação quanto às barreiras arquitetônicas necessárias para garantir a contenção biológica?		2	3	1
3. As linhas de utilidade e instalações (gases, hidráulica, esgoto) são supridas em quantidade suficiente e localização adequada?		2	3	1
4. Como você avalia as condições de conforto (iluminação, temperatura, ruído, ergonomia etc) do ambiente para a atividade de pesquisa biológica?	1	2	2	1
5. Como a estrutura física e o dimensionamento do laboratório atendem às necessidades de trabalho?	1		3	2
6. Os materiais de acabamento empregados oferecem segurança ao uso?		1	4	1
7. De que maneira o sistema de ventilação e refrigeração está adequado ao trabalho em contenção?		3	1	2

I– Insatisfatório PS– Pouco Satisfatório S– Satisfatório MS– Muito Satisfatório

Quadro 3: Tabulação do questionário fechado, fonte: VIEIRA (2008)

O resultado obtido em resposta à primeira pergunta foi tri-modal e perfeitamente distribuído com igual número de ocorrências para pouco satisfatório, satisfatório e muito satisfatório. Assim, tomou-se este resultado como uma classe modal, determinando-se que a moda é o ponto satisfatório.

Já à quarta pergunta, sobre as condições de conforto ambiental dos laboratórios, obteve-se resultado bi-modal, também perfeitamente distribuído, entre pouco satisfatório e satisfatório. Nestes casos, Ornstein e Roméro (1992) recomendam como uma das alternativas voltar a campo para entrevistas específicas no sentido de dirimir dúvidas eventuais. Ora, o questionário foi aplicado de forma semi-estruturada e, assim, já se dispunha, previamente ao fechamento do mapa estatístico, das considerações dos usuários a respeito das instalações, como também observação destas condições *in loco*. Assim, entende-se que a percepção dos usuários quanto às condições de conforto dos laboratórios de contenção tem tendência para pouco satisfatórias, ponto que se determinou como moda.

Confrontando-se a percepção do usuário com os requisitos de **Localização e acesso** examinados *in loco* ou obtidos de forma secundária, verifica-se que há consistência

entre o nível de satisfação do usuário e o atendimento das diretrizes de biossegurança.

As diretrizes de biossegurança que foram assumidas como obrigatórias são, de forma geral, muito bem atendidas em todos os casos, excetuando-se as situações encontradas onde as portas de antecâmaras com intertravamento eletro-mecânico não dispõem de sistema emergencial para abertura manual, situação que traz insegurança aos usuários pela iminência de ficarem retidos.

Já quanto às diretrizes de biossegurança recomendadas, a aderência foi menos significativa. Houve manifestação expressa quanto à necessidade de laboratório NB2 de apoio contíguo ao laboratório NB3, como também foi enfatizada a importância de haver independência de entrada e saída da contenção de maneira a evitar o cruzamento de fluxos.

A recomendação para que as áreas de contenção tenham as paredes limítrofes afastadas do envelope externo da edificação, condição não atendida em nenhum dos laboratórios pesquisados, não foi valorizada por nenhum usuário. Esta providência está mais relacionada à biossegurança e questões ligadas ao bioterrorismo, comportamento que parece não suscitar preocupação no Brasil. Entretanto a localização do laboratório dentro do edifício é muito valorizada. Quanto mais afastado da circulação de público, tanto melhor pois o usuário se sente mais seguro face à responsabilidade com a gestão de agentes patogênicos perigosos.

Na percepção do usuário, as diretrizes de biossegurança providas através das barreiras construtivas entre o interior da contenção e o seu entorno, que constituem o **Perímetro de contenção**, são satisfatórias e comprovadas no levantamento realizado. Constatou-se um único caso com maior vulnerabilidade, não percebida pelo usuário.

Outro ponto que chamou atenção foi a questão de janela exterior que, no entendimento de 5:6 usuários não deve ser provida em ambientes NB3, mas não por uma questão de contenção biológica. A polêmica que surgiu nesta pesquisa é sobre até que ponto a existência de janela deixa de ser um elemento de conforto visual e passa a afetar a concentração do cientista em trabalho de elevado risco. Encontra-se esta mesma questão colocada na arquitetura hospitalar onde, observou Sampaio (2005), em centros cirúrgicos a janela, segundo os que não a consideram importante, pode atrapalhar o profissional dispersando-o durante um procedimento que exija muita concentração, fornece uma qualidade de luz não adequada e pode causar excesso de calor.

Sobre os requisitos de biossegurança recomendados, constatou-se que os usuários de laboratórios que não têm comunicação com a área de apoio através de guichê de passagem, metade da amostra, providenciariam este recurso se tivessem oportunidade.

Na opinião dos usuários, as diretrizes de biossegurança elencadas como obrigatórias na **Provisão de utilidades e serviços** são fornecidas de forma satisfatória. Entretanto, segundo o levantamento feito, tem-se abolido o uso de água corrente nos ambientes em contenção por falta de espaço técnico para instalação de barreiras para tratamento de efluentes pois os laboratórios são construídos como adaptação em prédios já existentes.

Constatou-se, ainda, baixa aderência de projetistas em prover as instalações de rede lógica. Com os avanços tecnológicos os laboratórios começam a receber aparatos eletrônicos, surgindo necessidade de intervenção física.

Segundo a NR 17 – Ergonomia (BRASIL, 2006), que trata dos **Requisitos de conforto ambiental**, laboratórios são ambientes com atividades que exigem solicitação intelectual e atenção constantes, estabelecendo parâmetros de conforto para temperatura, umidade, nível de pressão sonora e nível de iluminação. Para fins de avaliação da qualidade do ambiente, foram considerados, também, aspectos de conforto visual.

Nenhum dos laboratórios pesquisados vetou que se adentrasse o recinto de contenção, mas os usuários têm um posicionamento muito firme em relação à visita dos ambientes, que, entretanto, não se pode classificar como resistência. É uma questão de territorialidade, padrão de comportamento baseado no controle do espaço físico que envolve a defesa do seu trabalho. São cuidados que se procurou respeitar em vista das seguintes circunstâncias favoráveis ao desenrolar da pesquisa: foi possível confrontar o nível de conforto percebido pelo usuário através de informações secundárias, todos os laboratórios visitados tinham visores para observação e foi permitido fotografar os recintos, independentemente de alguns usuários cederem fotos de seus acervos.

As repetidas situações de desconforto registradas pelos usuários de todos os laboratórios levou ao entendimento que os ambientes pesquisados são pouco satisfatórios em relação aos requisitos de conforto ambiental. De modo geral, não atendem às recomendações quanto a ruído e temperatura de conforto.

O nível de ruído emitido pelos motores e exaustores dos equipamentos causa desconforto acústico. Os sistemas centralizados de climatização são automatizados e de difícil regulagem para temperatura de conforto, principalmente em vista das necessidades de paramentação, havendo queixas de desconforto tanto por frio como por calor. Um dos pesquisadores entrevistados observou que o tempo de permanência dentro da área de contenção é delimitado pelas situações de desconforto acústico e térmico.

Quanto ao ruído, as queixas de desconforto acústico são procedentes, estando comprovado que equipamentos tais como CSB funcionam com nível de pressão sonora acima do critério de conforto estabelecido para trabalho em laboratório (MACEDO;LAPA, 2007)⁷. Por sua vez, são empregados materiais refletores em superfícies de piso, paredes e teto, ampliando o tempo de reverberação no interior do laboratório, contribuindo para aumento do nível de ruído. Recomenda-se, desta forma, gestão junto aos fabricantes de equipamentos para que se desenvolvam estudos com vistas a segregar o ruído na fonte. Outra recomendação é que se desenvolvam estudos para mascaramento sonoro, conforme apontam Macedo e Lapa (2007), com também desenvolvimento de materiais absorventes sonoros de fácil limpeza. Nos casos de ruídos advindos de casa de máquinas do sistema de ventilação, o problema acústico deve ser solucionado no projeto, não se admitindo que seja desconsiderado tal cuidado.

⁷ As autoras ressaltam que os níveis de ruído podem ser inferiores aos limites legais e, ainda assim, extremamente incômodos já que a percepção sonora está ligada a fatores objetivos e subjetivos.

Os ambientes para trabalho em contenção são todos artificialmente climatizados e ventilados, imposição da própria contenção. As atividades de pesquisa biológica exigem paramentação de segurança, que, em função dos riscos ou do grau de pureza do ar exigido, podem ser vestimentas e acessórios utilizados por sobre as roupas comuns ou então vestuário completo recobrando o pesquisador dos pés a cabeça. Assim, foram registradas queixas de desconforto térmico tanto por frio ou como por calor, relacionadas com a dificuldade de ajustar a temperatura do ambiente, cujos controles são automatizados. O conforto térmico é recorrente motivo de insatisfação no ambiente de trabalho e segundo constatado por Leaman e Bordass (1998) afeta a produtividade, apontando que o processo de projeto deva ser otimizado. No caso de laboratórios NB3, precisa ser considerada a influência que as roupas especiais de trabalho exercem na obtenção da condição de conforto. Também se registrou que, em alguns casos, os usuários relacionam os problemas de climatização à deficiência de manutenção.

A pesquisa também revelou que os ambientes de laboratório, por suas características de contenção, requerem condições de conforto visual, que são reconhecidas por pesquisadores tanto no que se refere ao planejamento cromático das instalações bem como pela possibilidade de contato visual com as áreas adjacentes, havendo restrições a janelas em empenas externas. Não houve relato de desconforto lumínico, entretanto um resultado da pesquisa, que de certa forma causou surpresa, é a manifestação dos usuários quanto ao conforto visual.

As áreas de contenção não são muito espaçosas, devendo apenas comportar os equipamentos necessários para desenvolvimento das técnicas e área de circulação. Geralmente são desprovidas de janela para o exterior e o acesso só é facultado aos pesquisadores diretamente envolvidos no trabalho em contenção. Desta forma, são espaços que podem causar a sensação de enclausuramento, não se devendo confundir com espaços confinados posto que estes últimos, tecnicamente, não são áreas projetadas para ocupação humana, têm ventilação insuficiente para remover contaminantes, bem como não dispõem de controle da concentração de oxigênio presente no ambiente (BRASIL, 2006). É recomendado que haja contato visual entre a área de contenção e as áreas de apoio adjacentes, mas tal recomendação ocorre no sentido de se observar os usuários da contenção, o que pode ser feito de maneira remota através de monitoração. Deve-se lembrar, ainda, que pesquisadores trabalham com indumentária que recobrem todas as partes do corpo, o que pode corroborar na sensação de enclausuramento percebida.

Trabalhando em ambientes fechados, a maioria dos usuários percebe que o uso das cores nos acabamentos das instalações traz um diferencial nos espaços de laboratórios. De fato, foi constatado que, em alguns casos, o planejamento cromático foi negligenciado, deixando-se de agregar condições de conforto aos ambientes. Entretanto, deve-se frisar que também foi registrado caso em que o usuário destacou que o estresse da rotina de pesquisa é, de certa forma, compensado pela sensação de conforto, elogiando a sensação de aconchego trazida pela escolha das cores utilizadas no ambiente que ocupa.

É, também, motivo de queixa relativa a conforto visual o brilho do aço inox, material bastante empregado devido às suas características mas que pode ofuscar a visão.

O planejamento cromático, acústico e térmico destacam-se como margens de incerteza em projetos de laboratórios NB3 uma vez que podem tornar o ambiente mais agradável e beneficiar a produtividade.

Quanto à **Estrutura física e leiaute**, a percepção dos usuários aponta que os laboratórios estão planejados e desenhados de forma satisfatória. Entretanto, o resultado do conjunto dos instrumentos aplicados aponta que a estrutura e o leiaute desejados deveria ter maior funcionalidade. Assim, além da sala de contenção NB3 com dimensões otimizadas, os usuários relataram a necessidade de fluxos distintos para entrada e saída de pessoal, laboratório de apoio provido de guichê de passagem, autoclave dupla-porta como barreira de contenção, sala dedicada ao processo de descontaminação e preparo, antecâmaras dimensionadas para abrigar a indumentária de segurança e estrutura apoiada por pavimentos técnicos.

Como resultado tem-se que o nível de satisfação manifesto pelo usuário é maior do que o encontrado na pesquisa pela aplicação da entrevista semi-estruturada. Infere-se que esta diferença a maior deva ser creditada ao reconhecimento que, dentro das limitações impostas, o usuário reconhece que o projetista fez o melhor possível. É oportuno lembrar que a maioria dos laboratórios está localizada em prédios originalmente concebidos para outro uso, foram reformados para abrigarem laboratórios e, posteriormente, adaptados para receber os laboratórios de contenção. Também não se pode deixar de observar que o pesquisador que “projetou” seu laboratório é mais tolerante com as limitações impostas do que os demais usuários.

Portanto, entende-se que a funcionalidade dos laboratórios pode ser implementada dotando-os de estrutura e leiaute mais bem adequados às necessidades de pesquisa.

No item referente a **Superfícies e revestimentos**, a percepção dos usuários foi mais equalizada e superfícies e revestimentos foram apontados como satisfatórios, sendo o item com melhor desempenho quando comparado com o preconizado pelas diretrizes de biossegurança.

Sobre o item **Ventilação e climatização**, destaca-se que a percepção do usuário é de pouca satisfação com o sistema de ventilação, reveladora da falta de confiança numa das principais barreiras de contenção em laboratórios NB3. Esta insegurança está relacionada à deficiência dos projetos, problemas de manutenção, não aplicação de critério para escolha do sítio (PESSOA, 2006), mas também à falta de informação do usuário sobre o comportamento do sistema durante o uso do laboratório, que só poderia ser obtida através da disponibilidade de informações como manômetros na entrada da contenção e sinalização de alarme em caso de comprometimento do sistema, acessórios não disponibilizados na maioria dos casos. Como destacam Leaman e Bordass (1998), os controles podem ser manuais ou automatizados mas, segundo os autores, talvez os projetistas sejam tão seduzidos pelas promessas da tecnologia que relemem seu efetivo desempenho. O desconforto térmico, por frio ou calor, também contribui para a pouca satisfação percebida pelo usuário.

A percepção dos usuários é compatível com o resultado apurado através da observação secundária. Apesar da relativa aderência do sistema aos requisitos de

biossegurança verificados, na prática os sistemas de ventilação estão comprometidos em seu funcionamento. Evidencia-se, desta maneira, que o projeto de laboratórios para trabalho em contenção biológica, como processo, é bastante fragmentado e deveria ser objeto de maior atenção por parte dos arquitetos com a atribuição de coordenação de projetos. Em situações em que a própria segurança possa ser ameaçada, a ventilação e refrigeração devem ter papel mais relevante no processo de projeto de laboratórios NB3 pois trata-se, sem dúvida, do principal meio de se obter segurança individual e ambiental, refletindo-se, ainda, na qualidade do resultado das pesquisas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diretrizes de biossegurança foram sistematizadas de forma a se empreender avaliação pós-ocupação em instalações construídas no Brasil, elaborando-se instrumento para aferição de desempenho do sistema ambiental, considerados aspectos construtivos, funcionais, físicos e comportamentais.

Os métodos empregados mostraram-se importantes para obtenção dos resultados finais e permitiram confrontar as observações realizadas com a percepção do usuário. Não se teve por objetivo comparar laboratórios entre si. Também não foi objeto da discussão estabelecer se dado laboratório pode ser, ou não, classificado como NB3 posto que esta condição precisa, necessariamente, ser mediada pela avaliação do risco envolvido em cada caso. Lembra-se, ainda, que o atendimento das condições de biossegurança é fruto de equação onde, além de barreiras secundárias, há que se considerar a disponibilidade de barreiras primárias e os procedimentos protocolares.

A amostra pesquisada no trabalho de campo corresponde à cerca de 20% do universo identificado e sua representatividade permitiu inferir o estado-da-arte dos laboratórios em uso no Brasil. Tratam-se de instalações construídas em prédios originalmente concebidos para outras finalidades, posteriormente reformados para comportarem laboratórios e, finalmente, adaptados para receberem ambientes NB3 e as conseqüências se refletem no desempenho do bem construído. Os projetos desenvolvidos para adaptações em espaços que não são apropriados à finalidade impõem dificuldades aos projetistas, desafiados a praticar um verdadeiro malabarismo arquitetônico.

Verificou-se que o entendimento de diretrizes de biossegurança não é fator restritivo ao processo de projeto de laboratórios. Entretanto, trata-se de processo complexo que demanda a compreensão de diferentes fenômenos, caracterizando-se pela multidisciplinaridade.

Confirmou-se que é necessário pautar a avaliação de desempenho de laboratórios NB3 pelos requisitos de biossegurança, condição necessária, porém não suficiente, para atestar a qualidade do ambiente construído. Desta forma, fica comprovado que nem todas as decisões de arquitetura para projetos de laboratórios são condicionadas pelas diretrizes de biossegurança. Assim, a Arquitetura não deve atuar de forma isolada e, sem dúvida, a biossegurança é a disciplina que permeia a consolidação de uma Arquitetura voltada para laboratórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENCHIMOL, J.L. **Manguinhos do sonho à vida – a ciência na Belle Époque**. Rio de Janeiro: COC/FIOCRUZ, 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde, Portaria Nº 2.031/GM de 23 de setembro de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 set. 2004.

_____. Ministério da Saúde, Portaria Nº 70/SVS de 23 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 dez. 2004. [Republicada em fevereiro de 2005 em vista de incorreção no original].

_____. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 33 Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 dez. 2006.

_____. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 17 Ergonomia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 2007.

CIRROTA, P. **Considerações projetuais na tecnologia de salas limpas: estudo de caso na Fundação Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 2ed. 2002.

FIOCRUZ (Fundação Oswaldo Cruz). Comissão Técnica de Biossegurança. **Procedimentos para manipulação de microrganismos patogênicos e/ou recombinantes na FIOCRUZ**. Rio de Janeiro, 2005.

HERNANDES, F.J.C. **Projeto e construção de laboratórios de biossegurança NB3 light de baixo custo**. São Paulo: Qualificação de dissertação (Mestrado em Interunidades em Biotecnologia), Universidade de São Paulo, 2007.

LEAMAN, A.; BORDASS, B. **PROBE 15: Productivity – the killer variables**. Building Services Journal, jun. 1998.

MACEDO, M.R.V e LAPA, R.C. **O controle de ruído em laboratórios e áreas de saúde: um elemento-chave para a prática de biossegurança**. In: Anais do V Congresso Brasileiro de Biossegurança. Ouro Preto: 2007.

OLIVEIRA, B.T. (Coord.) **Um lugar para a ciência: a formação do campus de Manguinhos**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.

ORNSTEIN, S.W; ROMÉRO, M. **A avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel Ltda, 1992.

OMS (Organização Mundial de Saúde). **Manual de segurança biológica em laboratório**. Genebra, 3 ed., 2004.

PESSOA, M.C. **Impacto das condicionantes locais e a importância da arquitetura no projeto de laboratórios de pesquisas biomédicas pertencentes às classes de risco 2, 3 e 4 sob a ótica da biossegurança**. Rio de Janeiro: Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). COPPE, UFRJ, 2006.

SALGADO, M. S. **Bioterrorismo versus Arquitetura Sustentável: um estudo sobre o projeto e construção de Laboratórios de Pesquisa**. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Ambiental) – PNUMA/POLI/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ: 2005.

SAMPAIO, A.V.C.F. **Arquitetura hospitalar: projetos ambientalmente sustentáveis, conforto e qualidade – proposta de um instrumento de avaliação**. São Paulo: Tese (Doutorado em estruturas ambientais urbanas). FAU, Universidade de São Paulo, 2005.

UJVARI, S.C. **A História e suas epidemias: a convivência do homem com os microorganismos**. Rio de Janeiro: Editora Senac São Paulo, 2003.

VIEIRA, V.M. et al. **Avaliação de desempenho de laboratórios biomédicos sob a ótica da biossegurança**. In: Anais do Seminário Internacional do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: NUTAU, 2004.

VIEIRA, M.V.; SALGADO, M.S. **Ensaio sobre a importância da gestão integrada e biossegurança em projetos de laboratórios de pesquisa**. In: IV Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

VIEIRA, M.V. **Contribuição da Arquitetura na qualidade dos espaços destinados aos laboratórios de contenção biológica**. Rio de Janeiro: Tese (Doutorado em Arquitetura). PROARQ/FAU, UFRJ, 2008.