

**LABORATÓRIOS BIOMÉDICOS:  
ARQUITETURA E PRINCÍPIOS DE RADIOPROTEÇÃO**  
Lapa, Renata<sup>1</sup> ; Salgado, Mônica Santos<sup>2</sup>; Vieira, Valéria Michielin<sup>3</sup>

**Sinopse**

Nas instituições onde se realizam pesquisas biológicas e algumas tecnologias fazem uso de radionúcleos, não se pode deixar de considerar que a radioproteção é uma questão de biossegurança por razões conceituais. No processo de projeto de arquitetura de laboratórios biomédicos, a arquitetura e a engenharia revelam interfaces com outras áreas do conhecimento e conceitos específicos. Explorando o papel do projeto de arquitetura no favorecimento da proteção pessoal e ambiental em laboratórios de contenção biológica que manipulam fontes não-seladas em pesquisa, o trabalho aborda a tríade que compõe o princípio da contenção em ambientes de saúde: boas práticas-equipamentos de proteção-instalações físicas, com maior ênfase nesta última componente. As deficiências do processo projetual refletem-se na construção e no uso-operação e manutenção dessas edificações, com conseqüências diretas sobre a saúde e segurança ocupacional, ambiental e a credibilidade dos processos de trabalho. Neste contexto, ratifica-se a importância da adoção de alternativas de melhoria do processo de projeto tendo-se por premissa a consideração antecipada das diversas variáveis envolvidas e o fornecimento de subsídios para o projeto de laboratórios afins. A pesquisa, realizada na FIOCRUZ, desenvolveu-se a partir da análise dos intervenientes do projeto arquitetônico, objetivando a formulação de diretrizes projetuais que possam contribuir para a racionalização construtiva desse tipo de edificação.

**Introdução**

O trabalho fundamenta-se na relação da etapa do projeto de arquitetura e engenharia com os conceitos de segurança ocupacional e ambiental que norteiam os ambientes nos quais são desempenhadas atividades que envolvem risco biológico e radioativo. O objetivo é apresentar recomendações que possam ser empregadas no contexto de quem concebe e utiliza tais laboratórios, de modo a contribuir para a melhoria da qualidade do processo de projeto e dos ambientes destinados ao trabalho em contenção biológica e radiológica. Assim, são tratados os aspectos conceituais relacionados ao desenvolvimento do projeto arquitetônico, destacando-se as questões de radioproteção e biossegurança e o papel do projeto arquitetônico nesse contexto. São apresentados e discutidos os resultados obtidos através da pesquisa de campo realizada em laboratórios de pesquisa da FIOCRUZ, considerando-se sua aplicação para projetos de ambientes afins.

**1. Os princípios de biossegurança e radioproteção e o projeto arquitetônico**

*1.1 O conceito de biossegurança*

As instituições que atuam na pesquisa, na produção de insumos e na prestação de serviços na área de saúde propiciam notáveis benefícios à sociedade. No entanto, defrontam-se com inúmeras dificuldades

---

<sup>1</sup> Mestre, Engenheira de Segurança do Trabalho – CIBio/IOC - FIOCRUZ

<sup>2</sup> Doutor, Professor Adjunto, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura – PROARQ/FAU/UFRJ

<sup>3</sup> Doutoranda em Arquitetura PROARQ/FAU/UFRJ, Engenheira de Segurança do Trabalho – FIOCRUZ

à medida que buscam controlar os impactos oriundos de suas atividades que incidem direta ou indiretamente sobre a saúde do homem e do ambiente.

Em laboratórios de saúde, além dos agentes de risco classificados como físicos, químicos ou biológicos pela legislação brasileira de segurança e saúde no trabalho (1), o ambiente é permeado por fatores de risco de origem mecânica e ergonômica que oferecem risco ocupacional e ambiental.

Atualmente, a abordagem de assuntos como saúde e trabalho não pode prescindir do conceito de biossegurança, definido pela Comissão Técnica de Biossegurança da Fundação Oswaldo Cruz como:

[...] o conjunto de saberes direcionados para ações de prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, as quais possam comprometer a saúde do Homem, dos animais, das plantas e do ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos (2).

A partir de uma análise mais detalhada do que vem a constituir risco e do reconhecimento da prevalência de outros riscos coadunados ao risco biológico, o conceito de biossegurança tem sido ampliado e associado aos programas de segurança, saúde do trabalhador e aos programas de qualidade.

Para minimizar a exposição das equipes de trabalho em laboratório e do meio ambiente em geral aos agentes potencialmente perigosos, é preciso recorrer à contenção, entendida como o conjunto de métodos de segurança empregados na manipulação de agentes de risco (3). Como parte integrante e essencial desse conjunto, cabe ressaltar o papel do projeto de arquitetura, cuja missão consiste em propiciar condições de infra-estrutura física nas quais os agentes podem ser manipulados com segurança.

Neste sentido, devem ser consideradas as barreiras primárias (que dão proteção ao trabalhador e ao ambiente de trabalho – boas práticas de laboratório, uso de equipamentos de segurança individuais e coletivos) e as secundárias (que dão proteção ao ambiente externo – boas práticas e instalações prediais). Estas últimas referem-se, entre outros aspectos, à qualidade do projeto arquitetônico.

## *1.2 Os princípios de radioproteção*

Em 1988, a CNEN aprovou, interinamente, a norma CNEN-NE 3.01 Diretrizes Básicas de Radioproteção, fundamentada no conceito de detrimento, segundo o qual qualquer dose, ainda que mínima, está relacionada à possibilidade de ocorrência de danos. Esta norma assume três princípios básicos de radioproteção:

- a) Princípio da justificação - Qualquer atividade envolvendo radiação ou exposição deve ser justificada em relação a outras alternativas e produzir um benefício líquido positivo para a sociedade;
- b) Princípio da otimização – O projeto, o planejamento do uso e a operação de instalação e de fontes de radiação devem ser feitos de modo a garantir que as

exposições sejam tão reduzidas quanto razoavelmente exequíveis, levando-se em consideração fatores sociais e econômicos;

c) Princípio da limitação da dose individual - As doses individuais de trabalhadores e de indivíduos do público não devem exceder os limites anuais de dose equivalente estabelecidos nesta Norma (4).

A reflexão acerca dos princípios de radioproteção revela um conteúdo que envolve questões éticas, ocupacionais e de infra-estrutura física, estas proporcionadas pela arquitetura e engenharia. Embora se possa destacar, particularmente, o princípio da otimização pela sua relação direta com o projeto de arquitetura, cabe ressaltar que o princípio da justificação guarda relações éticas e o princípio da limitação, questões ocupacionais. Estreitamente relacionadas entre si, essas questões ratificam a importância da multidisciplinaridade na arquitetura e a necessidade de se atentar para as diversas variáveis que norteiam a concepção do projeto arquitetônico e de engenharia de forma integrada.

Na norma CNEN-NN 3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, de 2005, a importância das instalações físicas é enfatizada já nos termos dos Requisitos Gerais, ao estabelecerem que:

Para a realização de uma prática, devem ser consideradas todas as ações e etapas envolvidas, desde a escolha do local [...] tendo como base critérios técnicos sólidos, os quais devem: considerar as normas pertinentes da CNEN [...] e incluir margens de segurança suficientes, de forma a garantir um desempenho seguro durante a existência da fonte, atendendo, em especial, à prevenção de acidentes e à mitigação de suas conseqüências, tanto no presente quanto no futuro.

Deve-se aplicar às fontes e instalações um sistema de segurança e proteção, do tipo barreiras múltiplas, que esteja em consonância com a intensidade e a probabilidade das exposições potenciais envolvidas.

A norma CNEN está em consonância com as diretrizes de cultura de segurança (5) que estimulam atitudes de proteção e segurança e desestimulam a complacência, considerando como de grande relevância políticas institucionais que focam a priorização da proteção e da segurança. Assim, dentre os requerimentos técnicos encontra-se o quesito de segurança em profundidade pelo qual as múltiplas barreiras devem ser aplicadas para fins de proteção e segurança em função da magnitude da potencial exposição.

Para que se alcance o requisito da otimização nos espaços destinados à manipulação de radioisótopos em pesquisa biológica, é necessário proceder à antecipação e reconhecimento dos riscos para subsidiar o processo de projeto, quando se tem a oportunidade de se considerar seus intervenientes e sua relação com a concepção, uso e manutenção desses ambientes.

O projeto de arquitetura e engenharia deve estar consubstanciado em todos os requisitos previstos na BSS-115-IAEA (5), dentro os quais cabe nomear o atendimento a normas e instrumentos documentados com o objetivo de garantir a proteção durante toda a vida útil das fontes, trabalhando com margem de segurança na operação e fontes radioativas.

Quando considerado os aspectos de segurança e saúde do trabalhador, os fundamentos de radioproteção relativos a tempo, blindagem e distância, ilustrados na figura 1, trazem relevante contribuição para estabelecer as diretrizes gerais do projeto:

a) Tempo – Prevenção de acumulação de doses desnecessárias, pela redução do tempo de permanência na proximidade de fontes de radiação. Quanto menor o tempo de

exposição, menores as doses recebidas e, conseqüentemente, menores as possibilidades de ocorrência de efeitos prejudiciais à saúde;

b) Distância – Atenuação da radiação, baseada na lei do inverso do quadrado da distância. Quanto maior a distância entre operador e fonte, menores as doses recebidas e, conseqüentemente, menores as possibilidades de ocorrência de efeitos prejudiciais à saúde;

c) Blindagem – Atenuação da radiação, por meio de anteparos de concreto, chumbo, aço, acrílico etc. Materiais que absorvem a radiação devem ser interpostos entre o operador e a fonte para que a dose recebida seja minimizada (6, 7).

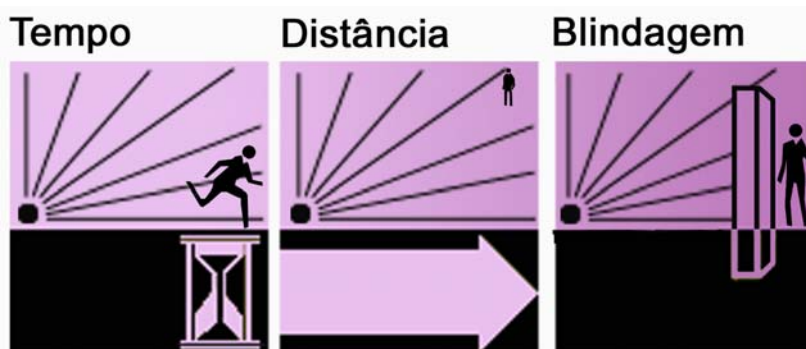


Figura 1- Fundamentos de radioproteção: como o tempo, a distância e a blindagem afetam a dose

A observância desses princípios demanda implicações diretas sobre a organização espacial, a disposição e instalação apropriada dos equipamentos de proteção coletiva, acessibilidade, localização da área de trabalho ou do próprio laboratório, além de instalações, requisitos físicos específicos e materiais de acabamento adequados às propriedades de cada radioisótopo e aos procedimentos de trabalho que serão realizados.

A concepção espacial deve ter por premissa a redução do tempo de permanência dos indivíduos expostos à radiação, assegurando-se a manipulação de forma que os órgãos vitais estejam suficientemente protegidos por blindagens e equipamentos de proteção. O laboratório deve contemplar ergonomicamente mobiliário e equipamentos necessários à execução das tarefas, evitando a repetição de procedimentos e minimizando os riscos de acidentes mecânicos.

### *1.3 Considerações projetuais a partir dos intervenientes abordados*

Em face dos riscos reais ou potenciais para o homem e o ambiente, a estrutura laboratorial deve ser fundamentada na prevenção, tendo por princípio a consideração dos procedimentos, equipamentos e requisitos físicos que minimizarão a exposição às situações e agentes de risco.

É possível estabelecer um paralelo entre as questões de biossegurança e radioproteção, a partir dos princípios de contenção e precaução. Pela relação entre os trinômios de radioproteção e biossegurança, respectivamente tempo-blindagem-distância e boas práticas-equipamentos-instalações, pode-se

estabelecer o papel do projeto de arquitetura e engenharia no favorecimento da proteção ocupacional e ambiental.

O projeto está diretamente relacionado à operacionalização das condutas de segurança e à obtenção de características físicas construtivas e de instalações que satisfaçam as exigências de contenção exigidas pelos processos de trabalho aos quais estão associados os agentes de riscos biológicos, químico e radioativo (8).

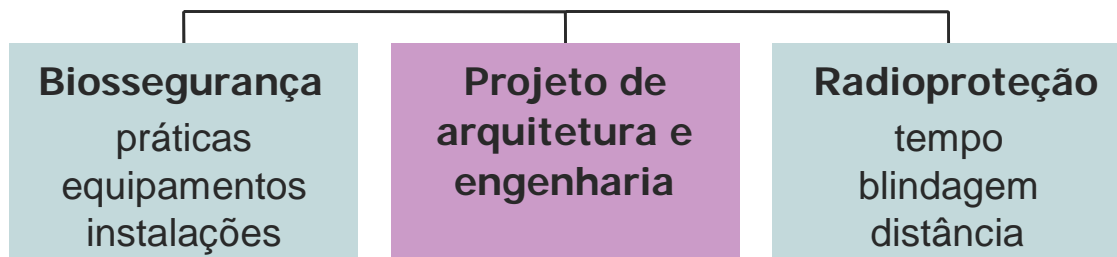


Figura 2- A relação do projeto com os trinômios de biossegurança e radioproteção

Daí a importância de se adotar alternativas que contribuam para a melhoria do processo de projeto a partir da consideração antecipada do conjunto de questões envolvidas na concepção de ambientes destinados à pesquisa biomédica com manipulação de fontes radioativas.

O processo de projeto é uma das interfaces mais complexas e um dos desafios para a modernização da indústria da construção, na qual a etapa de captação e compreensão das necessidades dos clientes precisa ser conduzida por meio de técnicas de programação adequadas (9). Esta questão torna-se ainda mais premente quando se trata de empreendimentos com requisitos técnicos específicos e com elevado grau de complexidade.

## 2. Materiais e método

Das etapas que constituem o ciclo da construção (planejamento, projeto, materiais, execução, uso-operação e manutenção), as últimas permitem que o projetista obtenha informações advindas de avaliações pós-construção. Assim, a Avaliação de Desempenho do Ambiente Construído tem se configurado num importante instrumento de geração de insumos para a realimentação do processo projetual, na medida em que pode orientar os profissionais envolvidos a partir da identificação das falhas nas edificações, mensurando se o ambiente atende às funções para as quais foi destinado, a partir do diagnóstico dos fatores positivos e negativos no decorrer do uso.

O estudo foi realizado nos laboratórios de pesquisa do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) nos quais são empregadas fontes radioativas não seladas em pesquisa biológica. A escolha dos laboratórios a serem

avaliados teve como critério a classe de radiotoxicidade e os radioisótopos empregados, a fim de explorar as diferenças de implicações na infra-estrutura física e operação dos laboratórios, dadas em função das características físico-químicas do tipo de material radioativo.

O principal intuito foi o de determinar as fontes de radiação utilizadas segundo as classes de radiotoxicidade, verificar a classificação dos laboratórios, os requisitos e normas de segurança para avaliar as necessidades de adequação física de cada laboratório, construindo dados condicionantes que possam subsidiar projetistas e usuários em futuros projetos.

Esquemáticamente, o processo de avaliação dos laboratórios foi desenvolvido segundo o quadro 1:

Quadro 1- Estrutura da pesquisa de campo

ETAPA	MÉTODO	TÉCNICA DE REGISTRO
<b>1- Levantamento de dados preliminares (radioproteção e biossegurança)</b>	<b>Questionário e entrevista:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>identificar classificação dos laboratórios segundo normas da CNEN e radioisótopos manipulados;</li> <li>identificação do nível de biossegurança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anotações</li> </ul>
<b>2- Levantamento de arquivo</b>	<b>Análise das plantas do projeto original</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anotações</li> </ul>
<b>3- Levantamento de campo</b>	<b>Observações:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Quem? O quê? Como? Onde?</li> <li>Usos e adaptações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapofluxograma;</li> <li>Simulação das situações de trabalho;</li> <li>Anotações verbais e diagramáticas;</li> <li>Fotografias</li> </ul>
	<b>Levantamento físico:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Observação e comparação com requisitos físicos específicos de radioproteção e biossegurança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Roteiro prévio;</li> <li>Anotações</li> </ul>
	<b>Entrevistas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abordagem aprofundada a partir das questões de radioproteção e de biossegurança <i>lato sensu</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anotações;</li> <li>Resumo escrito</li> </ul>
<b>4- Análise qualitativa das informações obtidas</b>	<b>Descrição e interpretação</b>	
<b>5- Proposição de possíveis soluções</b>	<b>Apresentação de diretrizes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sugestão de leiaute</li> <li>Recomendações de projeto</li> </ul>

Assim, a avaliação de desempenho dos laboratórios concentrou-se na influência que os fundamentos de radioproteção (tempo, blindagem e distância) exercem sobre a organização espacial, instalação e disposição apropriada de equipamentos, acessibilidade, localização da área de trabalho, instalações e requisitos físicos específicos às áreas de manipulação radioativa.

Os elementos que sobressaíram durante a pesquisa foram analisados segundo normas e diretrizes específicas de radioproteção e biossegurança, a experiência dos usuários e o conhecimento técnico dos profissionais de arquitetura e engenharia envolvidos no levantamento.

### 3. Resultados

Os laboratórios pesquisados desenvolvem pesquisa na área biológica e utilizam fontes de radiação não-seladas que se enquadram em três classes: BAIXA, RELATIVA e ALTA RADIOTOXICIDADE.

Os laboratórios selecionados classificam-se como Grupo IV e utilizam fontes de  $^{125}\text{I}$  (Iodo), classificadas como de alta radiotoxicidade; de  $^{32}\text{P}$  (Fósforo), classificadas como de relativa radiotoxicidade; e de  $^3\text{H}$  (Trício), classificadas como de baixa radiotoxicidade.

A abordagem das questões de radioproteção e biossegurança *lato sensu* durante as entrevistas despontou como um viés comum às duas partes (entrevistador e entrevistado), aproximando-as. Credita-se a este recurso particular o elevado grau de envolvimento dos entrevistados, que enriqueceram a pesquisa com a aproximação do discurso e o intercâmbio de informações. O conjunto de dados obtido foi avaliado qualitativamente, a partir de seu conteúdo e relevância.

Com relação aos elementos técnicos que afetam a saúde, segurança e desempenho dos usuários, destacaram-se aqueles relativos ao desempenho de materiais e à infra-estrutura disponível. No que diz respeito aos elementos funcionais, predominaram aqueles relacionados à acessibilidade, capacidade espacial, ergonomia e adaptações de uso. Os elementos comportamentais evidenciaram as disfunções e restrições de uso ocasionadas pelo ambiente construído, diretamente influenciadas pelos elementos técnicos e funcionais.

Na consolidação dos resultados da pesquisa foram considerados como aspectos fundamentais: a) leiaute e equipamentos de proteção; b) materiais de acabamento; c) mobiliário, para os quais foram elaboradas recomendações, dentre as quais se pode destacar:

- Leiaute e equipamentos de proteção: deve ser desenvolvido segundo critérios de funcionalidade, segurança e ergonomia, determinado pelos fluxos de trabalho conseqüentes das rotinas e procedimentos realizados, de modo a definir a disposição de bancadas, equipamentos laboratoriais e de proteção.
- Materiais de acabamento: devem ser não absorventes e apresentar resistência mecânica e a produtos e descontaminantes químicos empregados nos laboratórios. Devem ser não

escorregadios, porém de textura lisa, de modo a proporcionar facilidade de limpeza e descontaminação.

- **Mobiliário:** a bancada deve ser dimensionada de tal forma que haja espaço suficiente para conter todos os equipamentos e materiais utilizados nos procedimentos de pesquisa, inclusive anteparo de acrílico para proteção do operador, quando aplicável.

O quadro 2 resume os requisitos e recomendações para a área de manipulação radiativa segundo os radioisótopos empregados.

Quadro 2 – Requisitos e recomendações para a área de manipulação radioativa segundo os radioisótopos empregados

Requisito / recomendação	Radioisótopo empregado		
	<sup>125</sup> I (Iodo)	<sup>32</sup> P (Fósforo)	<sup>3</sup> H (Trício)
Sinalização com símbolo de risco radioativo e palavras e advertência	S	S	S
Laboratório separado de passagens públicas	S	S	S
Laboratório em sala própria	S/N*	S	N
Bancada em peça única com cuba profunda	S	S	S
Torneira com acionamento sem uso das mãos	S	S	S
Paredes, tetos e pisos lisos e impermeáveis, resistentes à descontaminação	S	S	S
Capela química de exaustão	S	N	S
Geladeira com fechadura	S	S	S
Anteparo para blindagem	S/N*	S	N

\* A necessidade de anteparo será determinada em função da atividade do elemento radioativo.

Legenda: S (SIM); N (NÃO)

#### 4. Diretrizes projetuais

As diretrizes projetuais aqui apresentadas têm como objetivo orientar os profissionais envolvidos no planejamento de laboratórios de pesquisa que fazem uso de material radioativo, de modo a contribuir para melhoria do processo de projeto e, conseqüentemente, para a qualidade de seu produto final: o próprio laboratório.

A partir da análise dos intervenientes do projeto arquitetônico para esse tipo de edificação/ambiente, foi possível estabelecer uma série de orientações que devem nortear o processo de projeto de laboratórios dessa natureza, considerando sua influência sobre todo o ciclo construtivo - planejamento, execução,



uso-operação e manutenção – sob o ponto de vista dos princípios de radioproteção e de biossegurança, elencadas a seguir:

- a) Durante a elaboração do Programa de Necessidades, deve-se identificar as áreas do conhecimento envolvidas e os “clientes” do projeto, tendo em vista que as exigências de segurança ocupacional e ambiental e de confiabilidade, relativas aos processos de trabalho, são determinantes;
- b) Identificar a classificação dos laboratórios de acordo com as normas de licenciamento de instalações radioativas da CNEN, segundo os radioisótopos empregados;
- c) Identificar as variáveis que norteiam os projetos, incluindo questões relacionadas à biossegurança e radioproteção;
- d) Avaliar os riscos envolvidos, considerando: a localização, restrições de acesso, a formação de aerossóis, nível de biossegurança requerido em função dos agentes patogênicos, número e tipos de equipamentos, os fluxos de trabalho;
- e) Identificar os tipos de exposição, os principais riscos ocupacionais, a forma físico-química dos radionuclídeos e seus impactos sobre o projeto da instalação;
- f) Propor medidas que contribuam para evitar a contaminação e minimizar a exposição quando das etapas de uso-operação e manutenção;
- g) A concepção espacial deve ter como premissas: reduzir o tempo de permanência dos indivíduos expostos à radiação; assegurar a manipulação de forma que os órgãos vitais estejam suficientemente protegidos por blindagens e equipamentos de proteção; contemplar ergonomicamente mobiliário e equipamentos necessários à execução das tarefas, evitando a repetição de procedimentos e minimizando os riscos de acidentes mecânicos;
- h) Dimensionar os espaços de forma racional, de modo a propiciar um melhor controle de contaminação;
- i) Identificar alternativas tecnológicas a serem empregadas na fase de projeto;
- j) Especificar materiais de acabamento adequados às características requeridas pelo laboratório, lembrando que estes influenciam na obtenção da qualidade da construção como um todo, segundo critérios de adequação ao uso, segurança, economia, durabilidade e eficiência;
- l) Atentar para a necessidade de diferentes condições ambientais de iluminação, temperatura e ventilação, segundo os processos de trabalho envolvidos;
- m) Observar a importância da retroalimentação do processo de projeto, considerando informações advindas de avaliações de desempenho do ambiente construído;
- n) Agregar informações que possam nortear construções de ambientes afins, fornecendo subsídios que auxiliem na erradicação de improvisos e facilitem concepções futuras.

## Conclusões

Os resultados obtidos são fruto do reconhecimento da necessidade de sistematizar e disponibilizar informações úteis que conduzam à aplicação prática no contexto dos atores envolvidos na concepção e uso dos laboratórios de pesquisa biomédica que utilizam material radioativo.

Com a incorporação de aspectos múltiplos, a avaliação de desempenho do ambiente construído, aplicada na pesquisa de campo, emerge como uma forma de gerir a qualidade do projeto e da construção. Avaliar a *performance* de edificações ou ambientes permite identificar os fatores que podem ocasionar falhas de projeto e interferir desde a concepção até o uso-operação e manutenção, afetando toda a sua vida útil.

Este aspecto é particularmente relevante quando se trata de laboratórios destinados à pesquisa biológica com manipulação de fontes não-seladas de radioisótopos pela magnitude das conseqüências que as falhas de projeto podem alcançar. As decisões de projeto estão necessariamente relacionadas às demais áreas do conhecimento inerentes aos processos do trabalho laboratorial, devendo incorporar os conceitos de biossegurança e radioproteção às preocupações com as etapas do ciclo construtivo.

A multidisciplinaridade que caracteriza os projetos laboratoriais implica na compreensão dos vários fenômenos envolvidos. Neste contexto, a arquitetura tem, necessariamente, de atuar não como disciplina isolada, mas à luz de abordagens mais complexas que reconheçam as interseções com outras áreas do conhecimento e possam, portanto, melhor responder às exigências colocadas.

Os riscos ocupacionais e ambientais envolvidos não devem ser subestimados, tampouco superestimados, mas devidamente identificados e mensurados quanto à capacidade de afetar o ambiente construído, lembrando que cada componente do trinômio *equipamentos-práticas-instalações físicas* tem sua parcela de responsabilidade na contenção biológica e radiológica.

A carência de informações que possam realimentar o processo de projeto da maneira esperada quando da concepção de ambientes dessa natureza demonstra que está em aberto um instigante e promissor campo de investigações.

## Referências Bibliográficas

- (1) BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 9 – Programa de prevenção de riscos ambientais. Brasília: DOU, 15/12/1995.
- (2) FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Comissão Técnica de Biossegurança. Portaria 131/2003. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003.
- (3) CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories. 4 ed. Washington: U.S. Government Printing Office, 1999.
- (4) COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Diretrizes Básicas de Radioproteção. CNEN NE-3.01. Rio de Janeiro: CNEN, 1988.

- (5) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. BSS-115-IAEA. Vienna, 2000.
- (6) SANTOS, R. Princípios básicos de proteção radiológica na utilização de materiais radioativos em laboratórios. In: TEIXEIRA, P. (Org.) Curso de aperfeiçoamento em biossegurança. Rio de Janeiro: Educação à Distância – Ead-ENSP, 2000.
- (7) VIEIRA, V. M. Risco radioativo. *In*: Apostila: Curso de Radioproteção. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998.
- (8) LAPA, R. C. C. Radioproteção, biossegurança e qualidade no processo de projeto de laboratórios biomédicos. Rio de Janeiro, 2005. 112f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- (9) GRILO, L. et al. Implementação da gestão da qualidade em empresas de projeto. In: Ambiente Construído. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003.