

Projeto e Construção de Laboratórios de Biocontenção NB3 de Baixo Custo - Parte 2

Autor: Francisco J. Camilo Hernandez

Contato: fch@usp.br

Por Francisco J. Camilo Hernandez

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia USP/Instituto Butantan/IPT, para obtenção do Título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Edison Luiz Durigon

Obs: Atualmente, emprega-se o termo “Biocontenção”, porém, quando da produção deste artigo empregava-se o termo “biossegurança”.

RESULTADOS

Este trabalho traduz o processo de idealização, projeto e construção de um modelo de laboratório com Nível de Biocontenção 3 com os requisitos mínimos de baixo custo com tecnologia nacional e pioneirismo. Esses laboratórios foram denominados por nós de NB3 de baixo custo para diferenciá-los dos NB3 clássicos. As intervenções nos Laboratórios NB3 Clássicos foram maiores do que nos NB3 de baixo custo.

Os Laboratórios NB3 de Baixo custo foram projetados para serem laboratórios simples, com custo inicial e operacional reduzido, porém sem perder as condições mínimas de biocontenção.

Como resultados desse trabalho foram construídos seis laboratórios NB3 de baixo custo para o projeto VGDN da FAPESP, como parte da tarefa coordenada de vírus respiratório, para atender uma demanda emergencial em caso da entrada no Brasil do coronavírus humano SARS e na resposta diagnóstica de uma possível pandemia de Influenza. Esses laboratórios foram construídos seguindo a rede de L2 do VGDN, distribuídos no Estado

de São Paulo, sendo três na capital e três no interior.

Foi construído também como parte desse trabalho, um laboratório para o Ministério da Agricultura, com finalidade de diagnóstico da Influenza Aviária, situado no LANAGRO de Recife no Estado de Pernambuco. Este laboratório foi o primeiro a ser construído no Brasil, como parte da rede de laboratórios do Ministério da Agricultura, a ser implantados estrategicamente nas diferentes regiões geográficas do Brasil para monitoramento da Influenza Aviária em Aves Migratórias e de Produção.

Descrição do Funcionamento do Sistema

O Sistema desenvolvido é um sistema compacto, de baixo custo e de fácil manutenção, que permite um ambiente de trabalho com alta segurança para os usuários.

O sistema foi desenvolvido para se adequar a diferentes dimensões de laboratórios em conformidade com as necessidades do usuário.

Em linhas gerais, o Sistema possui os seguintes processos:

O ar resfriado e irradiado com UVC é insuflado no ambiente e circula por todo ambiente do laboratório sendo a seguir exaurido junto com a parcela de ar que penetra por frestas e portas.

O ar exaurido passa pela caixa de filtro do tipo Bagin Bagout, que possui um filtro HEPA H13. Após esta etapa, parte do ar será recirculado (70%) e parte será descarregada para o ambiente exterior.

A temperatura interna do Laboratório está regulada em 22°C e a umidade relativa em 60%.

A pressão do laboratório está regulada em - 40 Pa em relação ao ambiente externo. A pressão negativa é garantida pela diferença de vazão de ar insuflado e ar exaurido sendo que a exaustão é sempre maior que o insuflamento.

O controle da pressão é efetuado por um sistema micro-processado atuante em um variador de frequência interligado ao exaustor. Por sua vez, um sensor diferencial de pressão, instalado no ambiente entre o laboratório NB3 e o ambiente externo, enviar um sinal para a controladora.

Os dutos de insuflamento e exaustão são estanques a vazamentos, isolados quando necessário.

Antecâmaras e ambiente interno do NB3

Porta de acesso

É utilizada porta de acesso fabricada em poliuretano injetado com revestimento em chapa fenólica e acabamento melamina texturizada, e equipada com ferragens apropriadas para salas classificadas e com visor em vidro.

Visores

Os visores são montados com vidros de 8 mm de espessura com cantos arredondados com raio de 5 cm e com acabamento através de aplicação de silicone aséptico entre junta.

Piso em manta vinílica e paredes em tinta acrílica

Estes revestimentos de piso (manta vinílica) e parede (em esmalte epóxi 15%) conferem alta resistência à água e desinfetantes, facilitando a descontaminação do local e garantindo a impermeabilidade destas superfícies.

Automação e controle de acesso ao laboratório

Painel de controle microprocessado

O sistema dispõe de controlador digital programável com display e teclado para alteração de parâmetros,

sensor de temperatura e umidade, de pressão diferencial para ar, manômetro diferencial e alarme visual ou sonoro.

Leitora biométrica

O acesso restrito ao laboratório é controlado por meio de uma leitora biométrica.



Figura 1 – Leitora biométrica: V-Station

Instalações Elétricas

Rede Elétrica

Calhas Dutotec

Toda distribuição elétrica interna do Laboratório foi executada com calhas de distribuição elétrica do tipo Dutotec.

Acesso ao laboratório

O passo a passo para ter acesso ao Laboratório e acionamento do Sistema de condicionamento estão descritos a seguir:

Identificação do usuário pelo sensor biométrico:

Basta o usuário cadastrado pressionar suas digitais no sensor biométrico localizado na porta de entrada. Se autorizado a porta de acesso abrirá automaticamente.



Figura 2 – Porta de entrada do Laboratório do Lana-gro de Recife

Acionamento do Sistema

Após adentrar a antecâmara, o operador deve girar a chave seletora, no painel de controle remoto (PCR) para a esquerda (A). As seguintes ações devem ser realizadas:

A) Observar a estabilização do sistema: - 40Pa no manômetro (Magnehelic) (B)

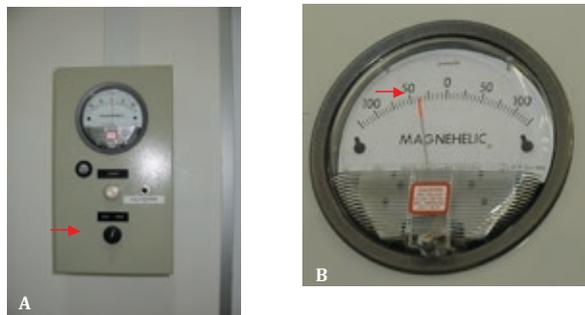


Figura 3 – Manômetro diferencial - Magnehelic

B) Paramentar-se e pressionar botão preto de acesso para entrar no Laboratório: A luz verde no display de acesso indica a abertura automática da porta de acesso ao laboratório.



Figura 4 – Pesquisadora com EPIs



Figura 5 – Porta de acesso ao laboratório

Saída do laboratório:

Os passos para sair do Laboratório e desligar o Sistema estão descritos abaixo:

a) Acesso a antecâmara:

O operador deve pressionar o botão preto e observar a luz verde no display de acesso ambos localizado no interior do laboratório. Este sinal é indicativo do destravamento da porta.



Figura 6 – Porta de saída do laboratório

b) Desativação do sistema:

O usuário trocar-se-á e desligará o sistema no painel de comando remoto girando o botão para a esquerda. Em função do desligamento a pressão irá a 0 Pa, o que ocasionará o disparo do alarme sonoro. O usuário deverá, portanto acionar o botão cala alarme no PCR (A).

A seguir o operador acionará o botão preto para o destravamento da porta de acesso ao ambiente externo indicado pela lâmpada verde no display de acesso da antecâmara (B).



Figura 7 – Painel de comando remoto



Figura 8 – Porta de saída do laboratório

Swell
Soluções integradas
para seu projeto de
Sala Limpa



- Vasta experiência em instalação de Salas Limpas nas indústrias farmacêutica, metalúrgica, alimentícia, automobilística, embalagem, microeletrônica e hospitalar;
- Produtos de alta qualidade: divisórias, forros, portas, pass-through, acessórios e Sistema de Tratamento de Ar (HVAC);
- Fabricação de acordo com as exigências das normas BPF (Boas Práticas de Fabricação);
- Atendimento integral, podendo também ser realizado com único contrato para sua obra no regime *Turn Key*.

Swell
ENGENHARIA EM SALAS LIMPAS

SOLUÇÕES
TURN KEY

Rua Caravelas, 225 - Galpão A
São José dos Campos - SP
CEP 12238-170

20 edição
FCE PHARMA
STAND C20

Tel.: (12) 3939-5854

@ comercial@swell.eng.br

www.swell.eng.br

f swellengenharia

in swell-engenharia-ltda



Figura 9 - Fotografia da construção final do laboratório NB3 do ICB-II da Universidade de São Paulo.

Avaliação Comparativa de Custo entre Laboratórios NB3 Clássicos e de Baixo Custo

A avaliação comparativa de custo entre laboratórios NB3 clássicos e os de baixo custo pôde ser feita e onde destacamos:

As diferenças econômicas de investimento inicial dos laboratórios NB3 de baixo custo são grandes, em relação aos laboratórios NB3 clássicos.

Nos itens de climatização e sistema de automação, que são itens principais em laboratório NB3, notamos que a redução é significativa.

Na climatização adotou-se o sistema de recirculação do ar (70%), ao invés do laboratório clássico que se adotou sistema sem recirculação de ar (100% de ar externo). Isso permitiu que pudéssemos utilizar um único equipamento de condicionamento de ar do tipo expansão direta, sem a necessidade de grandes instalações de resfriamento com resfriadores de líquido, bombas centrifugas, redes de água gelada.

No sistema de automação o barateamento se dá pela simplificação do sistema empregado, pois a instalação conta com PLCs que controlam a pressão, temperatura, umidade e saturação dos filtros. Existe ainda um Sistema de acesso com um sensor biométrico stand alone.

Quanto ao custo de manutenção e operação apesar de não termos um levantamento comparativo, sabemos que o custo operacional do laboratório NB3 de baixo custo será bem menor, pois os itens instalados são em menor quantidade.

DISCUSSÃO

A implantação de laboratórios com Níveis de Biocontenção 3 se justifica pelo fato de serem encontrados, ainda hoje, em amostras de sangue de funcionários de laboratórios, vírus por eles manipulados. Isso ocorre mesmo quando essas pessoas não foram vítimas de nenhum acidente com perfuro cortantes ou absorção pelo contato com a pele. Fatos como esses evidenciam que, no conjunto de condicionantes desse tipo de contaminação, os ambientes e as edificações desempenham um papel relevante, uma vez que a contenção primária, feita pelos equipamentos de proteção individual – EPI e pelos equipamentos de proteção coletiva – EPC, não foram suficientes para evitar a contaminação. A comunidade científica, especialmente o Ministério da Saúde, tem constatado a inadequação dos atuais laboratórios a esses tipos de risco aos agentes infecciosos.

Os procedimentos e os riscos que as atividades laboratoriais oferecem são, normalmente, desconhecidos para profissionais de arquitetura e engenharia. Sendo assim, é necessário um envolvimento direto desses com: biólogos, bioquímicos, médicos e farmacêuticos. Esse envolvimento, o qual é multidisciplinar, proporcionou o embasamento necessário para a definição de fluxos e ambientes que determinaram as barreiras físicas adequadas aos procedimentos ali realizados. Um projeto de arquitetura e instalações eficientes pode contribuir para a redução de contaminação de funcionários e do meio ambiente.

Nesse sentido, o laboratório dá ênfase às diretrizes que norteiam os projetos de arquitetura, especialmente as soluções técnicas de arquitetura, de instalações e procedimentos, adaptadas às situações características de nossos processos construtivos e realidades tecnológicas, bem como epidemiológicas.

O que motivou o desenvolvimento deste trabalho foi a discussão das condições de biocontenção nas instituições de ensino, pesquisa, desenvolvimento tecnológico e de prestação de serviços, causada pelo comportamento diversificado das doenças infecciosas. O manejo e a avaliação de riscos foram fundamentais para a definição de critérios e ações, e têm por objetivo minimizar os riscos que podem comprometer a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos. Foram importantes, também, para visu-

alização espacial da análise do projeto, como um dos parâmetros principais para garantir a biocontenção em tais ambientes de trabalho.

A análise foi realizada baseada na integração de cinco parâmetros fundamentais na elaboração do programa de necessidades e do projeto de arquitetura e engenharia. São eles: a experiência dos pesquisadores “de bancada”, o conhecimento técnico dos arquitetos, o conhecimento técnico dos engenheiros, a utilização da literatura especializada e a consulta a normas pertinentes ao assunto.

Os pesquisadores participantes foram profissionais que trabalham diretamente com os procedimentos laboratoriais e com os microrganismos de nível 3, e, portanto, já conheciam os riscos e as rotinas necessárias para tais procedimentos.

Os arquitetos e os engenheiros envolvidos possuíam conhecimento técnico em edificações de saúde e em áreas de contenção potencialmente contaminadas.

A literatura especializada estrangeira e nacional foi utilizada para a definição dos conceitos de biocontenção e das barreiras de contenção adequadas a organismos de risco 3, bem como para se tomar ciência das novas tecnologias empregadas em construções onde há necessidade de controle de contaminação.

Foram respeitadas normas, portarias e diretrizes que abordam questões ligadas a biocontenção, a seguran-

ça do trabalho, a edificações de saúde e a materiais de construção e acabamento.

Essa preocupação com a utilização de 100% de ar externo nos sistemas de climatização nos laboratórios NB3 pode ser notada nas narrativas do Arquiteto Luis Fernando Nunes de Azeredo em sua tese de mestrado (Azeredo, 2004), onde relata que nas reuniões técnicas que discutiram os critérios de planejamento das instalações dos laboratórios NB3 projetados no Vigisus houve certa resistência por especialistas de ar condicionado em concordar com um sistema em que o ar exaurido do laboratório não pudesse ser aproveitado para o próprio laboratório depois de ser filtrado pelo filtro Absoluto, pois, teoricamente, estaria estéril e mais puro do que o ar retirado do exterior. Para esses profissionais era muito difícil ,então, aceitar a quase duplicação dos custos, que implicaria em não circular o “ar puro”. Seria mesmo necessário descartar um ar potencialmente estéril, quando este poderia ser reaproveitado novamente para o laboratório? Não estariam os especialistas corretos na sua afirmação de que não recircular o ar seria excesso de prevenção? Estas instituições terão verba suficiente para bancar o consumo de energia que este sistema de ar representará para os laboratórios? E quanto à manutenção? Os filtros Absolutos devem ser trocados dentro de um prazo fixado, pois, do contrário deixam de ser eficazes. Estas instituições públicas continuarão



Dutos Industrializados POWERMATIC para Sala Limpa: qualidade com eficiência energética na distribuição de ar.

Você confia nos dutos por quanto tempo após os testes de vazamento?

- ✓ Os dutos industrializados POWERMATIC mantêm-se devidamente selados e rígidos, mesmo depois dos testes de vazamento e entrada em operação.
- ✓ Mantêm a qualidade do ar durante seu transporte, atendendo exigências técnicas de cada sistema com eficiência energética mesmo após anos de operação.
- ✓ Devido à tecnologia dos equipamentos empregados na sua fabricação, os dutos ficam mais leves que os convencionais, mantendo a rigidez, gerando economia de materiais e conseqüente redução no consumo de energia de todo o processo.



POWERMATIC
DUTOS E ACESSÓRIOS

Comercial: (11) 3017 3800 - (11) 989 882 302

powermatic.com.br

recebendo recursos para manter estes laboratórios funcionando com segurança? Ou, com o passar dos anos, serão fechados por serem economicamente inviáveis?

Nossa intenção de criar laboratórios NB3 de baixo custo e de fácil manutenção para serem implantados em todos os Estados Brasileiros, se fundamentou principalmente na certeza que tínhamos que esses laboratórios seriam implantados na rede pública de Saúde Humana e Animal, onde os recursos de fomento a pesquisa são escassos e os pesquisadores e técnicos da área laboratorial trabalham muitas vezes em condições não favoráveis de biocontenção.

CONCLUSÃO

Os projetos de NB3 de baixo custo implantados pelo programa VGDN da FAPESP, mostrou que é possível construir uma rede de laboratórios de biocontenção voltados para responder rapidamente as doenças emergentes, com um custo baixo em relação aos laboratórios NB3 clássicos.

A experiência obtida na implantação da rede de laboratórios NB3 de baixo custo no Estado de São Paulo permitiu o desenvolvimento de um sistema único de despressurização de ambientes laboratoriais, com tecnologia totalmente nacional e de fácil instalação, operação e manutenção.

O sistema desenvolvido neste trabalho, garante todas as condições de biocontenção oferecida pelos sistemas clássicos de NB3, com a vantagem de poder ser implantados em áreas laboratoriais pré existentes exigindo mínimas adequações de construção civil.

O NB3 de baixo custo é uma ferramenta bastante acessível a todos que hoje trabalham com agentes de risco biológicos, pelas suas características de baixo custo e simplicidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society of Heating, Refrigerating, and air conditioning Engineers, Inc. 1999. Laboratories In: ASHRAE Handbook, Heating, Ventilation, and air Conditioning Applications, Chapter 13.

Atlas RM. Biological weapons Pose Challenge for Microbiology Community. ASM News. 1998; 64:383-389.

Azeredo LFN. Análise do Planejamento Arquitetônico e das Instalações de Laboratórios Públicos Considerando a Biocontenção [dissertação]. Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo-Área de Concentração em Tecnologia da Arquitetura; 2004.

Beeman, E.A. 1950. Q-fever- an epidemiological note. Pub Hlth Rep 65 (2): 88-92

Biosafety in the laboratory. Prudent Practices for the Handling and Disposal of Infectious Materials. National Research Council. Washington, D.C.: National Academy Press; 1989.

Buarque AH. Dicionário Aurélio Eletrônico. São Paulo: Editora Nova Fronteira; 1996.

Centers for Disease Control. National Action Plan to Combat Multi-Drug-Resistant Tuberculosis. Meeting the Challenge of Multi-Drug-Resistant Tuberculosis: Summary of a Conference Management of Persons Exposed to Multi-Drug-Resistant Tuberculosis; 1992.

Centers for Disease Control. Guidelines for Preventing the Transmission of Tuberculosis in Health-Care Settings, with Special Focus on HIV-Related Issues; 1990.

Centers of Disease Control, Office of Biosafety. Classification of Etiologic Agents on the Basis of Hazard, 4th Edition. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service; 1974.

Centers of Disease Control. Update: Universal Precautions for Prevention of Transmission of Human Immunodeficiency Virus, Absolutotitis Virus and Other Bloodborne Pathogens in Healthcare Settings. MMWR. 1988;37:377-382,387,388.

Centers of Disease Control. Office of Biosafety. 1974;9(20).

Hanson RP, Sulkin SE, Buescher EL et al. Arbovirus Infections os laboratory workers. Science. 1967;158:1283-86.

Harrington JM, Shannon HS. Incidence of tuberculosis workers. Br Med. 1976;1:759-62.

Holmes GP, Hilliard JK, Klontz KC, Rupert AH, Schindler CM, Parrish E, et al. B. virus (Herpesvirus simiae) Infection in Humans: Epidemiologic Investigation of a Cluster. Ann Intern Med 1990;112:833- 839.

Howaiss, A. Dicionário da Língua Portuguesa Eletrônico. São Paulo: Editora Objetiva; 2001

Knudsen RC. Risk Assessment for Biological Agents in the Laboratory. In: Richmond J, editor. Rational Basis for Biocontainment: Proceedings of the Fifth National Symposium on Biosafety. Mundelein: American Biological Safety Association; 1998.

Kolavic SA, Kimura A, Simons SL, Slutsker L, Barth S, Haley CE. An Outbreak of *Shigella dysenteriae* Type 2 Among Laboratory Workers due to Intentional Food Contamination. *JAMA*. 1997; 278:396-398.

Martini GA, Schmidt HA. Spermatogenic transmission of Malburg virus. *Klin Wschr*. 1968; 46:398-400.

Meyer K.F. Eddie B. Laboratory Infections due to *Bruceella*. *J Infect Dis*. 1941;68:24-32.

National Cancer Institute, Office of Research Safety, and the Special Committee of Safety and Health Experts. Laboratory Safety Monograph: A Supplement to the NIH Guidelines for Recombinant DNA Research. Bethesda, MD: National Institute of Health; 1978.

National Institutes of Health (NIH). Issuance of Director's Decision: The NIH Incident. *Federal Register*. 1997 September 24;62(185): 50018-50033.

National Institutes of Health. Guidelines for Research Involving Recombinant DNA Molecules. Washington: GPO Federal Register 59FR34496; 1994.

Olyphant JM, Parker RR. Q-fever: Three cases of laboratory infection. *Public Health Rep*. 1948;63(42):1364-1370.

Pike RM. Laboratory-associated infections: Summary and analysis of 3,921 cases. *Health Lab Sci*. 1976;13:105-114.

Pike RM..Laboratory-associated infections, incidence, fatalities, causes and prevention. *Ann Rev Microbiol*. 1979;33:41-66.

Pike RM, Sulkin SE, Schulze ML. Continuing importance of laboratory- acquired infections. *Am J Public Health*. 1965;55:190-199.

Procedimentos para a manipulação de microorganismos patogênicos e/ou recombinantes na FIOCRUZ, Comissão Técnica de Biocontenção da FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2005 Novembro;41,43.

Report of the Committee of Inquiry into the Smallpox Outbreak in London in March and April 1973. London: Her Majesty's Stationery Office; 1974.

Report to Congress on abnormal Occurences which occurred between July and September 1995, In: 3rd Event: NIH Incident. *Federal Register*. 1996; Feb. 26:61. Report No.: 38, pp. 7123-7124.

Richardson JH. Provisional summary of 109 laboratory-associated infections at the Centers for Disease Control, 1947-1973: 16th Annual Biosafety Conference; Ames, Iowa; 1972.

Ruys, Theodorus. New York: Laboratory Design principles. In: Ruys T, editor. Handbook of facilities Planning. New York: Van Nostrand Reinhold;1990; p. 257-264.

Skinholj P. Occupational risks in Danish clinical chemical laboratories. II Infections. *Scand J Clin Lab Invest*. 1974;33:27-29.

Sulkin SE, Pike RM. Viral Infections Contracted in the Laboratory. *New Engl Med*. 1949; 241; (5):205-213.

Sulkin SE, Pike RM..Survey of laboratory-acquired infections. *Am J Public Health*. 1951;41(7):769-781.

Sullivan JF, Songer JR, Estrem IE. Laboratory-acquired Infections at the National Animal Disease Center, 1960-1976. *Health Lab Sci*. 1978;15(1):58-64

Török TJ, Tauxe RV, Wise RP, Livengood JR, Sokolow R, Mauvais S, et al. A large community outbreak of salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. *JAMA*. 1997;278;389-395.

U.S. Nuclear Regulatory Commission. NUREG 1535, Ingestion of Phosphorus-32 at MIT. Cambridge (MA); 1995 Aug. 19.

U.S. Nuclear Regulatory Commission. Preliminary Notification of Event or Unusual Occurrence PNO-1-98-052, Subject: Intentional Ingestion of Iodine-125 Tainted Food (Brown University). 1998 Nov 16.

U.S. Public Health Service. Final Rule: Additional Requirements for Facilities Transferring or Receiving Select Agents. *Federal Register*; 1996 Oct. 24. 61 FR 29237.

U.S. Congress 1988: Medical waste Tracking Act; 1988. H.R. 3515, 42 U.S.C. 6992- 6992k.

U.S. Department of Labor, Occupational Exposure to Bloodborne Pathogens. Final Rule. *Federal Register*; 56:64175-64182.

U.S. Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration. Occupational Exposure to Bloodborne Pathogens, Final Rule. *Fed. Register*; 1991. 56.

Wedum AG. History of microbiological safety: personnel and otherwise. In: 18th Annual Meeting Biological Safety Conference. Lexington, Kentucky; 1975. p. 8.

World Health Organization. Smallpox Surveillance. *Weekly Epidemiological Record*. 1978.53(35):265-266.