

**FLÁVIA MORAES GRECCO**

**A RELAÇÃO DA ARQUITETURA COM OS  
LABORATÓRIOS DE BIOSSEGURANÇA DE NÍVEL 3  
(NB3)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

**Área de Concentração:** Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública

**Orientadora:** Prof(a). Dr(a). Maria do Carmo Sampaio Tavares Timenetsky

**SÃO PAULO**

**2018**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Preparada pelo Centro de Documentação – Coordenadoria de Controle de Doenças/SES-SP

©reprodução autorizada pelo autor, desde que citada a fonte

Grecco, Flavia Moraes

A relação da arquitetura com os laboratórios de biossegurança de nível 3(NB3)/ Flávia Moraes Grecco. – 2018.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças, São Paulo, 2018.

Área de concentração: Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública.

Orientação: Prof. Dra. Maria do Carmo Sampaio Tavares Timenetsky.

1. Exposição a agentes biológicos. 2. Arquitetura de instituições de saúde. 3. Serviços laboratoriais de saúde pública.

SES/CCD/CD-364/2018

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Ronaldo Grecco e Maria  
Aparecida Moraes Grecco.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os pesquisadores, técnicos e gestores dos laboratórios que visitei, pelo interesse em participar deste trabalho e pela forma tão gentil e acolhedora que fui recebida por todos. Esta riqueza de informações só poderia vir da experiência que cada um pode compartilhar comigo.

À minha orientadora Dra. Maria do Carmo, pela viabilização das visitas aos laboratórios, pela orientação, paciência e confiança em mim depositada.

Aos Prof. Dr. Nilton Cavalcante e Profa. Dra. Maria de Fátima Costa Pires, que foram grandes referências de sabedoria, conhecimento e empatia.

A todos os professores da Pós Graduação, pela paciência em introduzir o mundo dos agentes infecciosos a uma arquiteta.

Às PqCs Erica Chimara, Deise A. Pinatti Marsiglia, Carmen Aparecida F. Oliveira, Gabriela Ribeiro dos Santos, Adriana Yurika Maeda, Juliana Silva Nogueira, Akemi Suzuki, e tantos outros grandes profissionais que conheci durante minha trajetória profissional no Instituto Adolfo Lutz e que fizeram parte de alguma forma deste mestrado, as vezes pelo conhecimento técnico compartilhado, as vezes pela amizade e confiança.

Aos amigos de trabalho Eng. Carlos Tobias e Anderson Dias, que me ouviram contar sobre cada novidade que eu aprendia e discutiam a arquitetura de laboratórios junto comigo.

À minha querida cunhada Patrícia Neuzita Grecco, pelo apoio na reta final.

À minha família e amigos, por me ouvirem contar sobre o trabalho, mesmo sem entender exatamente do que se tratava.

E finalmente, ao Divino, que continue iluminando e abençoando nossos caminhos.

## RESUMO

A arquitetura se manteve ao longo dos tempos lado a lado com as crenças mágicas e posteriormente os conceitos científicos sobre a transmissão de doenças, passando por transformações com a descoberta dos micro-organismos no final do século XIX, tornando-se uma grande aliada da biossegurança nos tempos atuais. O objetivo deste trabalho é identificar a relação da arquitetura com os laboratórios de biossegurança nível 3 (NB3). Para isso, três laboratórios NB3 em funcionamento atualmente, cujos projetos foram pioneiros no Brasil, foram analisados em termos de utilização e estrutura física (dividido em poros, carioteca e núcleo). Foram coletados dados através de levantamento arquitetônico, entrevista com o gestor e entrevista com os usuários dos três laboratórios. Após comparação entre essas características físicas, avaliação dos usuários e literatura existente, foram identificados pontos críticos de grande relevância envolvendo os parâmetros analisados dos laboratórios, entre eles os poros de vestiários de entrada e saída, bancadas, torneiras, parâmetros de bem estar e segurança, parâmetros que interferem no tamanho do laboratório e dutos aparentes de elétrica. Unindo a percepção dos usuários com o ponto de vista do arquiteto, conclui-se que os laboratórios NB3 devem ter seus parâmetros mais bem dimensionados, com especificações atuais e seguras, sem volumes sobre as superfícies e com espaço seguro e confortável para o usuário, coerente com os EPIs e o risco do laboratório.

A arquitetura deve continuar o seu legado, tornando um espaço construído a representação física da ciência, e assim demonstrando, através de suas características, sua estreita relação com o conhecimento sobre a transmissão das doenças.

Palavras-chave: biossegurança, arquitetura de instituições de saúde, laboratórios de saúde pública, exposição a agentes biológicos, NB3, laboratório de biocontenção.

## **ABSTRACT**

Architecture has remained throughout history side by side with magical beliefs and later scientific concepts about the transmission of diseases, going through transformations with the discovery of microorganisms in the late nineteenth century, becoming a great ally of biosafety in the present times. The objective of this work is to identify the relationship between the architecture and the biosafety laboratories level 3 (BSL-3). For this, three BSL-3 laboratories currently in operation, whose projects were pioneers in Brazil, were analyzed in terms of use and physical structure (divided into pores, nuclear membrane and core). Data were collected through architectural survey, interview with the manager and interview with users of the three laboratories. After comparing these physical characteristics, the users' evaluation and the existing literature, six critical points were identified as being of major relevance in the analyzed parameters of the laboratories, among them pores of entrance and exit vestibules, benches, taps, wellness parameters and safety, parameters that interfere with the size of the laboratory and apparent electrical ducts. Uniting users' perception with the architect's point of view, it is concluded that NB3 laboratories should have their parameters better sized, with current and safe specifications, with no volumes on the surfaces and with safe and comfortable space for the user, consistent with PPE and laboratory risk. Architecture must continue its legacy, making a constructed space the physical representation of science, and thus demonstrating, through its characteristics, its close relationship with knowledge about the transmission of diseases.

Key words: biosafety, architecture of health institutions, public health laboratories, exposure to biological agents, NB3, biocontainment laboratory.

## LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

- NB3 – Nível de Biossegurança 3
- CDC – Center for Disease Control and Prevention
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- RDC – Resolução da Diretoria Colegiada
- POPs- Procedimentos Operacionais Padrão
- CSB – Cabine de Segurança Biológica
- CII A2 – Classe II A2 (especificação de Cabines de Segurança Biológica)
- CII B2 – Classe II B2 (especificação de Cabines de Segurança Biológica)
- CIII – Classe III (especificação de Cabines de Segurança Biológica)
- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- EPC – Equipamento de Proteção Coletiva
- BMBL – Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories
- BLBM – Biossegurança em Laboratórios Biomédicos e Microbiologia
- aC – Antes de Cristo
- dC – Depois de Cristo
- PGRSS – Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde
- DOP – Dioctil Ftalato
- µm – micrometro
- DNA – Ácido desoxirribonucleico
- IAB – Instituto de Arquitetos do Brasil
- OGM – Organismo geneticamente modificado
- WHO – World Health Organization
- LAI – Laboratory-associated Infections

## LISTA DE TERMINOLOGIAS

*Pass Through* – equipamento que funciona como uma câmara de passagem de materiais entre dois ambientes, de forma que minimize a entrada ou saída de ar de um ambiente contaminado ou limpo (com controle de partículas).

Filtro HEPA – elemento filtrante que compõe sistemas de ar condicionado, CSBs, entre outros, cuja função é filtrar o ar, retendo partículas maiores que 0,3 um com eficiência igual ou superior a 99,97% pelo teste DOP (ABNT, 2005).

Virulência – é a capacidade patogênica de cada agente infeccioso, de acordo com sua capacidade de invadir os tecidos do hospedeiro.

Patogenicidade – habilidade do agente de causar doença ao hospedeiro após infecção (Brasil-MAPA, 2006).

*Dampers* – dispositivo de fechamento instalado em um duto ou *shaft*, com o objetivo de interromper a passagem de fluido ou gás (CBPMESP, 2011).

Fumigação – Ação de produzir fumaça ou vapor com produtos químicos para processo de descontaminação.

Bioproteção - conjunto de ações que visam a minimizar o risco do uso indevido, roubo e/ou a liberação intencional de material com potencial risco à saúde humana, animal e vegetal (Brasil, 2013).

Biossegurança - conjunto de ações destinadas a prevenir, controlar, reduzir ou eliminar riscos inerentes às atividades que possam, de forma não intencional, comprometer a saúde humana, animal, vegetal e o ambiente; (Brasil, 2013).

Biocontenção – área ou ambiente controlado para prevenir o escape de agentes infecciosos.

Paramentação – vestir adequadamente todos os EPIs necessários para determinada manipulação.

Desparamentação – retirar adequadamente todos os EPIs

Saco autoclavável – Saco feito de polietileno de alta densidade com resistência ao calor, para utilização em autoclave de forma que não seja descaracterizada.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Pré História e Idade Antiga .....	15
Figura 2 – Linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Média e Idade Moderna .....	16
Figura 3 – Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Média e Idade Moderna .....	18
Figura 4 - Linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea.....	19
Figura 5 – Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea	22
Figura 6 - Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea	24
Figura 7 – Vista aérea do Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Instituto Adolfo Lutz, Hospital do Isolamento e Lazareto dos Variolosos (atual Hospital Emilio Ribas) na primeira metade do século XX – transição do modelo pavilhonar para o modelo monobloco. Fonte imagem: Felipe A. Herculano, parte do Acervo do Museu Imperial.....	26
Figura 8 - Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea	27
Figura 9 - Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea	29
Figura 10 – Representação esquemática de analogia da célula com o laboratório de biocontenção.....	44
Figura 11 – Planta do laboratório A .....	45
Figura 12 – Planta do laboratório B .....	53
Figura 13 – Planta do Laboratório C .....	62

Figura 14 – Avaliação sobre os parâmetros vestuário de entrada, vestiário de saída, local de descontaminação de EPIs e portas nos laboratórios A, B e C .....	81
Figura 15: Avaliação sobre o parâmetro das bancadas nos laboratórios A, B e C .....	88
Figura 16 – Indicação de posicionamento adequado e não adequado em relação ao fluxo de ar de acordo com a ABNT (ABNT, 2005).....	89
Figura 17: Avaliação sobre o parâmetro das torneiras nos laboratórios A, B e C90	
Figura 18: tipos de torneiras utilizadas em laboratório. (1) torneira com sensor de presença; (2) torneira com sensor tipo on/off (aciona para ligar e aciona novamente para desligar) ; (3) torneira com acionamento pelo pé e (4) torneira com acionamento com o cotovelo .....	91
Figura 19 - Avaliação sobre o parâmetro das janelas e visores entre ambientes nos laboratórios A, B e C .....	93
Figura 20 – Indicação de característica visual similar entre as luminárias e corte dos diferentes tipos de teto nos laboratórios A, B e C.....	95
Figura 21 - Cortes esquemáticos do tipo de forro, posicionamento de dutos do tratamento de ar e instalação de luminária.....	95
Figura 22: Avaliação sobre o parâmetro das luminárias nos laboratórios A, B e C .....	96
Figura 23: Avaliação sobre o parâmetro dos intercomunicadores nos laboratórios A, B e C.....	97
Figura 24 – Avaliação sobre o parâmetro do tamanho dos laboratórios A, B e C99	
Figura 25 - esquema de fluxo de ar correlacionando o NB3 e seu entorno. O sinal de “mais” (+) indica que no corredor o ambiente deve ter uma pressão de ar positiva, ou seja, insuflar mais ar do que exaurir. Entre o laboratório e a área de fluxo de pessoas ou materiais, deve haver uma pressão negativa – porém sempre menos negativa do que dentro do laboratório (Philips, 2003). .....	101
Figura 26 - sistema <i>bag-in-bag-out</i> para filtragem absoluta do sistema de tratamento de ar, acoplado nos exaustores. O sistema permite que o filtro contaminado seja removido sem expor o trabalhador. ....	101

Figura 27 - Avaliação sobre o parâmetro da distribuição espacial de equipamentos e bancadas nos laboratórios A, B e C.....	102
Figura 28 - Distâncias recomendadas entre área de trabalho e entornos (Fonte: CLEAPSS, 2009). .....	103
Figura 29 - Avaliação sobre o parâmetro da distância entre equipamentos, bancadas e parede nos laboratórios A, B e C .....	105
Figura 30 - Avaliação sobre os parâmetros de espaço de trabalho em bancada e armários sob bancada nos laboratórios A, B e C .....	107
Figura 31 - Avaliação sobre os dutos de elétrica nos laboratórios A, B e C .....	108
Figura 32 - Exemplo de canaleta de elétrica na parede .....	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Avaliação dos usuários sobre os parâmetros do Núcleo nos laboratórios A, B e C.....	77
Tabela 2 - Avaliação dos usuarios sobre os parâmetros da carioteca e dos poros avaliados nos laboratórios A, B e C.....	78

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro comparativo indicando quais os EPIs são utilizados em cada um dos laboratórios .....	70
Quadro 2 – Quadro comparativo dos resultados de cada um dos parâmetros Local de descontaminação, vestiários de entrada e saída e portas nos laboratórios A, B e C.....	81
Quadro 3 – Quadro comparativo dos resultados de local de paramentação e desparamentação nos laboratórios A, B e C .....	82
Quadro 4: Quadro comparativo dos resultados de cada um dos parâmetros Bancada, Luminárias, intercomunicador e torneiras nos laboratórios A, B e C .....	85

Quadro 5 : Quadro comparativo dos resultados de cada um dos parâmetros  
janelas e visores entre ambientes nos laboratórios A, B e C ..... 93

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 HISTÓRIA: A ARQUITETURA E O CONHECIMENTO DA TRANSMISSÃO DE DOENÇAS .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 CONCEITOS DE BIOSSEGURANÇA E BIOCONTENÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>37</b>
<b>2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>37</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA .....	38
3.2 LABORATÓRIOS ESCOLHIDOS .....	38
3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....	38
3.4 PROCEDIMENTOS .....	39
3.5 PARÂMETROS ANALISADOS NAS VISITAS.....	40
3.6 LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	42
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 LABORATÓRIO A .....</b>	<b>45</b>
4.1.1 NÚCLEO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – NÚCLEO .....	46
4.1.2 CARIOTECA – VEDAÇÕES.....	47
4.1.3 POROS NUCLEARES - PONTOS DE PERMEABILIDADE	48
4.1.4 CITOPLASMA - ÁREAS ADJACENTES .....	51
4.1.5 CARACTERÍSTICAS DE USO .....	52
<b>4.2 LABORATÓRIO B .....</b>	<b>53</b>
4.2.1 NÚCLEO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - ÁREA INTERNA	54
4.2.2 CARIOTECA - VEDAÇÕES.....	55
4.2.3 POROS NUCLEARES - PONTOS DE PERMEABILIDADE	56
4.2.4 CITOPLASMA - ÁREAS ADJACENTES .....	59
4.2.5 CARACTERÍSTICAS DE USO .....	60
<b>4.3 LABORATÓRIO C .....</b>	<b>62</b>
4.3.1 NÚCLEO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – ÁREA INTERNA	62
4.3.2 CARIOTECA – VEDAÇÕES.....	64

4.3.3	POROS NUCLEARES- PONTOS DE PERMEABILIDADE .	64
4.3.4	CITOPLASMA - ÁREAS ADJACENTES .....	68
4.3.5	CARACTERÍSTICAS DE USO .....	68
<b>4.4</b>	<b>PROCEDIMENTOS GERAIS .....</b>	<b>69</b>
<b>4.5</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS PELOS USUÁRIOS .....</b>	<b>77</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>79</b>
<b>5.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>110</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>113</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>116</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Primeiro arquiteto do mundo, primeiro engenheiro, primeiro médico, considerado por alguns como o pai da medicina. Foi sumo sacerdote, braço direito do faraó Djoser, primeiro gênio do mundo e mortal que foi eleito divindade. Seu nome: Imhotep (Young, 2016).

Imhotep viveu no Egito de cerca de 2650 anos aC, e é uma das figuras que melhor ilustram a relação da arquitetura com a medicina e também com crença de seu povo.

Ele foi o criador da primeira pirâmide. Diferente das mastabas, que até então eram as construções destinadas às tumbas dos faraós, esta pirâmide idealizada por Imhotep (pirâmide de Sacara) possuía degraus, com a intenção de “ajudar os faraós” a alcançar os céus quando fossem enterrados, como assim se acreditava na época. Além disso, ele substituiu o barro pela pedra, já que o faraó deveria reinar nos céus pela eternidade, e por isso encontrar um material que durasse a eternidade fazia sentido (Fazio, 2011). A pirâmide “verdadeira” (pontuda) foi construída após a pirâmide de Sacara, com o intuito de fornecer um caminho por onde o faraó pudesse voltar do céu para a terra.

E assim como fez o primeiro arquiteto do mundo, a arquitetura se manteve lado a lado com o conhecimento, associada primeiro com as crenças mágicas e posteriormente com conceitos científicos. “A história da arquitetura é a história do notável esforço humano, um dos caminhos pelos quais tentamos criar ordem e dar sentido ao infinitamente curioso e, não obstante, confuso mundo” (Glancey, 2001).

Veremos a seguir uma breve linha do tempo que relata alguns momentos da história que representam esta estreita relação do conhecimento sobre a transmissão das doenças e a arquitetura, além de descobertas importantes que levaram ao atual conceito sobre biossegurança.

## 1.1 HISTÓRIA: A ARQUITETURA E O CONHECIMENTO DA TRANSMISSÃO DE DOENÇAS

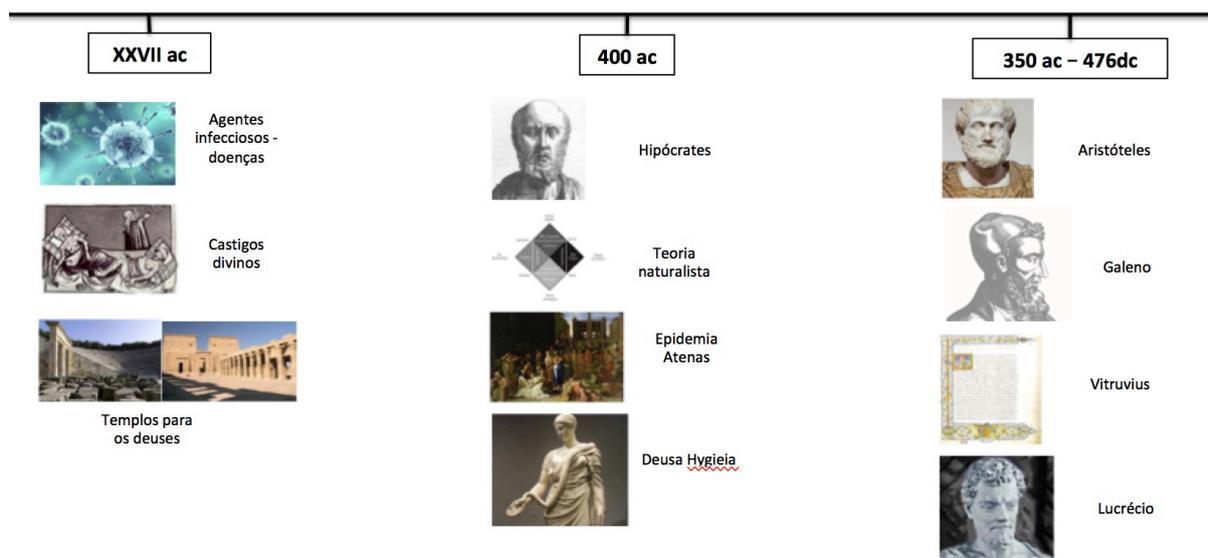


Figura 1 – Linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Pré História e Idade Antiga

Fontes das imagens miniaturas: Lima, 2010; Intergenética SL, 2017; Likiesta, 2014; Rubin, 2018; Unesco, 1998; Altman, 2014; Rezende, 2009; Schmitt, 2017; Filomena, 2012; NA, 2012; Rebollo, 2006; FAU; Poire.

A Pré História e Idade Antiga foram eras marcadas pela arquitetura religiosa e surgimento de pensamentos naturalistas sobre a vida.

No século XXVII aC, os agentes infecciosos já existiam na Terra e causavam doenças (Ujvari, 2015). Porém isso não era compreendido na época, e assim todos os males que acometiam as pessoas eram atribuídos aos castigos divinos. Em decorrência desta crença, a arquitetura contribuía para a construção dos templos onde aconteceriam os rituais de cura (Fernandes, 2000). Bons exemplos são os templos de Isis e Asclépio, onde os pacientes dormiam e esperavam que, em sonho, as divindades lhes revelassem os remédios necessários para a desejada cura, ou mesmo eram mordidos por “serpentes de Asclépius”, removendo as partes doentes (Martins e Silva, 2004).

Por volta de 400aC, Hipócrates começa a desenvolver ideias naturalistas, já previamente lançadas por Pitágoras, defendendo que a alimentação e o equilíbrio dos humores corporais (líquidos que compõe o organismo humano) eram responsáveis pelas doenças. Apesar da teoria em elaboração, o fim da Epidemia de Atenas que havia começado em 430aC e já havia matado parte considerável da população foi um milagre atribuído à deusa Grega Higiéia (Martins *et al*, 1997).

Poucos anos depois, Aristóteles e Galeno reforçaram a base racional e sistemática do conhecimento sobre a transmissão das doenças, iniciada por Hipócrates. O arquiteto Vitruvio, no séc I aC, publicou sobre lugares saudáveis, reforçando a teoria naturalista e trazendo o conceito de salubridade das cidades. Lucrécio, com sua teoria atomística, traria a aceitação da existência de coisas invisíveis.

No entanto, todas essas teorias ficariam em esquecimento durante alguns séculos. E o que viria a marcar a nova era, da Idade Média e Idade Moderna, continuariam a ser os castigos divinos, porém já com uma certa influência de contágio pelo ar.

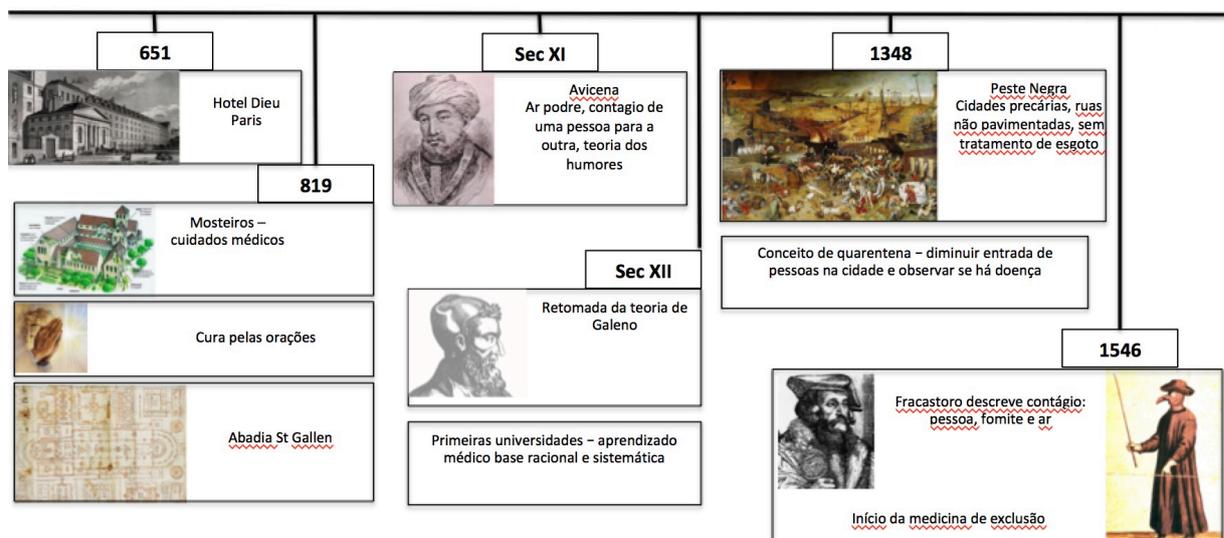


Figura 2 – Linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Média e Idade Moderna

Fontes das imagens miniaturas: Science Museum; Grigorio, 2016; SWI; Martins, 1997; Rebollo, 2006; Galileu, 2018.

O início da Idade Média é marcado pela cura através das orações. Os mosteiros se tornam os locais responsáveis pela assistência médica, onde as enfermarias para o cuidado do paciente faz parte de um complexo onde também estavam a igreja principal, o monastério e o alojamento dos peregrinos (Miquelin, 1992). Um dos hospitais mais importantes desta época foi o Hotel Dieu, em Paris, fundado em 651 (Santos, 2013).

No início do século XI, existia fortes crenças sobre o ar “podre”, e o médico Avicena passou a escrever sobre a influência dos planetas, a possibilidade de contágio de uma pessoa para outra, inclusive resgatando a teoria do equilíbrio dos humores (descrevendo a predisposição da pessoa à doença). Com base nas teorias de Avicena e Galeno, o aprendizado médico se inicia na configuração das primeiras universidades, no séc. XII.

Foi no século XIV que aconteceu umas das maiores epidemias, a epidemia da peste bulbonica, que, segundo Ujvari (Ujvari, 2003), começou com o ataque na Criméia, pelos tártaros, que já estavam desenvolvendo a doença no acampamento. As cidades medievais apresentavam condições precárias; suas ruas raramente eram pavimentadas, as pessoas lançavam excrementos pelas janelas (não haviam sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto). As famílias dormiam todas em um só quarto e não tinham o costume de se lavar, já que acreditavam que a umidade favorecia a contaminação (Martins *et al*, 1997). Desta forma, a doença se espalhou rapidamente, matando milhões de pessoas. O conceito de quarentena veio desta época, quando em uma cidade na Itália se determinou que todo viajante vindo de cidades infectadas deveria aguardar 40 dias para poder entrar.

Em 1546, o médico italiano Frascatoro descreve três modos prováveis de contágio: pelo contato direto de pessoa para pessoa, por fomites (contato com material impregnado por germes) e pelo ar. Os doentes passaram a ser vigiados por guardas (para que eles não saíssem de casa), e apenas após 28 dias da morte do doente e após confirmação de que nenhum dos demais moradores apresentavam sinais de doença, os moradores eram liberados. As casas, neste período, eram marcadas com a

frase “Senhor, tende piedade de nós” (Martins *et al*, 1997). Os médicos passaram a usar máscaras embebidas com substâncias aromatizantes para atender os doentes.

Os mortos eram encaminhados rapidamente para locais isolados, e foi então que o conceito de isolamento para algo que se poderia contagiar uma pessoa começou a aparecer. Inicia-se um processo de medicina de exclusão (Foucault, 1997).

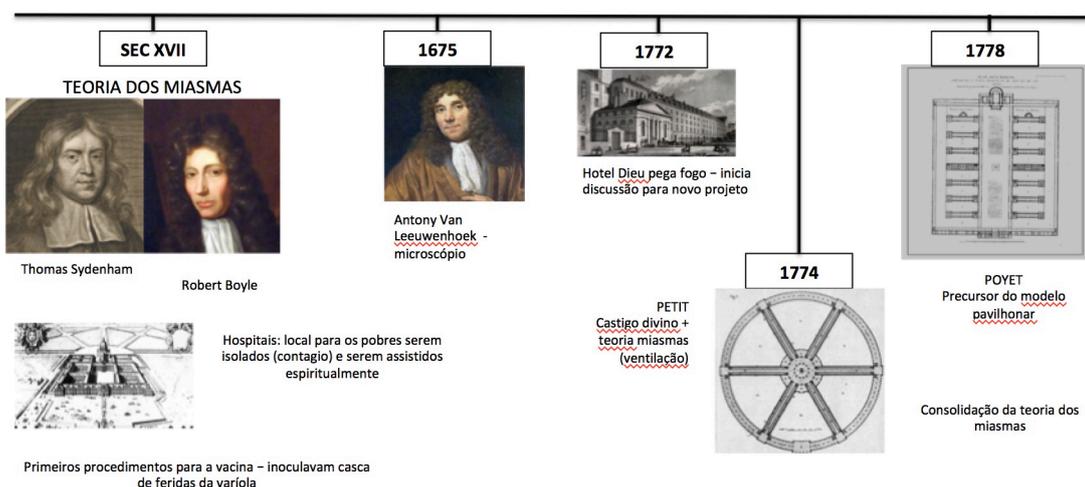


Figura 3 – Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Média e Idade Moderna

Fontes das imagens miniaturas: Science Museum; Science History; History of the microscope; Bonastra, 2009;

A partir desta noção de contágio começa a surgir a teoria dos miasmas, melhor elaborada no século XVII, por Boyle e Sudehan (Barata, 1987).

Por volta do séc. XVII, experimentos que utilizavam cascas de ferida da varíola foram inoculadas em pessoas sadias, passando a ser considerados os primeiros procedimentos que, mais tarde, levariam à invenção da vacina - umas vez que já se havia reparado que uma mesma pessoa não pegava a mesma doença duas vezes (Martins *et al*, 1997).

Em 1675 Antony Van Leeuwenhoek inventou o primeiro microscópio, sendo a primeira observação de pequenos organismos invisíveis a olho nú que somente no século XIX seriam associados às doenças.

No século XVIII a teoria dos miasmas estava totalmente consolidada. Acreditava-se que o cheiro, não provindo apenas do pântano, mas de qualquer coisa que estivesse em estado de putrefação, transmitia doenças. E por esta razão as cidades começam a cuidar melhor da sua limpeza. Dentro dos hospitais, a ventilação e a limpeza frequente se tornam ferramentas importantes. Os hospitais passaram a ter separação entre doentes com e sem doenças contagiosas, mas a principal função desta construção ainda era a de um local onde o doente seria assistido espiritualmente, separando-os das pessoas saudáveis, evitando-se assim um possível contágio (Foucault, 1979).

Em 1772 o Hotel Dieu, em Paris, pega fogo e inicia-se uma nova discussão sobre os projetos hospitalares. Foram apresentados dois projetos, um em 1774, por um médico chamado Petit, e outro em 1778 por Poyet. Em ambos havia uma capela inserida na área assistencial, no entanto o projeto de Poyet trazia uma proposta de melhoria na ventilação e iluminação, apresentando traços das ideias do futuro modelo a ser adotado, o pavilhonar (Bonastra *et al*, 2009).

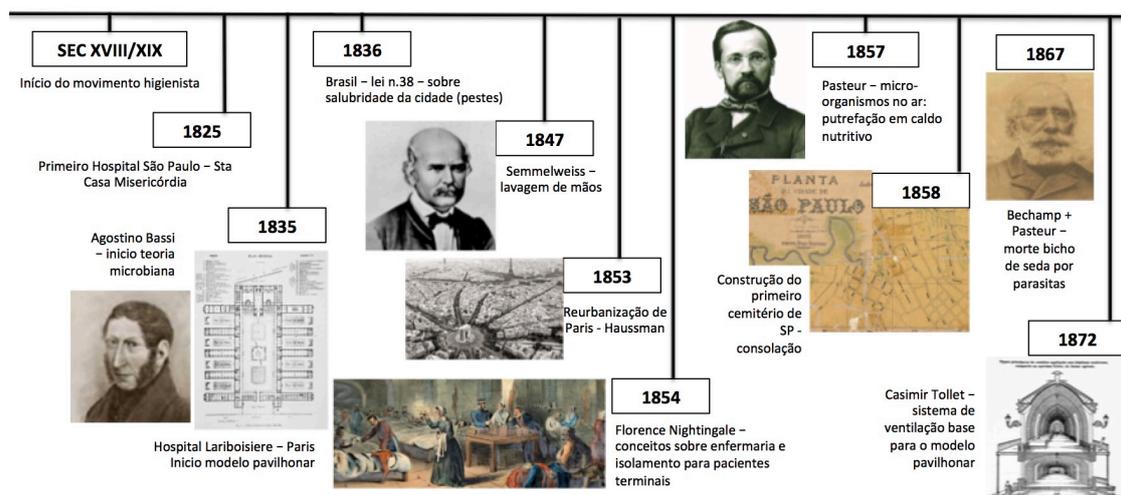


Figura 4 - Linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea.

Fontes das imagens miniatura: Porter, 1973; Florence Nightingale Museum; Martins, 1997; Smul; Laget, 2014.

Foi do final do século XVIII para o século XIX que o movimento higienista se inicia, tendo a arquitetura também apresentado significativas contribuições para o controle de transmissão das doenças.

Em 1825 foi construído o primeiro hospital em São Paulo, a Santa Casa da Misericórdia de São Paulo, uma casa adaptada para atendimento aos pacientes (Cytrynowicz *et al*, 2010).

Os primeiros passos para a teoria microbiana são dados em 1835, com base na teoria de Agostino Bassi, que apontara que os bichos da seda morriam contaminados por um fungo visível apenas pelo microscópio. Neste mesmo ano é construído o Hospital Lariboisiere em Paris. A arquitetura do hospital é formado por 10 pavilhões, e um sistema de ventilação bem elaborado para a época. Foi o Hospital que anos mais tarde seria indicado como exemplo por Florence Nightingale (Miquelin, 1992). Este hospital influenciou a construção de vários outros, sendo um dos primeiros no modelo “pavilhonar”, modelo predominante em função da teoria dos miasmas.

No Brasil, em 1836, a publicação da lei nº 38 (lei sem título, sobre desapropriações) indica preocupação em relação a salubridade da cidade. Era necessário criar condições salubres e de prestação de socorro, tendo em vista o crescimento populacional e as pestes que já assolavam as cidades brasileiras.

A importância sobre a lavagem de mãos, que somente neste século está consolidado como princípio básico de biossegurança, apareceu em 1847, quando o médico Ignaz Philip Semmelweis descobre, após anos de trabalho em um hospital maternidade, que era ele o responsável pela morte das parturientes, pois fazia autópsia nos cadáveres e posteriormente realizava os partos, carregando “partículas cadavéricas” pelas suas próprias mãos (Fernandes, 2000).

Muito próximo da data da descoberta de Semmelweis, em 1854, Florence Nightingale, uma enfermeira britânica que havia trabalhado durante a Guerra da Crimeia, estabelece alguns conceitos sobre a enfermagem, considerando suas características físicas: leitos posicionados no perímetro

do salão, iluminação e ventilação naturais (com janelas entre os leitos, de forma a permitir a ventilação cruzada), pé direito alto, áreas de apoio centralizados no ambiente, além de também sugerir isolamento para pacientes terminais (Miquelin, 1992).

Neste mesmo século, em Paris, foi elaborado um plano diretor para organização das margens e ilhas do Rio Sena, sendo que a reurbanização da cidade foi realizada em 1853, com Haussmann, criando corredores de ar e de água, permitindo que ventilação e escoamento de água e esgoto levassem para longe os miasmas e suas doenças.

Enquanto em 1857 Pasteur descobre que a presença de micro-organismos no ar eram os responsáveis pela putrefação em um caldo nutritivo, a teoria dos miasmas ainda prevalecia, e em 1858 foi inaugurado o primeiro cemitério em São Paulo, o cemitério da Consolação, como um resultado da teoria dos miasmas na era higienista que condenava que os corpos fossem enterrados nos terrenos das igrejas, pois poderia ser ruim para a Saúde Pública.

Em 1865, formou-se um grupo para descobrir a razão pela qual a produção do bicho da seda na França havia caído consideravelmente, em função de uma enfermidade. Pasteur observou os corpúsculos nos animais mortos, porém foi Bechamp que elaborou a primeira teoria de que os corpúsculos eram micro-organismos microscópicos parasitas que causavam a doença. Em 1867 publicou um trabalho que mostrava a forma de reprodução desses corpúsculos, tendo Pasteur publicado também um trabalho em concordância com esta teoria. As novas pesquisas estavam cada vez mais perto de alcançar a nova teoria microbiana das doenças.

Em 1872, o engenheiro francês Casimir Tallet desenvolve um sistema de ventilação para ambientes hospitalares, no intuito de livrar a área interna, repleta de ar infectado pelos micro-organismos. Adotava-se o teto das enfermarias com o formato de abóboda e um sistema complementar que permitia que o ar saísse (Campos, 2011). Este método, mais tarde, foi adotado por muitos arquitetos pelo mundo, e foi a base para o modelo pavilhonar de construções da saúde. O sistema Tallet pavilhonar foi criado

baseando-se no medo dos miasmas que tinham no ar, que saiam dos doentes (Costa, 2011).

Foi nesta década, mais precisamente em 1876, que Koch descreveu o bacilo do Antraz. Em 1878, Edward Jenner cria a primeira vacina, utilizando o “veneno” (agente infeccioso) da varíola da vaca em seres humanos, já que a forma da doença da vaca era mais branda e protegia também da varíola humana (Martins *et al*, 1997).

Em 1875 a produção cafeeira do Estado de São Paulo trouxe muitos imigrantes, e virou palco de várias epidemias. Em 1878 foi iniciado o projeto do Hospital da Santa Casa da Misericórdia, em São Paulo, pelo arquiteto Luiz Pucci (influenciado pelos modelos pavilhonares e pelo sistema de enfermaria Nightingale), e sua construção executada pelo arquiteto e engenheiro Ramos de Azevedo (Costa, 2011). Entre 1885 e 1902 Ramos de Azevedo já havia elaborado projetos seguindo o modelo pavilhonar de Tolle. Em 1880 foi construído o Lazareto dos Variolosos (atual Hospital Emilio Ribas) para recolher, isolar e tratar os doentes de varíola, uma das epidemias mais assustadoras da época.



Figura 5 – Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea

Fontes das imagens miniatura: Martins, 1997; Marcolin, 2010; Silva, 2010; Cytrynowicz, 2010, CRFB, 2017; IB; Lathan, 2010; SP in foco.

O Lazareto foi construído em terreno próximo ao cemitério, afastado das aglomerações urbanas e dos caminhos e estradas utilizadas. A arquitetura do Lazareto também seguiu a crença nos miasmas e foi pensada para que houvesse ventilação suficiente para afastá-los. Apenas em 1889, o Lazareto foi aberto permanentemente, pois até então era uma edificação que abria apenas durante as epidemias.

Em 1882 e 1884, os bacilos da tuberculose e do cólera foram descritos, juntamente com outras descobertas na área da microbiologia, reforçando a teoria de que cada doença era causada por um micro-organismo diferente.

Em 1892, foi construído o Hospital de Isolamento próximo ao Lazareto, como resposta à epidemia de febre amarela, com significativa representação na Hospedaria dos Imigrantes. O local foi escolhido pela ventilação favorável e também pela proximidade ao cemitério. Entre os pavilhões havia uma área ajardinada, parte importante no conceito do modelo pavilhonar. Os terrenos vizinhos foram adquiridos pelo governo, para que se garantisse que fosse um lugar isolado, sem o risco de se povoar a região. No mesmo ano, foram construídos outros Institutos de apoio ao novo serviço sanitário que se fazia necessário, como o Laboratório de Análises Químicas, o Instituto Vaccinogênico, o Laboratório Pharmaceutico e o Instituto Bacteriológico (que mais tarde viria a se tornar o Instituto Adolfo Lutz), como apoio ao diagnóstico dessas doenças (Federsoni et al, 2011).

Neste período foi instaurado o código sanitário de 1894, que determinava uma série de comportamentos a serem adotados, de acordo com os novos conceitos de higiene.

Nos anos seguintes, foram construídos outros pavilhões, e em 1896 o Instituto Bacteriológico foi transferido para perto do Hospital de Isolamento, de forma que proporcionava ao Hospital segurança do diagnóstico, além de produzir pesquisas científicas laboratoriais importantes.

Em 1897, foi construído o cemitério do Araçá, para atender ao Hospital do Isolamento. Em 1899, houve um surto de peste negra em Santos e São Paulo, que culminou na criação do Instituto Serumtherapico (em

1900), vinculado ao Instituto Bacteriológico de São Paulo (que mais tarde vem a ser o Instituto Butantan). O Instituto Bacteriológico foi o responsável pelo diagnóstico da peste, com Vital Brazil, confirmados posteriormente por Oswaldo Cruz (Rio de Janeiro) e Chapot. O Instituto Butantan foi o responsável pela produção de soro antipestoso, pela dificuldade em importar este soro da Europa (Cytrynowicz *et al*, 2010).

Em 1901, foi construído o Instituto Pasteur, em São Paulo, para tratar a hidrofobia e preparar a vacina antirábica (Mott *et al*, 2011).

Foi na última década do século XIX que as luvas cirúrgicas foram inventadas e passaram a ser utilizadas em cirurgias (Lathan, 2010).

Mesmo após as novas descobertas da microbiologia e da bacteriologia do final do século XIX, a dificuldade em abandonar a teoria dos miasmas foi marcante não só no Brasil, mas em todo o mundo (Cytrynowicz *et al*, 2010).

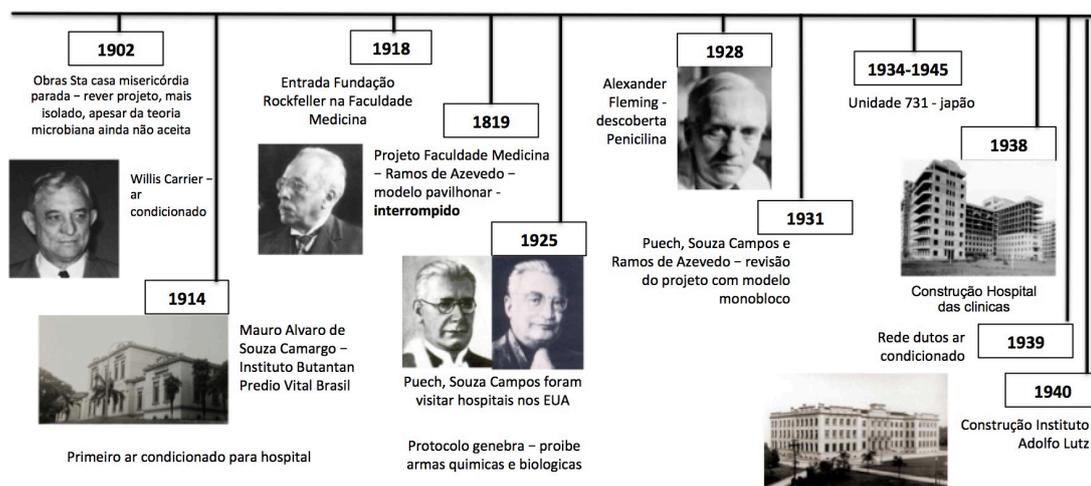


Figura 6 - Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea

Fontes das imagens miniatura: Carrier; Poli; Begliomini; Academia de Medicina de SP; Condephaat; HC.

Em 1902, com as obras do Hospital da Santa Casa da Misericórdia paradas, foi avaliado que o isolamento planejado não seria eficaz, já que a população havia aumentado consideravelmente, aumentando também o

número de epidemias. A teoria microbiana ainda não era totalmente aceita, e diante das dúvidas sobre como a doença era transmitida, o projeto foi remodelado para um sistema mais isolado do que o pavilhonar originalmente projetado (Costa, 2011).

Foi também em 1902 que Willis Carrier criou sua primeira máquina de ar condicionado, sendo patenteada em 1906. Em 1914 ele criou o primeiro ar condicionado para hospital, e em 1939 criou uma rede de dutos que podiam levar o ar gelado para diferentes pontos de uma edificação – criação que revolucionaria, futuramente, os métodos de ventilação e controle do ar, viabilizando pressões positiva ou negativa nos ambientes, que controlaria o ar contaminado dos estabelecimentos de saúde (Arruda, 2009).

O modelo pavilhonar predominou nos projetos até meados de 1920. Eram construções que priorizavam o isolamento e ventilação, rodeada de jardins, e foi mantida mesmo após a descoberta dos micro-organismos como causadores das doenças. Em 1919 Ramos de Azevedo fez o projeto da Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo, que era constituído por 5 pavilhões (Costa, 2011).

No entanto, o projeto foi interrompido em função da entrada em 1918 da Fundação Rockefeller na administração da Faculdade. A Fundação foi criada em 1913 nos EUA, com o objetivo de padronizar no continente americano medidas de controle sanitário. Em 1925, os médicos Ernesto de Souza Campos e Luiz de Rezende Puech foram levados, pela Fundação, para uma viagem aos EUA e Europa para conhecer projetos similares. Em 1931 retomou-se o projeto, orientado por uma comissão composta por Souza Campos e Rezende Puech, juntamente com o arquiteto João Serato, sob a direção do médico Pedro Dias. A autoria do projeto é atribuída a Souza Campos e Puech, com colaboração de Ramos de Azevedo, que contribuiu com o desenho da fachada do edifício (Costa, 2011). O projeto vencedor da concorrência abandona o sistema pavilhonar para adotar um novo sistema que estava já sendo amplamente construído nos EUA: o monobloco. Posteriormente, o projeto do Hospital das Clínicas de São Paulo é iniciado, pela mesma equipe que projetou a Faculdade de Medicina.

No projeto do Hospital das Clínicas já predominou o conceito do modelo monobloco, porém subdividido em 2 principais blocos: um para o Hospital e outro para os Laboratórios. O formato em H, as varandas e o aproveitamento do declive do terreno contribuíram para a melhor iluminação e ventilação da edificação.

A figura 7 demonstra bem a fase pavilhonar (nos pavilhões do atual Hospital Emilio Ribas) e a transição para o modelo monobloco (começando pela Faculdade de Medicina, posteriormente Instituto Adolfo Lutz e já com modelo monobloco consolidado, no Hospital das Clinicas), evidenciando o contorno de isolamento desse complexo em relação às zonas urbanas, em frente ao cemitério.



Figura 7 – Vista aérea do Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Instituto Adolfo Lutz, Hospital do Isolamento e Lazareto dos Variolosos (atual Hospital Emilio Ribas) na primeira metade do século XX – transição do modelo pavilhonar para o modelo monobloco. Fonte imagem: Felipe A. Herculano, parte do Acervo do Museu Imperial.

Na década de 20, o protocolo de Genebra proíbe armas químicas e biológicas, e a penicilina é descoberta - um antibiótico que viria revolucionar

a forma de tratamento das doenças (1928). Na década de 30, começou-se a utilizar ratos para análises laboratoriais e foi a década em que os japoneses criaram a unidade 731 – um laboratório de bioterrorismo que utilizava cobaias humanas para testes biológicos (Martins, 2006).

Com os laboratórios sendo instalados e as pesquisas microbiológicas ganhando espaço, começaram a ser relatados casos de infecções adquiridas em laboratório, sendo um evento de grande relevância o publicado por Meyer e Eddie, em 1941, sobre 74 casos de brucelose adquirida durante manipulações laboratoriais (Brasil, 2006), momento em que eles identificam que é perigoso trabalhar com este micro-organismo.

Em 1942, os EUA implantaram o MCWA (Malaria Control in War Areas), diante do cenário do início do século de epidemias de malária durante a construção do canal do Panamá e em áreas de base de treinamento militar (CDC, 2016). O MCWA se tornaria, em 1946, o CDC (Center for Disease Control), com a finalidade de manter o controle de saúde pública (CDC, 2015).

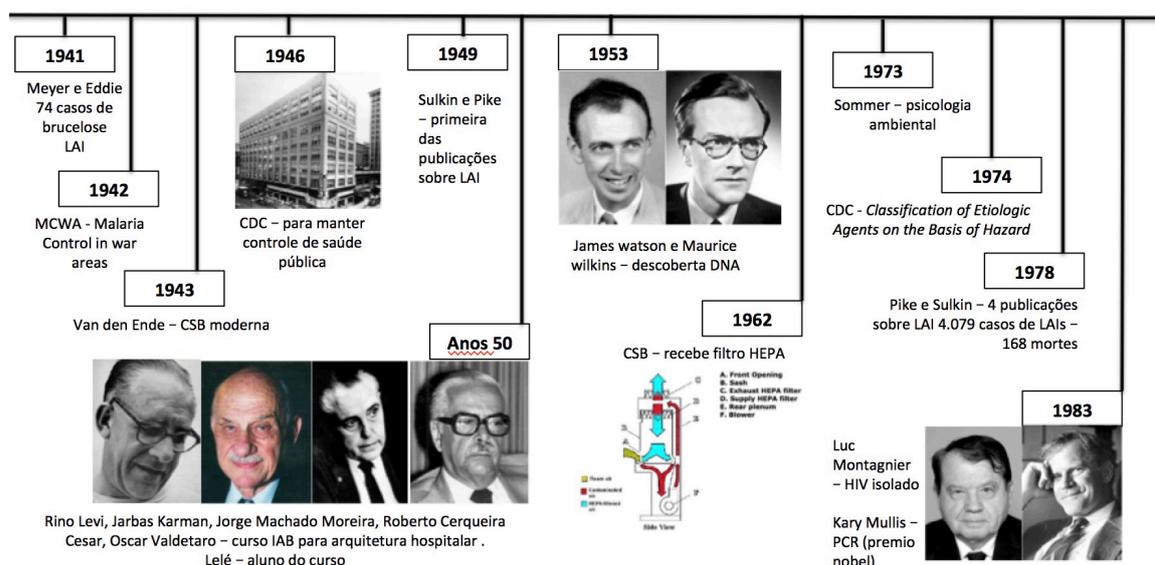


Figura 8 - Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea

Fontes das imagens miniatura: Nobel Prize, 2014; Archidaily, 2015; IPH, 2017; Ufjf, 2013; Belleza, 2003; Academic Dep.; Nobel Prize.

Sulkin e Pike publicam uma série de pesquisas realizadas sobre infecções adquiridas em laboratório, sendo a primeira delas realizada em 1949 (Brasil, 2006; Pike, 1965).

Em 1953, Van den Ende criou a primeira cabine de segurança biológica “moderna”. Este mesmo ano foi marcante pela descoberta do DNA, o que rendeu a James Watson e Maurice Wilkins o Premio Nobel de Medicina de 1962. A descoberta do DNA foi o início de uma revolução na ciência (Rev. Assoc. Med. Bras., 2005).

Nos anos 50, a arquitetura hospitalar foi impulsionada pelo número crescente de instituições de saúde especializadas que surgiu após a segunda guerra. Em São Paulo, o IAB (Instituto de Arquitetos do Brasil) criou um curso para que os arquitetos, já com conhecimento na área, pudessem treinar novos profissionais na nova área que estava se formando dentro da arquitetura. Os mestres foram os arquitetos Rino Levi, Jarbas Karman, Jorge Machado Moreira, Roberto Cerqueira Cesar e Oscar Valdataro. João Filgueiras Lima (Lelé), um dos grandes nomes atuais da arquitetura hospitalar, autor dos projetos dos Hospitais da Rede Sarah, foi aluno deste curso. Neste momento, a arquitetura hospitalar já era pensada de acordo com as visões modernistas, em uma defesa de que a arquitetura não deveria ser rígida, monobloco ou em pavilhões, e sim que tivesse uma plasticidade que seguisse estritamente sua função e sua técnica (Costa, 2011). Além disso, a psicologia ambiental aplicada à arquitetura entrava na pauta de discussões, marcado por um estudo publicado por Sommer em 1973 sobre a interferência do espaço nas interações sociais (Melo, 1991).

Em 1962, as CSBs receberam o filtro HEPA (Vasconcelos, 2006). O filtro Hepa tem a função de filtrar o ar, retendo partículas maiores que 0,3 um com eficiência igual ou superior a 99,97% pelo teste DOP (ABNT, 2005). São hoje utilizados em CSBs e ar condicionado de laboratórios NB3 para reduzir a liberação de aerossóis com agentes infecciosos em ambientes não contidos (Wen, 2014).

Em 1969, em Viena, foi publicado um manual referente aos “*Hot Laboratories*”, em decorrência do aumento do número de pesquisas com energia atômica naquela época. Estes laboratórios são considerados pelo CDC os primeiros laboratórios de biocontenção, já que neles já se encontram as tipologias de CSB classe 3 para isolar a amostra do usuário, em ambientes com acessos separados, além de já demonstrar a preocupação do descarte do material e dos efluentes dos laboratórios (IAEA, 1969).

Nos EUA, em 1974, o CDC publicou a “*Classification of Etiologic Agents on the Basis of Hazard*”, uma classificação dos Agentes etiológicos baseado nos riscos, tornando-se um marco para a biossegurança (CDC, 2009).

Até 1978, Pike e Sulkin já tinham publicado 4 pesquisas que totalizavam 4.079 casos de infecções adquiridas em laboratórios (LAIs), tendo levado a óbito 168 pesquisadores. As pesquisas também identificavam quais eram os agentes infecciosos que mais causavam essas infecções (CDC, 2009).

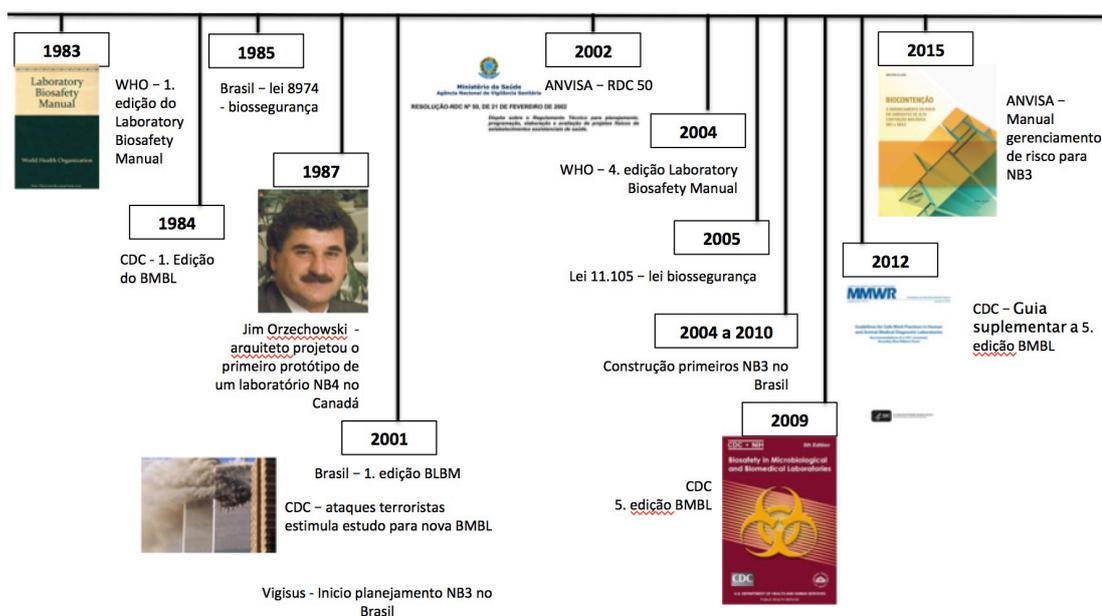


Figura 9 - Continuação da linha do tempo sobre os principais eventos na história do conhecimento sobre a transmissão de doenças: Idade Contemporânea

Fontes das imagens miniatura: Feldmann, 2007; Redd, 2017; Australasian, CDC, 2012; Brasil, 2015.

Tendo em vista as pesquisas sobre LAIs que vinham sendo publicadas, em 1983, a WHO publicou a 1ª edição do Laboratory Biosafety Manual, introduzindo os princípios da biossegurança: a contenção e gerenciamento de risco para laboratórios (WHO, 2004). No mesmo ano, Luc Montagnier (do Instituto Pasteur, na França) isolou pela primeira vez o vírus do HIV e Kary Mullis descreveu a técnica de PCR (polymerase chain reaction), um método muito utilizado atualmente para pesquisas e diagnósticos - o que lhe rendeu Premio Nobel de Química em 1993. Em seguida do Manual publicado pela WHO, o CDC publica em 1984 a primeira edição do BMBL (Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratory).

Em 1995 foi promulgada no Brasil a primeira lei de Biossegurança: a lei nº8.974 (normas para uso das técnicas de engenharia genética e liberação para o meio ambiente de OGM), no entanto tratava-se exclusivamente de OGMs.

Em 1987, Jim Orzechowski iniciou o planejamento do primeiro laboratório NB4 do Canadá, tendo em seguida viajado juntamente com sua equipe pelo mundo visitando os laboratórios de alta contenção que existiam na época (Feldmann, 2007). Ele foi consultor para os laboratórios NB4 a serem construídos no CDC, em Atlanta, nos anos seguintes. Orzechowski defendeu como etapa essencial para planejamento de laboratórios de biocontenção que os projetistas acompanhassem de perto um laboratório de biocontenção em funcionamento, já que a rigidez desse tipo de ambiente não deixa “espaço para erros” (Enserink, 2003).

Nesta época, os números de infecções adquiridas em laboratório (LAI) ainda eram significativos. Os motivos para os LAIs eram variados, mas principalmente não havia uma cultura implementada sobre biossegurança nos laboratórios. No Brasil, por exemplo, um caso relatado de LAI em 1994 por sabiá vírus aconteceu quando uma amostra quebrou durante o processo de centrifugação. A contaminação se deu por aerossol no momento da abertura da centrífuga. Na época o pesquisador não relatou o incidente, por

não julgar ter havido exposição ao vírus. Ele limpou, descontaminou o tubo e continuou trabalhando (Barry *et al*, 1995). Há publicações sobre 12 contaminações de Salmonella entre 1961 e 1997, e mais recentemente apenas 3 casos, por alguma falha em procedimento (Smith *et al*, 2017).

No início do século XXI o número de instalações físicas de laboratórios NB3 aumentou pelo mundo, sendo que nos EUA o estímulo foi a ânsia de fomentar pesquisas envolvendo agentes infecciosos com potencial para bioterrorismo (Richards *et al*, 2014). Além disso, havia uma necessidade de expandir a capacidade de pesquisas e diagnósticos para melhorar a resposta das doenças que emergiam, sem colocar os profissionais em risco (Bundi *et al*, 2014).

Em 2000, a União Européia publica como anexo de uma de suas *Directives* (Anexo V da EU Directive 2000/54/EC) a classificação de risco de agentes infecciosos e classificação de risco de laboratórios de biocontenção, no intuito de fornecer para a UE informações gerais de como proteger os usuários dos riscos biológicos. No entanto, a generalidade do documento faz com que muitos países da Europa continuem a utilizar outras *Directives* específicas ou regulações locais, como algumas ISO/EN, para poder elaborar seus projetos de NB3 (Pastorino, 2017).

Em 2001, o Ministério da Saúde traduz a 4ª edição do BMBL e inicia-se um planejamento para implantação de 12 laboratórios NB3 no Brasil, identificando a necessidade de ampliar a rede de laboratórios NB3 (Brasil, 2004). Destes, ao longo dos anos seguintes foram construídos nos estados de Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, Amazonas, São Paulo, Belém, Belo Horizonte e Fortaleza (CRBM, 2006; Fiocruz/PE, 2010). No mesmo ano aconteceram nos EUA dois eventos que viraram um marco na história da biossegurança: o ataque do 11 de setembro de 2001 às Torres Gêmeas do *World Trade Center* e, um mês depois, atos de bioterrorismo por antraz. Esses eventos estimularam a revisão do BMBL pelo CDC, pela gravidade que este ataque representou para a Saúde Pública.

Em 2002, a ANVISA publica a RDC nº 50, uma normativa amplamente utilizada por arquitetos e engenheiros, dando diretrizes para elaboração de projetos para estabelecimentos de saúde.

O primeiro NB3 construído no Brasil é considerado o do Instituto de Ciências Biomédicas II da Universidade de São Paulo (ICB/USP), inaugurado em 2004 (ICB).

Com este aumento de implantação de laboratórios de biossegurança NB3, o número de LAIs no CDC caiu para somente 11 no período de 2004 a 2011. Na Europa, não houve um controle sistemático de registro de LAIs, tendo sido descrito também poucos casos de acidentes em NB3 (Pastorino, 2017).

Segundo Pastorino, acidentes por aspiração ao pipetar com a boca, comer ou fumar dentro do laboratório desapareceram pois essas práticas em época de laboratório de biocontenção já foram banidas do ambiente laboratorial. 80% das LAIs são causadas por inalação (principalmente aerossol) ou contato direto com superfícies contaminadas (mãos ou luvas). Ainda podem ocorrer acidentes também por agulhas, vidros quebrados, mordidas ou arranhões de animais. A CDC em seu manual também alerta para as mesmas formas de possibilidade de LAI (CDC, 2012).

Em 2005, um jornal de grande circulação publica sobre a dificuldade de implementação de uma nova tecnologia (Lopes, 2005). Após construção e implantação dos 3 primeiros laboratórios do Ministério da Saúde, as dificuldades em relação ao pioneirismo da tecnologia foi sentida pelos gestores dos laboratórios. Não havia na época conhecimento técnico nacional para que os sistemas tivessem um funcionamento pleno, e as consequências dessa falta de conhecimento trouxe frustração e impedimentos operacionais para o funcionamento adequado dos laboratórios.

Por não haver uma publicação oficial sobre os laboratórios NB3 existentes no Brasil, não há uma exatidão do número de laboratórios que foram construídos, nem quantos estão em operação atualmente.

Em 2009 o CDC publicou a 5ª edição da BMBL, após revisão. Em 2012 o CDC publicou um guia suplementar à BMBL, no intuito de promover uma cultura de biossegurança e incluir recomendações. Em 2015, o Ministério da Saúde publica o manual “Biocontenção: o gerenciamento de risco em ambientes de alta contenção biológica NB3 e NB3A”, com conteúdo orientativo essencial para a compreensão do espaço e funcionamento da biocontenção dos laboratórios NB3.

Atualmente, há uma comissão de estudo registrado na ABNT, a CE-46.000.002 (SBCC, 2016), sob tutela do ABNT/CB-046 (“áreas limpas e ambientes controlados”), com o intuito de elaborar uma norma ABNT para projetos de arquitetura e engenharia de laboratórios de biocontenção, mas ainda sem previsão para publicação (informações pessoais).

## **1.2 CONCEITOS DE BIOSSEGURANÇA E BIOCONTENÇÃO**

A biocontenção é um dos princípios da biossegurança; é a contenção de qualquer agente biológico potencialmente perigoso (BMBL, 2009).

Um programa de biossegurança deve ter por objetivo a contenção de um agente infeccioso. Sendo assim, baseia-se em três princípios fundamentais: (1) Boas práticas laboratoriais, (2) Equipamentos de segurança (barreiras primárias) e (3) projeto e construção das instalações (barreiras secundárias) (CDC, 2009).

- Boas práticas laboratoriais: o responsável por cada laboratório deve identificar quais os riscos associados aos agentes infecciosos, e a partir deles, criar técnicas e práticas sistemáticas de manipulação. É a parte mais importante da biossegurança, já que necessita da aderência dos usuários nessas práticas. Exige treinamento de todos os usuários e supervisão constante para que as práticas sejam seguidas rigorosamente. Um estudo realizado pelo US Government Accountability Office (GAO) em 2009 para avaliar os riscos associados aos laboratórios de biocontenção

mostrou que a supervisão é o fator que melhora a biossegurança (Richards, 2014).

- Equipamentos de segurança (barreiras primárias): São os equipamentos que tem a função de eliminar ou minimizar a exposição ao risco biológico. O principal equipamento é a cabine de segurança biológica (CSB), que é uma contenção direta para as gotículas e aerossóis gerados durante os procedimentos. A centrífuga de segurança (com frascos lacrados) também funciona como uma barreira primária. Os EPIs são barreiras primárias importantes, pois protegem diretamente o usuário, como por exemplo as luvas, óculos, roupas de proteção, máscaras respiradores, etc.

- Projeto e construção das instalações (barreiras secundárias): o ambiente e os sistemas de engenharia devem ser planejados de acordo com o risco associado ao agente que será manipulado. Quanto maior o risco, mais complexas serão as barreiras secundárias previstas para isolar o agente dentro do espaço de contenção. Elas fornecem uma contenção suplementar, funcionando principalmente para prevenir que partículas potencialmente contaminadas por agentes infecciosos saiam do ambiente de contenção quando ocorre uma falha na barreira primária (Kimman, 2008). Sistemas de tratamento de ar, de tratamento de efluentes, antecamaras, salas separadas, controle de acesso, etc, são exemplo de barreiras secundárias.

O CDC e a WHO classificaram a biocontenção em 4 diferentes níveis:

O laboratório de nível de biossegurança 1: destinado para manipulações com agentes infecciosos de classe de risco 1, que são conhecidos, já foram caracterizados e não causam doenças em pessoas e animais saudáveis. Neste laboratório o trabalho pode ser realizado em bancada (MS, 2010).

Algumas características são recomendadas para laboratórios NB1, tais como existência de pia para lavagem de mãos, obrigatoriedade de uso de jalecos e luvas e espaço com superfícies de fácil descontaminação.

O laboratório de nível de biossegurança 2 é destinado para manipulações com agentes infecciosos de classe de risco 2, que podem causar doenças com riscos moderados aos usuários e ao meio ambiente (Brasil, 2010).

Neste laboratório, os procedimentos que geram aerossol ou partículas devem ser realizados dentro de CSBs, e não nas bancadas (CDC, 2009). Além dos procedimentos padrões de biossegurança (adotados para o uso do laboratório NB1), outros procedimentos devem ser adotados, como por exemplo posicionamento adequado de CSBs, de forma que passagem de pessoas não interfira no fluxo de ar da cabine; disponibilidade de lava-olhos; sistema mecânico de ventilação de preferência que o ar não recircule para outras áreas internas da edificação (CDC, 2009).

O laboratório de nível de biossegurança 3 é destinado para manipulações com agentes infecciosos que podem causar doenças graves ou potencialmente fatais (CDC, 2009).

Além dos procedimentos padrão de biossegurança e dos procedimentos para NB2, devem ser adotados outros procedimentos, como por exemplo: manter as portas sempre fechadas; controlar o acesso e limitar quantidade de usuários dentro do laboratório. As janelas devem ser lacradas; o acesso deve prever sistema de porta dupla intertravada, entre outras coisas que veremos com mais detalhes neste trabalho.

O laboratório de nível de biossegurança 4 é indicado para manipulações de agentes infecciosos desconhecidos ou que exponham o usuário e a população a doenças potencialmente fatais (CDC, 2009).

Além dos procedimentos padrão, adotam-se os procedimentos do NB3, porém incluindo procedimentos ainda mais rígidos de boas práticas e características físicas dos laboratórios.

Apesar do nível de biossegurança do laboratório estar associado diretamente à classe de risco do agente infeccioso, não necessariamente todos os procedimentos com um determinado agente devem ser realizados dentro de um laboratório de contenção do mesmo nível. Isso significa que alguns procedimentos, que geram menos risco ao usuário, ao meio

ambiente e à população (após determinação por profissional capacitado de acordo com o gerenciamento de risco), podem ser realizados em laboratórios de nível de contenção menor do que o a classe de risco do agente. A micobacteria da tuberculose, por exemplo, é classe de risco 3, porém procedimentos que não produzem aerossol podem ser manipuladas em laboratórios NB2 (CDC, 2009).

## **2. OBJETIVOS**

Uma vez que a arquitetura caminha lado a lado com os conhecimentos, este estudo tem a finalidade de identificar a relação da arquitetura com a biossegurança nos laboratórios de biocontenção de nível 3 (NB3).

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os pontos críticos dos laboratórios NB3 do ponto de vista dos gestores e usuários;
- Identificar os pontos críticos do planejamento arquitetônico dos laboratórios de biossegurança de nível 3, do ponto de vista dos arquitetos.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Este estudo é uma pesquisa descritiva qualitativa.

#### **3.2 LABORATÓRIOS ESCOLHIDOS**

Para escolhas de unidades de laboratórios NB3 como modelo para análise da arquitetura, dentro do universo conhecido de laboratórios NB3, foram levantados 3 laboratórios dedicados à Biologia Médica, identificados neste estudo como laboratórios A, B e C. O critério de escolha foi: laboratórios já estabelecidos, em funcionamento, com características diferentes físicas e/ou de uso, voltados para a Saúde Pública e reconhecidos pelo Ministério da Saúde pelas suas relevâncias nacional, regional e/ou macrorregional.

Os três laboratórios levantados foram construídos no início dos anos 2000, e desde então prestam serviços para Saúde Pública no Brasil, contribuindo com as Vigilâncias e pesquisas avançadas envolvendo agentes infecciosos de nível 2 e 3. Apresentam características diferentes de uso, agentes infecciosos e metodologias – o que gera diferentes formas de gerenciamento de risco e de como a arquitetura contribui com a biossegurança. Abaixo, serão cruzadas as informações coletadas nos três laboratórios, analisando como o gerenciamento de risco é aplicado no espaço construído, como os usuários percebem cada componente e como a arquitetura poderia promover uma melhor eficiência.

#### **3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

Três protocolos foram aplicados em cada um dos laboratórios NB3 para que os dados pudessem ser coletados:

Protocolo 1 – levantamento da arquitetura e dos tipos de equipamentos fixos (como CSBs, geladeiras, freezers, estufas e centrífugas).

Protocolo 2 - entrevista com o gestor do laboratório, utilizando um questionário semiestruturado (Anexo 1).

Protocolo 3 – entrevista com os usuários (técnicos e pesquisadores), utilizando um questionário semiestruturado (Anexo 2).

Os dados coletados não envolvem apenas dados sobre espaço físico, uma vez que, observado pela história da relação da arquitetura com a transmissão de doenças, as diretrizes para o planejamento eficaz de um projeto de laboratório de biocontenção depende do seu uso, e deve ser realizado de acordo com todas as suas variantes de agentes infecciosos, metodologias, equipamentos, gerenciamento de risco e demanda.

### **3.4 PROCEDIMENTOS**

Foram realizadas visitas físicas aos locais, acompanhadas e monitoradas pelos gestores de cada um dos laboratórios.

Não só dados de arquitetura foram levantados, como também dados sobre os agentes infecciosos e informações operacionais, de acordo com a necessidade. Por serem os gestores e usuários os principais atores na geração do conhecimento técnico, foi essencial buscar informações aplicadas e testadas por eles, além de tentar descobrir suas maiores dificuldades no uso dos laboratórios de biossegurança.

### **3.5 PARÂMETROS ANALISADOS NAS VISITAS**

Os parâmetros analisados nas visitas foram organizados e divididos da seguinte maneira: características físicas, características de uso, biossegurança e boas práticas laboratoriais, descontaminação e percepção dos usuários.

É necessário compreender os detalhes de operação do laboratório para poder analisar sua arquitetura e instalações.

Sendo assim, foram coletados informações sobre: caracterização e uso (agentes infecciosos, métodos de profilaxia e tratamento de doença causada pelo agente, amostras, produtos gerados, etc), boas práticas laboratoriais (POPs e EPIs), descontaminação e espaço físico.

#### **CARACTERÍSTICA FÍSICA**

Com base no protocolo 1 teremos desenho e descrição das características físicas do laboratório.

Dividido em 4 partes: a descrição do “núcleo” (parte interna do NB3), a “carioteca” (vedações), o “citoplasma” (áreas adjacentes) e os “poros nucleares” (pontos de permeabilidade para acesso ao interior do laboratório NB3).

As características físicas serão descritas para que seja possível analisar o gerenciamento de risco que envolve desenho de arquitetura e especificação de componentes arquitetônicos. Nas vedações, nos poros e na área externa estão o gerenciamento de risco cujo foco principal é a biossegurança para o meio ambiente e o entorno. No núcleo está o gerenciamento de risco cujo foco principal é a biossegurança para o usuário, que se coloca em risco dentro de uma área contida para manipulação de agentes infecciosos perigosos.

## **CARACTERÍSTICA DE USO**

Com base no protocolo 2, através do questionário respondido pelo gestor, pode-se compreender as características de uso do laboratório. Essas características são importantes para compreender o gerenciamento de risco adotado em termos de procedimentos de biossegurança, boas práticas laboratoriais e procedimentos de descontaminação, de acordo com O BMBL (CDC,2009).

## **BOAS PRÁTICAS LABORATORIAIS PARA BARREIRA PRIMÁRIA**

Com base no protocolo 2, são referentes a alguns procedimentos operacionais padrão com foco no uso adequado dos EPIs e EPCs, que são as barreiras primárias, cuja função é proteger o usuário de uma possível contaminação com o agente que se manipula. Sua compreensão é essencial para o bom planejamento arquitetônico, facilitando ao usuário no atendimento dessas boas práticas (Brasil, 2015).

## **DESCONTAMINAÇÃO**

Com base no protocolo 2 processos de descontaminação do núcleo, dos equipamentos internos e de materiais que saem do núcleo (CDC, 2009).

## **PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS**

Com base no protocolo 3, através do questionário respondido pelos usuários, foi verificada como a arquitetura do laboratório é avaliada pelos usuários, com indicação de possíveis melhorias, de acordo com possíveis incoerências de processos de boas práticas, descontaminação e uso no espaço que foi disponibilizado para a respectiva atividade. Os itens

avaliados na pesquisa são os mesmos que foram descritos nas características físicas.

### **3.6 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Em detrimento do ambiente de contenção, no intuito de coletar as informações essenciais para o trabalho sem prejudicar as análises pretendidas, foram coletados: as medidas gerais do laboratório (largura, comprimento e pé direito); profundidade das bancadas; identificação, quantificação e posicionamento de equipamentos fixos, janelas, visores, *pass through*, pias, armários, instalações hidráulicas, elétricas, posicionamento e identificação das luminárias, grelhas e acabamentos. As ferramentas de coleta foram trena manual e trena digital.

O tempo dedicado para a visita *in loco* foi, em média, de 2 a 3 horas em cada laboratório, juntamente com o profissional que acompanhou e explicou o fluxo das atividades dos laboratórios durante o levantamento.

Foram considerados medidas padrão de equipamentos como CSB, freezers (comum, -20°, -70° e -80°) e geladeiras.

#### 4. RESULTADOS

O laboratório NB3 é um espaço que tem por objetivo a contenção de um agente infeccioso. É rígido e sistemático em seu conceito, razão principal das dificuldades para adequações posteriores ao início de sua operação. Isto faz do planejamento dos projetos parte fundamental da biossegurança no laboratório (CDC, 2012).

O primeiro passo para a implantação de um laboratório NB3 é o planejamento de gerenciamento de risco. As definições das atividades e áreas de risco devem ser apontadas preliminarmente. (Mourya *et al*, 2014).

Assim, a avaliação de risco elaborada pelos responsáveis pelo laboratório servirá de diretriz para os projetos arquitetônico e instalações prediais. Deve ser elaborada antes do início dos projetos, para viabilizar a definição dos procedimentos de biossegurança a serem adotados, de forma a dar suporte ao planejamento físico adequado.

Para compreensão da análise realizada sobre o funcionamento e sobre o espaço físico do NB3, faremos uma analogia conceitual da biocontenção, de forma generalizada e esquemática, com uma célula.

Consideremos aqui uma célula que possui um núcleo, responsável pelo controle das atividades celulares. O núcleo é revestido por uma membrana nuclear, a carioteca separa o citoplasma do núcleo celular e possui poros nucleares responsáveis pelo controle de entrada e saída de substâncias deste núcleo.

O NB3 funcionaria como o núcleo celular, onde todas as manipulações com agentes infecciosos que geram risco acontecem apenas dentro dela (contenção). As vedações (paredes, teto, piso e caixilhos fixos) seriam a carioteca, protegendo e isolando o núcleo, viabilizando a contenção. A permeabilidade entre NB3 e ambientes adjacentes ocorrem nos pontos de troca (vestiário de entrada e saída, *pass through*, autoclave de barreira e portas), que seriam equivalentes aos poros nucleares, cuja função é controlar esse fluxo para dentro e fora do núcleo (Figura 10).

A partir desta abordagem de analogia da biocontenção com o núcleo celular é possível visualizar e organizar o gerenciamento de risco dos componentes arquitetônicos durante o planejamento físico do laboratório NB3, dividindo este gerenciamento em três partes: o núcleo, a carioteca e os poros nucleares.

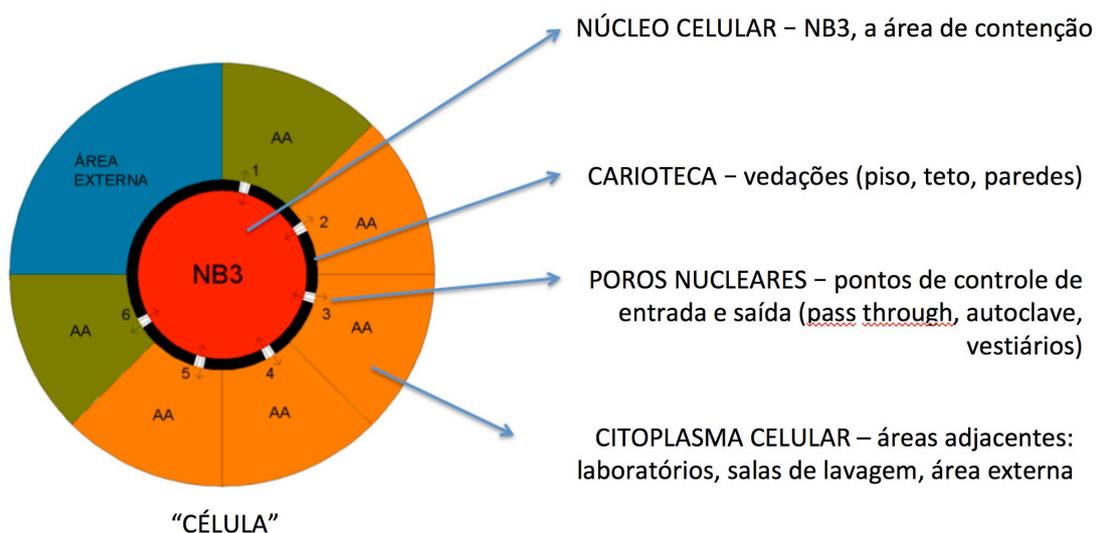


Figura 10 – Representação esquemática de analogia da célula com o laboratório de biocontenção

## 4.1 LABORATÓRIO A

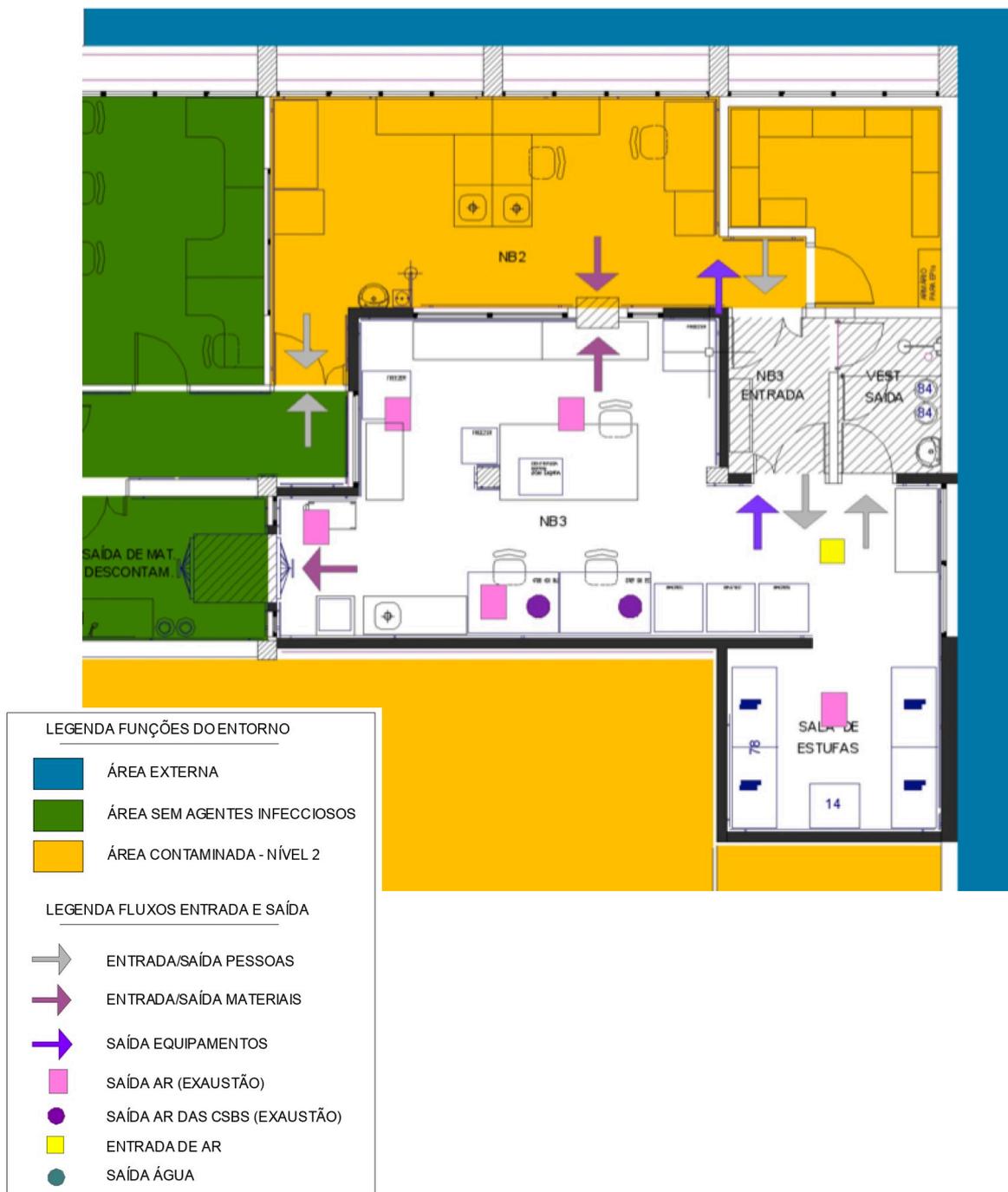


Figura 11 – Planta do laboratório A

#### **4.1.1 NÚCLEO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – NÚCLEO**

O laboratório A é composto por uma sala representada pela área central, sem cor (Figura 11).

#### **AMBIENTE**

O núcleo do laboratório A é composto por uma sala de 55 m<sup>2</sup> para manipulação de agentes infecciosos, onde foram instaladas duas CSBs A2, que ficam encostadas na parede oposta ao da entrada ao laboratório. De frente para as CSBs há uma área com duas bancadas, freezer e geladeira – sendo uma das bancadas localizada de forma central na sala (a 1,20m de distância da CSB). Nesta bancada é apoiada uma centrífuga refrigerada que utiliza frascos lacrados, como preconiza a BMBL (CDC, 2009). De um lado das CSBs foram instalados os equipamentos específicos para identificação do agente, além das estufas em uma área um pouco mais reservada do laboratório. Do outro lado das CSBs, uma bancada de apoio e o equipamento de saída do material a ser descontaminado (autoclave).

#### **INSTALAÇÕES INTERNAS**

As instalações elétricas de distribuição ficam no entreferro (entre forro e laje), sendo que há canaletas externas de elétrica fixadas nas paredes, permeando o laboratório, para distribuir os circuitos e ligar os equipamentos. Todos os pontos elétricos do laboratório estão ligados em gerador independente de energia elétrica (incluindo seus sistemas de tratamento de ar, automação e tratamento de efluentes).

As instalações hidráulicas estão todas embutidas. O laboratório não possui ralo internamente, apenas na área do chuveiro (vestiário de saída).

#### **COMPONENTES**

As luminárias são embutidas no forro, para 2 lâmpadas de led tubulares, com difusor translúcido e acesso de manutenção por dentro do laboratório. As bancadas são todas em resina epóxi preta, e a bancada que tem pia é em inox, com cuba no mesmo material. As bancadas tem pouca área livre para trabalhos, e embaixo tem armários volantes revestidos em laminado melaminico. A torneira da cuba é de bancada, do tipo “bico de pato”, com registro tipo alça longa para abertura com os cotovelos. O sifão é em PVC sem copinho. Há um telefone dentro do laboratório, para comunicação.

#### **4.1.2 CARIOTECA – VEDAÇÕES**

##### **PAREDE/ PISO/ TETO**

O laboratório tem parede de alvenaria comum, piso em laje e teto em laje. Abaixo da laje do teto, há um forro totalmente vedado, criando uma área técnica de entreforro para distribuição das instalações prediais. Os dutos de tratamento de ar também percorrem o entreforro até a casa de máquinas dos exaustores e o local onde está localizado o fancoil (equipamento que faz parte do sistema de refrigeração do ar).

O piso possui acabamento em manta vinílica e rodapé no mesmo material. A parede possui pintura látex, com instalação de protetores de parede tipo roda-meio (bate macas) na altura de 0,90m. O forro é composto por placas de poliestileno revestidas de chapa metálica com pintura eletrostática branca, onde os componentes arquitetônicos de teto estão embutidos (grelhas de exaustão, difusores de insuflamento e luminárias). As juntas das placas são vedadas com silicone.

##### **CAIXILHOS FIXOS**

Caixilho fixo voltado para a área externa, em alumínio natural e vidro laminado simples. Há também visores de vidro simples fixo encaixilhados em alumínio pintado de branco entre os laboratórios NB3 e áreas adjacentes.

#### **4.1.3 POROS NUCLEARES - PONTOS DE PERMEABILIDADE**

O laboratório A possui no total 7 poros:

PORO 1: Entrada e saída de pessoas. O vestiário de saída é um ambiente separado do vestiário de entrada, porém sua saída é para dentro do vestiário de entrada, por isso considera-se um só poro de comunicação.

- Vestiário de entrada: ambiente com aproximadamente 4,5m<sup>2</sup>. Constituído por piso de manta vinilica, paredes com pintura acrílica e forro. Possui um armário para guarda de EPIs.

- Vestiário de saída: ambiente com aproximadamente 4,5m<sup>2</sup>. Constituído por duas áreas, sendo a primeira destinada a despamamentação (2,80m<sup>2</sup>) e a segunda ao banho. Na primeira área, o piso é de manta vinilica, paredes com pintura acrílica e forro em gesso com pintura acrílica, com iluminação embutida. Possui dois *hampers* para materiais a serem autoclavados, sendo um para materiais que serão descartados, e outro para materiais que serão reutilizados. Há uma pia para lavagem de mãos, com torneira que tem acionamento pelo pé, e um banco de apoio.

A área de box do chuveiro possui ralo, piso epóxi e pintura epóxi na parede e teto. O que divide a área do box da primeira área é uma divisória, e não alvenaria. A porta de saída dele dá acesso ao vestiário de entrada. As portas são em alumínio, sem visor, com puxador em aço, com controle de acesso, fechadura elétrica e mola aérea.

Para controlar a passagem de material contendo agentes infecciosos por este poro, há intertravamento de portas de forma que nunca haverá abertura simultânea da porta que abre para dentro do núcleo e da porta que abre para a área adjacente. Isso porque durante a abertura de uma porta, há interferência do fluxo de ar, e essa interferência pode ser

observada pelo sensor que fica na porta indicando a pressão interna do ar dentro do núcleo. A cada abertura de porta, a pressão fica menos negativa dentro do núcleo, e se houver abertura simultânea das portas, pode haver risco de escape de ar potencialmente contaminado através do poro. Também para controlar melhor esta movimentação de ar, o sistema de automação do laboratório aciona um alarme todas as vezes que a porta é aberta, como um alerta para o usuário abrir e fechar de forma rápida, causando o mínimo de interferência possível.

Há um acionamento manual para abertura das portas para casos de emergência.

#### PORO 2: Entrada e saída de materiais / insumos / produtos .

Para entrada e saída de materiais, o laboratório A possui um *pass through*, uma caixa de inox e vidro, com porta dupla intertravada. O laboratório possui um só equipamento de passagem de materiais, de dimensionamento aproximado de 60x60cm.

Para impedir que algum agente infeccioso saia da área de biocontenção por este poro, o *pass through* é equipado com luz UV e intertravamento de portas, impedindo abertura simultânea das duas portas, além de borracha de vedação que infla (por um compressor interno) para vedar completamente as portas, e impedindo a passagem do ar para fora da área de biocontenção. Além disso, todos os materiais a serem retirados do NB3 passam antes por um processo de descontaminação química da superfície externa.

#### PORO 3: Saída de materiais para descarte ou reutilização.

Tanto materiais que serão reutilizados quanto materiais que serão descartados passam por um processo de descontaminação por autoclave de barreira, ou seja, de porta dupla. O laboratório A possui uma só autoclave.

Para impedir que algum agente infeccioso saia por este poro, o sistema da autoclave de porta dupla possui portas com intertravamento, impedindo que haja abertura simultânea da porta dentro do núcleo e da porta que sai para a sala de descontaminação.

#### PORO 4: Entrada de ar.

Insuflamento: O ar entra no laboratório por duas vias: uma de menor representação, pelo vão das portas dos vestiários (pelo fato do laboratório possuir pressão negativa) e, principalmente, pelo insuflamento de ar externo. O insuflamento se faz por sistema centralizado (*fancoil* e sistema de resfriamento por água gelada – *chiller*). O *chiller* fica no pavimento de cobertura da edificação do laboratório, e o *fancoil* fica no pavimento do laboratório, em área externa coberta. O ar gelado é injetado para dentro do laboratório por dutos totalmente vedados, em aço, protegidos por manta com isolamento mecânico e térmico, e entra através de grelhas que estão espalhadas pelo laboratório, embutidas no forro. O ar do insuflamento passa por dois filtros antes de entrar na sala (um filtro grosso e um filtro fino), de acordo com as especificações da norma NBR 7256. Todo o ar insuflado para dentro do laboratório provém do meio ambiente, não tendo nenhum ar insuflado que seja do retorno do ar exaurido de dentro do laboratório.

O ar potencialmente contaminado não sai por este poro uma vez que o próprio sistema de insuflamento não permite o fluxo de ar contrário. . Em caso de mal funcionamento do ar, o sistema possui *dampers* que evitam o retorno.

#### PORO 5: Saída de ar

Exaustão: O ar sai do laboratório através de dutos totalmente vedados, conectados a exaustores, sendo 2 equipamentos que trabalham de forma simultânea, mas com capacidade instalada de trabalharem de forma independente, caso haja falha mecânica em um deles. Os exaustores ficam em uma casa de máquinas, juntamente com o painel da automação, no pavimento acima do laboratório. Ambos possuem sistema *bag-in bag-out* com filtragem absoluta (HEPA), com válvula para descontaminação química para que potencialize a segurança no momento da retirada dos filtros no momento da manutenção. O ar, após passar pela filtragem HEPA, é lançado ao meio ambiente.

Os agentes infecciosos não saem por este poro em função da filtragem HEPA, que filtra 99,97% dos micro-organismos iguais ou maiores a 0,3  $\mu\text{m}$  (ABNT, 2005).

#### PORO 6: Entrada de água

Conexão direta e exclusiva do reservatório para o NB3. Distribuição no entreforro, prumadas para os pontos embutidas nas paredes.

#### PORO 7: Saída de água

Esgoto: Todos os efluentes provindos do laboratório NB3 (cubas, lavatórios e chuveiros) são conduzidos por tubulação exclusiva até um sistema de tratamento na área externa.

Os agentes infecciosos não saem por este poro em função do próprio sistema de tratamento de efluentes. Em edificação separada, a água que chega é coletada em um tanque de reserva até que seja “liberada” (controlado pelo sistema de automação) para ser bombeada para a caldeira. A água recebe, então, tratamento térmico para descontaminação. O período e a temperatura são determinados de acordo com o gerenciamento de risco do laboratório. Após descontaminação, a água é lançada a um tanque de resfriamento, para posteriormente escoar para a rede pública de esgoto.

Todos os sistemas que controlam os poros são interligados em gerador independente de energia elétrica.

### **4.1.4 CITOPLASMA - ÁREAS ADJACENTES**

O laboratório A faz divisa com quatro ambientes internos: dois laboratórios NB2, uma sala de expurgo e uma área de circulação interna exclusiva do NB3. Também faz divisa com a área externa, sem abertura direta para ela (caixilho fixo), mas de forma que o laboratório pode ser iluminado pela luz do sol.

Dois destes ambientes possuem “poros” para comunicação com o interior do “núcleo”: a sala de descontaminação e um dos laboratórios NB2.

Pelo laboratório NB2 se faz o acesso de pessoas para o interior do núcleo, através de um “poro” – os vestiários de entrada e de saída. Apesar dele ter instalações condizentes com uso de laboratório de nível de biossegurança 2, não há manipulação de agentes infecciosos, sendo principalmente utilizado para preparo de reagentes e material do laboratório

NB3. Nesse laboratório, há um *pass through* (outro poro) para entrada e saída de materiais.

O outro ambiente onde há um “poro” é o expurgo, onde está instalada a autoclave de barreira (porta dupla).

#### **4.1.5 CARACTERÍSTICAS DE USO**

O laboratório A tem pouco mais de 10 anos de funcionamento.

É um laboratório destinado para rotina e pesquisa de Micobactérias. Esse fato o caracteriza como uso principalmente para rotinas, apesar de também haver pesquisas. Apesar de ser destinado a um só grupo de agente específico, nenhuma característica física o impediria de ser destinado a outros tipos de agentes infecciosos.

O procedimento padrão de biossegurança no laboratório é de acordo com o agente e as atividades específicas dentro dele. Não há diferenciação de EPIs entre os usuários, sendo que todos usam o mesmo tipo de EPI para suas atividades.

De acordo com as informações passadas pelo gestor do laboratório, nele são realizados, principalmente, testes de sensibilidade, onde há grande volume de amostras e cultura, o que indica que há grande quantidade de agente em uma só amostra. O agente infeccioso é caracterizado como nível 3. As amostras trabalhadas são as cepas. A virulência do agente varia entre média e alta, bem como a sua patogenicidade. O modo de transmissão é respiratório, sua origem é conhecida e a doença causada por este agente é endêmica no Brasil. Há medidas profiláticas e de tratamento, mas a eficiência pode variar, conforme o subtipo do agente e a condição de saúde do hospedeiro. A dose infectante também pode variar bastante em função imunidade do hospedeiro.

## 4.2 LABORATÓRIO B



Figura 12 – Planta do laboratório B

#### **4.2.1 NÚCLEO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - ÁREA INTERNA**

O laboratório B possui dois complexos de laboratórios de biocontenção, contíguos mas com acessos independentes. O laboratório utilizado neste estudo é apenas um deles, composto por 2 salas principais: NB3 e NB3A. O outro laboratório, não incorporado a este estudo, é de uso exclusivo para animais (NB3A), localizado na área pintada de vermelho na planta (Figura 12).

Este último, com acesso independente, abriga animais já inoculados. Foi avaliado pela gestora que seria inadequado a entrada neste ambiente potencialmente contaminado por uma pessoa sem o devido treinamento, e por isso ele não foi incorporado neste estudo. Portanto, o laboratório considerado aqui como “laboratório B” será apenas o primeiro, NB3/NB3A.

#### **AMBIENTE**

O núcleo do laboratório B é composto por 3 ambientes, sendo 2 salas de laboratórios (para manipulação de agentes infecciosos) e uma sala de apoio interna. A primeira, de 145m<sup>2</sup>, é um laboratório NB3 destinado para análises gerais (amostras biológicas, preparos de produtos e antígenos, etc). A segunda sala, com acesso pela primeira sala, é um laboratório NB3A, com 145m<sup>2</sup>, para análises relacionadas a animais (inoculação). A terceira é uma sala pequena de 5m<sup>2</sup>, sem função de laboratório (área de apoio) onde são guardados os materiais para descontaminação de superfícies, piso e parede. O núcleo soma 295m<sup>2</sup>.

As CSBs, que variam entre os tipos CII A2, CII B2 e duas CIII, ficam localizadas com suas laterais encostadas na parede oposta ao da entrada ao laboratório, tendo bancadas ao lado de cada uma delas, que proporciona área livre para trabalho e equipamentos. A menor distância entre CSB e bancada é de aproximadamente 1,45m.

A maior parte dos equipamentos está distribuído fora do perímetro das salas.

## **INSTALAÇÕES INTERNAS**

As instalações elétricas de distribuição ficam no entreferro, sendo que há canaletas de elétrica em cima das bancadas para ligar os equipamentos, já que as bancadas são encostadas nas paredes pela sua lateral. Todos os pontos elétricos do laboratório estão ligados em gerador independente de energia elétrica (incluindo seus sistemas de tratamento de ar, automação e tratamento de efluentes).

As pias ficam posicionadas nas extremidades das bancadas, então a tubulação de esgoto fica embutido no piso. Não há ralos dentro do núcleo.

## **COMPONENTES**

As luminárias são embutidas, para 2 lâmpadas fluorescente tubular, com difusor translúcido e acesso de manutenção por dentro do laboratório. As bancadas de trabalho são em resina epoxi preta e as que possuem pia são em aço inox (com cuba no mesmo material). Sob as bancadas, há armários volantes revestidos em laminado melamínico. As torneiras das cubas são de bancada, do tipo “bico de pato”, com registro comum (abertura com as mãos). Os sifões são montados em tubulações e conexões de PVC, interligando o esgoto no duto que está embutido no piso. Há telefone dentro do laboratório, para comunicação.

### **4.2.2 CARIOTECA - VEDAÇÕES**

#### **PAREDE/ PISO/ TETO**

O laboratório tem parede de alvenaria comum, piso e teto em laje. Abaixo da laje de cima há um forro totalmente vedado, criando uma área técnica de entreferro para distribuição das instalações prediais. As

instalações de tratamento de ar atravessam direto a laje, estando aparente no pavimento técnico que fica imediatamente acima dos laboratórios.

O piso possui acabamento em manta vinílica e rodapé no mesmo material. A parede possui pintura látex, com instalação de roda-meio (baterias). O forro é em gesso acartonado com pintura látex, onde os componentes arquitetônicos de teto estão embutidos (grelhas de exaustão, difusores de insuflamento e luminárias).

## **CAIXILHOS FIXOS**

Caixilhos fixos separando o núcleo da área externa, em estrutura de alumínio pintado de branco com vidro duplo. Há também visores fixos entre o núcleo e as áreas adjacentes, sendo dois deles estrutura encaixilhada em alumínio pintado de branco (que separa o NB3A de inoculação do NB3A de animais já inoculados) e o restante em estrutura de aço inox e vidro duplos.

### **4.2.3 POROS NUCLEARES - PONTOS DE PERMEABILIDADE**

O laboratório B possui no total 14 poros.

PORO 1: Entrada e saída de pessoas: O vestiário de saída é um ambiente separado do vestiário de entrada, porém sua saída é para dentro do vestiário de entrada, por isso considera-se um só poro de comunicação.

- Vestiário de entrada: possui aproximadamente 5m<sup>2</sup>. Possui piso de manta vinílica, paredes com pintura acrílica e forro. Possui um armário para guarda de EPIs e um banco de apoio.

- Vestiário de saída: possui aproximadamente 5m<sup>2</sup>. Possui duas áreas, sendo a primeira destinada a desparamentação (3m<sup>2</sup>) e a segunda ao banho. Na primeira área, o piso é de manta vinílica, paredes com pintura acrílica e forro, com iluminação embutida. Possui dois hampers para materiais a serem autoclavados, sendo um para materiais que serão descartados, e outro para materiais que serão reutilizados. Há uma pia para

lavagem de mãos, com torneira que tem acionamento pelo pé e pela mão (necessário acionar os 2 ao mesmo tempo).

A área de box do chuveiro possui ralo, piso epóxi e pintura epóxi. O que divide a área do box da primeira área é uma divisória, e não alvenaria. A porta de saída dele dá acesso ao vestiário de entrada.

As portas são em alumínio pintado de branco, algumas com detalhes em vermelho, sem visor. As portas dos vestiários possuem puxador em aço, e as portas internas do núcleo possuem maçanetas tipo puxador, com fechadura elétrica.

Para controlar a passagem de agentes infecciosos por este poro há intertravamento de portas de forma que nunca haverá abertura simultânea da porta que abre para dentro do núcleo e da porta que abre para a área adjacente. O sistema é similar ao do laboratório A, com exceção do alarme, que é acionado apenas após alguns segundos de porta aberta.

Há um acionamento manual para abertura das portas para casos de emergência.

#### POROS 2 A 9: Entrada e saída de materiais / insumos.

O laboratório possui oito equipamentos de passagem de materiais, o *pass through*. Seis deles no tamanho padrão (aproximadamente 60x60cm) e um deles maior, com aproximadamente 80x90cm.

Os *pass through* são equipados com luz UV e intertravamento de portas, para que não haja passagem de ar (potencialmente contaminado) para fora do laboratório de biocontenção. Todos os materiais a serem retirados do NB3 passam antes por um processo de descontaminação química da superfície externa.

#### PORO 10: Saída de materiais para descarte ou reutilização.

Tanto materiais que serão reutilizados quanto materiais que serão descartados passam por um processo de descontaminação por autoclave de barreira, ou seja, de porta dupla. O laboratório B possui uma só autoclave.

Para impedir que algum agente infeccioso saia por este poro, o sistema da autoclave de porta dupla possui portas com intertravamento, impedindo que haja abertura simultânea da porta dentro do núcleo e da

porta que sai para a sala de expurgo. Uma vez fechada a porta dentro do núcleo, o próprio processo térmico da autoclavação elimina os agentes, tanto dos materiais quanto do ar.

#### PORO 11: Entrada de ar

Insuflamento: O ar entra no laboratório por duas vias: uma de menor representação, pelo vão das portas dos vestiários (pelo fato do laboratório possuir pressão negativa) e, principalmente, pelo insuflamento de ar. O insuflamento se faz por sistema centralizado (*fancoil* e sistema de resfriamento por água gelada – *chiller*). O *chiller* fica em área aberta coberta, fora da edificação. Os *fancoils* ficam no pavimento técnico imediatamente acima do laboratório. O sistema de insuflamento de ar é dutado, e é insuflado por grelhas que estão espalhadas pelo laboratório, embutidas no forro. O ar gelado que é injetado para dentro do laboratório por dutos totalmente vedados, em aço, protegidos por manta com isolamento mecânico e térmico, e entra através de grelhas que estão espalhadas pelo laboratório, embutidas no forro. A filtragem do ar no insuflamento é realizada através de filtro grosso + filtro fino. Todo o ar insuflado para dentro do laboratório provém do meio ambiente, não tendo nenhum ar insuflado que seja do retorno do ar exaurido de dentro do laboratório.

O ar potencialmente contaminado não sai por este poro uma vez o próprio sistema de insuflamento não permite o fluxo de ar contrário. . Em caso de mal funcionamento do ar, o sistema possui *dampers* que evitam o retorno.

#### PORO 12: Saída de ar

Exaustão: O ar sai do laboratório através de dutos totalmente vedados, conectados a exaustores, sendo 2 equipamentos que trabalham de forma simultânea, mas com capacidade instalada de trabalharem sozinhos, caso haja falha mecânica em um deles. Os exaustores ficam no pavimento técnico imediatamente acima do laboratório. Ambos possuem sistema *bag-in bag-out* com filtragem absoluta (HEPA), com válvula para descontaminação química para que potencialize a segurança no momento da retirada dos

filtros no momento da manutenção. O ar, após passar pela filtragem HEPA, é lançado ao meio ambiente.

Os agentes infecciosos não saem por este poro em função da filtragem HEPA, que filtra 99,97% dos micro-organismos iguais ou maiores a 0,3  $\mu\text{m}$  (ABNT, 2005).

#### PORO 13: Entrada de água

Conexão direta e exclusiva do reservatório para o NB3 com distribuição por cima da laje (no pavimento técnico), prumadas para os pontos embutidas nas paredes e no piso.

#### PORO 14: Saída de água

Esgoto: Todos os efluentes provindos do laboratório NB3 (cuba, lavatório e chuveiro) são conduzidos por tubulação exclusiva até um sistema de tratamento na área externa.

Os agentes infecciosos não saem por este poro em função do próprio sistema de tratamento de efluentes. Em edificação separada, próximo ao chiller, a água que chega é coletada em um tanque de reserva até que seja “liberada” (controlado pelo sistema de automação) para ser bombeada para a caldeira. São duas caldeiras que atendem aos três laboratórios NB3 (inclui o laboratório NB3A não incorporado nesta pesquisa). A água recebe, então, tratamento térmico para descontaminação. O período e a temperatura são determinados de acordo com o gerenciamento de risco do laboratório. Após descontaminação, a água é lançada a um tanque de resfriamento, para posteriormente escoar para a rede pública de esgoto.

Todos os sistemas que controlam os poros são interligados em gerador independente de energia elétrica.

### **4.2.4 CITOPLASMA - ÁREAS ADJACENTES**

O laboratório B faz divisa com onze ambientes internos: um laboratório NB3A, três laboratórios NB2, dois laboratórios sem risco por agentes infecciosos, uma sala de lavagem, duas antecâmaras, uma sala de quarentena e uma sala técnica. Também faz divisa com a área externa, mas

sem abertura direta para ela (caixilho fixo), porém de forma que o ambiente pode ser iluminado pela luz do sol.

Oito deles são ambientes com “poros” para comunicação com o interior do “núcleo”: o laboratório NB3A, um laboratório NB2, os dois laboratórios sem risco por agentes infecciosos, as duas antecâmaras, a sala de lavagem e a sala de quarentena.

O acesso de pessoas para o interior do núcleo se faz por uma das antecâmaras, através de um poro: o vestiário de entrada. Nesta mesma antecâmara há um *pass through* (outro poro) para entrada e saída de materiais.

A outra antecâmara possui dois poros: um *pass through* para entrada e saída de materiais e uma eclusa, que serve para saída de equipamentos.

A sala de lavagem também possui dois poros: um *pass through* para entrada e saída de materiais, e uma autoclave para descontaminação de materiais a serem reutilizados ou para descarte.

Os demais ambientes possuem *pass through* como poros.

#### **4.2.5 CARACTERÍSTICAS DE USO**

O laboratório B tem aproximadamente 6 anos de funcionamento.

É um laboratório multiusuário, destinado a análises e pesquisas de vírus de nível de biossegurança 2 e 3, não específico. Esse fato faz com que o seu uso se dê simultaneamente para agentes e metodologias diferentes, com vários operadores ao mesmo tempo em cada um deles. Apesar de ser destinado a análises de vírus, nenhuma característica física o impediria de ser destinado a outros tipos de agentes infecciosos, desde que houvesse uma programação e planejamento para gerenciamento de risco.

Pela diversidade de agentes trabalhados, os procedimentos padrão de biossegurança no laboratório são de acordo com cada atividade a ser realizada.

Nele são realizados, principalmente, investigação de óbitos, análises de amostras biológicas e preparo de antígenos. Não só são trabalhados agentes infecciosos de nível 3, mas também agentes de nível 2 dependendo do tipo de manipulação que se faz (que gera maior risco ao operador).

São diferentes agentes, e por consequência, suas características associadas variam (virulência, modo de transmissão, estabilidade no meio ambiente, origem, dose infectante, disponibilidade de medidas profiláticas e tratamento e eliminação do agente). O laboratório foi planejado para atender todos os casos.

Algumas metodologias utilizadas neste laboratório são apenas o início da análise, e podem ser finalizadas fora do laboratório (por exemplo, metodologias de biologia molecular por PCR, onde, após extração do DNA ou RNA do agente, não há mais risco inerente à amostra). Essa prática é bastante comum e contribui com a biossegurança, pois é uma forma de poupar o operador de se expor ao risco durante muito tempo.

Sendo assim, não apenas materiais a serem descartados ou a serem esterilizados (para reutilização) saem do laboratório. Há saída de material que não pode ser inativado pela autoclavagem, como subprodutos para análises (antígenos, RNA/DNA, etc.), bem como resíduos químicos.

### 4.3 LABORATÓRIO C



Figura 13 – Planta do Laboratório C

#### 4.3.1 NÚCLEO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – ÁREA INTERNA

O laboratório C é composto por uma sala única. Na figura 13 está representada pela área central, sem cor.

#### AMBIENTE

O núcleo do laboratório C é composto por uma sala, com 30m<sup>2</sup> para manipulação de agentes infecciosos. Há 3 CSBs CII B2 dentro do laboratório, que ficam posicionadas longe da porta, a uma distância de 1,25m da parede. Há 2 freezers e 1 geladeira, além de 1 estufa de CO<sub>2</sub> e 2 centrífugas com frascos lacrados de segurança. A distribuição dos equipamentos pelo laboratório fica pelo perímetro do laboratório, deixando a bancada de apoio para o trabalho livre, no centro da sala, a aproximadamente 1,15m de distância dos equipamentos.

## **INSTALAÇÕES INTERNAS**

As instalações elétricas de distribuição passam por cima da laje, e dentro do núcleo há canaletas externas fixadas nas paredes, atrás dos equipamentos, para a distribuição dos pontos de elétrica. Todos os pontos elétricos do laboratório estão ligados em gerador independente de energia elétrica (incluindo seus sistemas de tratamento de ar, automação e tratamento de efluentes).

Não há tubulações de hidráulica aparentes. Não há ralos dentro do núcleo.

## **COMPONENTES**

As luminárias são embutidas, para 2 lâmpadas fluorescentes tubulares, com difusor translúcido. O acesso para troca de lâmpadas não é por dentro do núcleo, e sim pelo pavimento técnico sobre a laje.

As bancadas de trabalho são revestidas em laminado melaminico e a que possui pia é em aço inox, com cuba no mesmo material.

A torneira da pia é de bancada, do tipo “bico de pato”, com alça longa para acionamento com o cotovelo.

Esta bancada é a única que possui gabinete fixo embaixo, revestido em laminado melaminico, que esconde o sifão de PVC. Sob as outras bancadas, há armários volantes com revestimento em laminado melaminico.

Para a comunicação entre os usuários que estão dentro do núcleo é utilizado um ramal de telefone comum.

#### **4.3.2 CARIOTECA – VEDAÇÕES**

##### **PAREDE/ PISO/ TETO**

O laboratório é isolado por paredes em alvenaria comum, piso e teto em laje. Acima da laje existente há um pavimento técnico de pé direito baixo (aproximadamente 1,50m), cuja função é a distribuição das instalações prediais.

O piso possui acabamento em manta vinílica e rodapé no mesmo material. A parede possui pintura látex, com instalação de roda-meio (batermacas). Não há forro. As luminárias, grelhas de exaustão e difusores de insuflamento de ar ficam embutidas na própria laje.

##### **CAIXILHOS FIXOS**

O laboratório C não possui caixilho fixo voltado para a área externa. Há visores fixos entre o núcleo e as áreas adjacentes, em estrutura de inox e vidro duplo.

#### **4.3.3 POROS NUCLEARES- PONTOS DE PERMEABILIDADE**

O laboratório C possui 8 poros.

PORO 1: Entrada e saída de pessoas: O vestiário de saída é um ambiente separado do vestiário de entrada, porém sua saída é para dentro do vestiário de entrada, por isso considera-se um só poro de comunicação.

- Vestiário de entrada possui aproximadamente 5m<sup>2</sup>. Possui piso de manta vinilica, paredes e laje com pintura acrílica. Possui um armário para guarda de EPIs e um lavatório para lavagem de mãos. A torneira é modelo simples, com acionamento com o pé.

As portas são em alumínio pintado de branco, sem visor. Possui um sistema de vedação retrátil que permite, em caso de fumigação para descontaminação do ambiente (que não é realizada de fato) ou de equipamentos, a vedação nos vãos embaixo da porta.

- Vestiário de saída: É composto por 2 áreas separadas por uma parede de alvenaria que não vai até o teto. A primeira área serve para desparamentação, possui aproximadamente 3m<sup>2</sup>. O piso é de manta vinilica, paredes com pintura acrílica, laje e iluminação embutida. Há neste local dois *hampers* pequenos (*containers*) para materiais a serem autoclavados, sendo um para materiais a serem descartados e outro para materiais a serem reutilizados (roupas).

A segunda área tem um chuveiro e um armário com porta dupla (barreira, com abertura também para o vestiário de entrada). Possui ralo, piso epóxi (com desnível) e pintura de parede em epóxi. A porta de saída do box é voltada para dentro do vestiário de entrada. As portas são em alumínio pintado de branco, sem visor. As maçanetas são do tipo puxador, com fechadura elétrica e mola aérea.

Para controlar a passagem de agentes infecciosos por este poro há intertravamento de portas de forma que nunca haverá abertura simultânea da porta que abre para dentro do núcleo e da porta que abre para a área adjacente. O sistema é similar ao do laboratório A, com exceção do alarme, que é acionado apenas após alguns segundos de porta aberta.

Há um acionamento manual para abertura das portas para casos de emergência.

POROS 2 E 3: Entrada e saída de materiais / insumos.

O laboratório possui dois equipamentos de passagem de materiais, o *pass through*, de tamanho padrão (aproximadamente 60x60cm).

Um deles conecta o núcleo com um laboratório sem agentes infecciosos, e o outro conecta a um laboratório potencialmente contaminado (NB2). Os *pass through* são equipados com luz UV e intertravamento de portas, para que não haja passagem de ar (potencialmente contaminado) para fora do laboratório. Todos os materiais a serem retirados do laboratório de biocontenção passam antes por um processo de descontaminação química da superfície externa, além de receber a luz UV.

#### PORO 4: Saída de materiais para descarte ou reutilização.

Tanto materiais que serão reutilizados quanto materiais que serão descartados passam por um processo de descontaminação por autoclave de barreira, ou seja, de porta dupla.

Para impedir que algum agente infeccioso saia por este poro, o sistema da autoclave de porta dupla possui portas com intertravamento, impedindo que haja abertura simultânea da porta dentro do núcleo e da porta que sai para a sala de expurgo. Uma vez fechada a porta dentro do núcleo, o próprio processo térmico da autoclavação elimina os agentes, tanto dos materiais quanto do ar.

#### PORO 5: Entrada de ar

Insuflamento: O ar entra no laboratório por duas vias: uma de menor representação, pelo vão das portas dos vestiários (pelo fato do laboratório possuir pressão negativa) e, principalmente, pelo insuflamento de ar. O insuflamento se faz por sistema centralizado (*fancoil* e sistema de resfriamento por água gelada – *chiller* – que ficam no último pavimento da edificação, logo acima do pavimento técnico), dutado, e é insuflado por grelhas que estão espalhadas pelo laboratório, embutidas na laje. Há filtragem absoluta no insuflamento. Todo o ar insuflado para dentro do laboratório provém do meio ambiente, não tendo nenhum ar insuflado que seja do retorno do ar exaurido de dentro do laboratório.

O ar potencialmente contaminado não sai por este poro uma vez que o próprio sistema de insuflamento não permite o fluxo de ar contrário.

Em caso de mal funcionamento do ar, o sistema possui *dampers* que evitam o retorno.

#### PORO 6: Saída de ar

**Exaustão:** O ar é eliminado do laboratório através de dutos totalmente vedados, conectados a exaustores, sendo 2 equipamentos que trabalham de forma simultânea, mas com capacidade instalada de trabalharem sozinhos, caso haja falha mecânica em um deles. Os exaustores ficam no pavimento técnico imediatamente acima do laboratório. Ambos possuem sistema *bag-in bag-out* com filtragem absoluta (HEPA), com válvula para descontaminação química para que potencialize a segurança no momento da retirada dos filtros no momento da manutenção. O ar, após passar pela filtragem HEPA, é lançado ao meio ambiente.

#### PORO 7: Entrada de água

Conexão direta e exclusiva do reservatório para o NB3. Distribuição por cima da laje (no pavimento técnico), prumadas para os pontos embutidas nas paredes e no piso.

#### PORO 8: Saída de água

Saída de água - esgoto: Todos os efluentes provindos do laboratório NB3 (cuba, lavatório e chuveiro) são conduzidos por tubulação exclusiva até um sistema de tratamento na área externa.

Os agentes infecciosos não saem por este poro em função do próprio sistema de tratamento de efluentes. Em edificação separada, próximo ao chiller, a água que chega é coletada em um tanque de reserva até que seja “liberada” (controlado pelo sistema de automação) para ser bombeada para a caldeira. São duas caldeiras que atendem aos três laboratórios NB3 (inclui o laboratório NB3A não incorporado nesta pesquisa). A água recebe, então, tratamento térmico para descontaminação. O período e a temperatura são determinados de acordo com o gerenciamento de risco do laboratório. Após descontaminação, a água é lançada a um tanque de resfriamento, para posteriormente escoar para a rede pública de esgoto.

Todos os sistemas que controlam os poros são interligados em gerador independente de energia elétrica.

#### 4.3.4 CITOPLASMA - ÁREAS ADJACENTES

O laboratório C faz divisa com cinco ambientes internos: um laboratório NB2, dois laboratórios sem manuseio de agentes infecciosos, uma sala de descontaminação e escada de acesso ao pavimento. Também faz divisa com a área externa, porém sem abertura para ela (nem caixilho).

Dos cinco ambientes, três deles são ambientes com poros para comunicação com o interior do núcleo: o laboratório NB2, um laboratório sem agentes infecciosos e a sala de descontaminação.

O acesso de pessoas para o interior do núcleo se faz pela área do NB2 próximo a entrada, por um poro: o vestiário de entrada. Neste mesmo laboratório, mas em uma área próxima às atividades do laboratório, há outro poro para entrada e saída de materiais (*pass through*).

No laboratório sem agentes infecciosos há um poro: um *pass through* para entrada de materiais.

A sala de lavagem também possui um poro: a autoclave para descontaminação de materiais a serem reutilizados ou para descarte.

#### 4.3.5 CARACTERÍSTICAS DE USO

O laboratório C tem aproximadamente 10 anos de funcionamento.

É um laboratório multiusuário, destinado para análises e pesquisas de diferentes agentes infecciosos (vírus, bactérias e micobactérias) de nível de biossegurança 2 e 3, não específico. O uso se dá por agendamento, uma vez que é utilizado por equipes de laboratórios diferentes e o seu tamanho não viabiliza mais de uma equipe simultaneamente.

Os procedimentos padrão de biossegurança no laboratório é de acordo com o gerenciamento de risco de cada agente e de acordo com a atividade realizada. Cada equipe, ao registrar a necessidade de uso do laboratório, preenche um formulário identificando os riscos inerentes ao agente e a metodologia, entre outras informações pertinentes à biossegurança.

Pela diversidade de agentes trabalhados, os procedimentos padrão de biossegurança no laboratório são de acordo com cada atividade a ser realizada.

São diferentes agentes, e por consequência, suas características associadas variam bastante (virulência, modo de transmissão, estabilidade no meio ambiente, origem, dose infectante, disponibilidade de medidas profiláticas e tratamento e eliminação do agente). O laboratório foi planejado para atender todos os casos.

As amostras trabalhadas variam entre cepas e amostras biológicas. As manipulações são através de diferentes metodologias, uma vez que também envolve pesquisa dos agentes e não apenas análise diagnóstica.

Algumas metodologias utilizadas neste laboratório são apenas o início da análise, e podem ser finalizadas fora do laboratório (por exemplo, metodologias de biologia molecular por PCR, onde, após extração do DNA ou RNA do agente, não há mais risco inerente à amostra). Essa prática é bastante comum e contribui com a biossegurança, pois é uma forma de poupar o operador de se expor ao risco durante muito tempo.

Sendo assim, não apenas materiais a serem descartados ou a serem esterilizados (para reutilização) saem do laboratório. Há saída de material que não pode ser descaracterizado pela autoclavagem, como subprodutos para análises (antígenos, RNA/DNA, etc.), bem como resíduos químicos.

## **4.4 PROCEDIMENTOS GERAIS**

### **4.4.1 BIOSSEGURANÇA E BOAS PRÁTICAS**

A incidência de exposição de usuários ou população a um agente infeccioso aumenta na proporção inversa da eficiência de três fatores: padronização nos projetos do laboratório, boas práticas de biossegurança e treinamento de funcionários (Jahrling *et al*, 2009).

Antes mesmo do usuário entrar no laboratório, ele deve iniciar suas boas práticas, conferindo no medidor de pressão se o laboratório NB3 está com a pressão negativa (de acordo com o projeto instalado e conforme orientado em treinamento) antes de entrar no vestiário para se paramentar. O medidor de pressão fica posicionado no lado de fora do núcleo, próximo à porta do vestiário nos 3 laboratórios.

Para entrar no núcleo, é necessária a colocação dos EPIs que irão funcionar como barreira primária.

Os EPIs necessários para entrada aos laboratórios são de acordo com o Quadro 1:

Quadro 1 – Quadro comparativo indicando quais os EPIs são utilizados em cada um dos laboratórios

<b>EPIS E LOCAL DE PARAMENTAÇÃO E DESPARAMENTAÇÃO</b>			
<b>EPIS</b>	<b>LAB A</b>	<b>LAB B</b>	<b>LAB C</b>
Roupa de proteção (por baixo)		x	x
Capuz de proteção (por baixo)		x	
Macacão de proteção	x	x	x
Avental de manga comprida	x		
Capuz de proteção com visor em acetato		x	x
Respirador motorizado conectado por traqueia		x	x
2 pares de luvas	x	x	x
Máscaras	x	x	x
Pró pé	x	x	x
Gorro	x	x	x

No laboratório C, antes de entrar no vestiário o usuário pega em um carrinho próximo à porta de entrada o filtro do respirador, conferindo cuidadosamente se não há nele nenhum dano nele que comprometa sua segurança.

No laboratório A o usuário não precisa tirar sua roupa pessoal, colocando o macacão de proteção por cima dela. Ele pode entrar sozinho ou em 2 pessoas. O usuário veste o macacão, e coloca os dois pares de luvas.

Depois, coloca-se o pró pé, a touca e a máscara. Já dentro do laboratório, antes de iniciar as atividades, o usuário veste um avental descartável por cima do macacão. Após completa paramentação, o usuário está pronto para iniciar suas atividades.

Já nos laboratórios B e C, dependendo da atividade, o usuário pode ou não tirar sua roupa pessoal, colocando a roupa de proteção por cima. Quando o usuário tira sua roupa pessoal, ele entra sozinho no vestiário. Se não for trocar, entra em duas ou mais pessoas. Por cima da roupa de proteção, o usuário veste o macacão, e coloca os dois pares de luvas. Depois, coloca-se o pró pé e o capuz de proteção. No laboratório C usa-se dois pares de pró pé para proteção do sapato. Se a atividade não exigir uso de capuz com visor de acetato e respirador, o usuário coloca touca e máscara. No laboratório C, o capuz conectado ao respirador motorizado é colocado dentro do vestiário barreira, e no laboratório B este EPI é colocado já dentro do laboratório, onde estão dispostos sobre a primeira bancada. Os respiradores ficam conectados a pontos de elétrica para carregar a bateria. Após toda a paramentação, a atividade do usuário se inicia.

Não o único, mas o principal vilão, em todos os casos, é a formação de aerossol. O aerossol é uma partícula de líquido ou sólido que fica em suspensão no ar. Ele se forma a partir de alguns processos de manipulação, como uso de pipetas, seringas e agulhas, centrifugas, agitadores, etc. (Schneider, 2011). Acidentes de derramamento e queda de recipiente também geram aerossol. Por este risco, todas as atividades manuais que geram aerossol são trabalhadas dentro das CSBs (barreira primária).

No laboratório A há 2 CSBs CII B2. No laboratório B, no NB3 há 7 CSBs, sendo 5 CII A2, uma CII B2 e uma CIII; no NB3A tem 5 CSBs, sendo um módulo de troca, 3 CII B2 e uma CIII. No C, há 3 CSBs CII B2.

No laboratório A, há uma centrífuga refrigerada com frascos lacrados de segurança, que evita a propagação dos aerossóis formados em caso de quebra ou abertura de tubo durante o processo de centrifugação. No B, há 4 centrífugas destas no NB3 e 1 no NB3A. No C, há 2.

Para as análises, utiliza-se tubos de vidro e de plástico. O de plástico é uma forma de minimizar a gravidade de possíveis acidentes. Se houver queda do tubo, não há risco de quebra e corte do operador, além de espalhamento de aerossol contendo agente infeccioso.

Dentro do laboratório A, a pia é utilizada principalmente para fazer coloração de lâminas, e os resíduos químicos são recolhidos em recipiente colocado dentro da pia, para posteriormente ser acondicionado em galões apropriados para o descarte. No laboratório B e C, a pia é pouco utilizada.

No laboratório A um usuário pode entrar para trabalhar sozinho, contanto que tenha pelo menos uma pessoa no laboratório adjacente trabalhando e ciente de que outro usuário está dentro do NB3 (há visor de um ambiente para o outro). Este procedimento padrão evita que o usuário, ocasionalmente em situação de mal estar ou acidente, se exponha ao risco entrando em pânico ou tentando tirar o equipamento de proteção. O número máximo de usuários dentro do laboratório é de 5 pessoas. Nos laboratórios B e C um usuário nunca entra para trabalhar sozinho, devendo sempre estar acompanhado por no mínimo uma pessoa. O número máximo dentro do laboratório B é de 9 usuários em cada um dos laboratórios (NB3 e NB3A) e no laboratório C, 3 usuários.

Antes de sair do núcleo, o usuário do laboratório A descarta o avental e descontamina por borrifo de álcool 70% nas luvas e mangas do macacão. A lavagem de mãos se dá no vestiário barreira de saída. No vestiário de saída o usuário tira a primeira luva, o pro pé, a touca, descartando tudo no container de resíduos com saco branco, destinado aos resíduos que serão autoclavados e descartados. O macacão é retirado com cuidado, e levado junto com o usuário para o vestiário de entrada (para reutilização), ou em caso de ter havido exposição acidental ao agente infeccioso, ou após reutilização, colocado no container de resíduos com saco branco, destinado aos resíduos que serão autoclavados e reutilizados.

O usuário do laboratório B, antes de sair do núcleo, retira o capuz e respirador. É borrifado produto químico para descontaminação e deixado em cima da bancada, de uso exclusivo para isso. O respirador é conectado à

tomada para que fique carregando a bateria. Se o usuário estiver de máscara, ele sai do núcleo ainda com a máscara. O usuário borrifa produto químico também na luva. No vestiário de saída, então, o usuário tira a primeira luva, o pró pé, touca e máscara (se estiver usando), colocando tudo no container de resíduos com saco branco, destinado aos resíduos que serão autoclavados e descartados. O macacão é retirado com cuidado e colocado no container de resíduos com saco branco destinado aos resíduos que serão autoclavados e reutilizados. O macacão pode passar por um número limite de autoclavagem (de acordo com o fabricante), depois deve ser descartado. A roupa de proteção também é colocada dentro do container para autoclavar e reutilizar depois. Por último, descarta-se a luva “segunda pele” e lava-se as mãos. O usuário passa pelo vestiário de entrada onde, se for o caso, pega seus pertences pessoais e sai do laboratório.

O usuário do laboratório C, antes de sair, borrifa álcool 70% em sua luva de cima e pega outra luva estéril para abrir a porta do vestiário de saída. Ao sair do núcleo, já no vestiário de saída, o usuário retira o primeiro pró pé (ou bota) e a luva de cima, após borrifar produto químico, e é colocada em um container que será para resíduos a serem descartados. O macacão é retirado depois, após ser borrifado com produto químico, com cuidado (encostando apenas do lado avesso, ainda utilizando a luva “segunda pele”), sendo colocado no container que será de material a ser reutilizado ou então no que será descartado (dependendo da quantidade de vezes que já foi reutilizado após descontaminação). A roupa de proteção também é colocada dentro do container para autoclavar e reutilizar depois. O capuz com respirador são os penúltimos a serem retirados. Borrifa-se produto químico para descontaminação em ambos, sendo que o capuz é cuidadosamente colocado em um saco autoclavável, borrifado com produto químico (Amphyl®, álcool 70% e hipoclorito 2 a 5%) e vedado posteriormente com fita adesiva. A superfície externa do saco também é borrifada com o mesmo produto. Os últimos EPIs a serem retirados são o último pró pé e a luva “segunda pele”.

O respirador e o saco com o capuz vão junto com o usuário para a segunda área do vestiário de saída, onde tem o chuveiro e o armário, e são colocados em armário com porta dupla, onde o capuz ficará 24 horas para descontaminação, e o respirador é ligado à tomada para carregar. O usuário sai pelo vestiário de entrada, onde lava as mãos.

Em nenhum dos 3 laboratórios é obrigatório o banho na saída.

#### 4.4.2 DESCONTAMINAÇÃO

Descontaminação de EPIs: Inicia dentro do núcleo nos 3 laboratórios, borrifando álcool 70% nas luvas e mangas do macacão no laboratório A, borrifando com uma mistura de produtos químicos (hipoclorito 2 a 5%, álcool 70% e amônia quaternária de última geração) o capuz com visor e o respirador no laboratório B e borrifando álcool 70% a luva no laboratório C. A descontaminação química continua no laboratório C dentro do vestiário saída, onde é borrifado um composto químico (Amphyl® - desinfetante a base de o-phenylphenol e o-benzyl-p-chlorophenol, álcool 70% e hipoclorito 2 a 5%) para desinfecção dos demais EPIs.

Nos 3 laboratórios o último usuário do dia, imediatamente antes de sair do laboratório, recolhe os sacos autoclaváveis dos containers dentro do vestiário de saída e coloca na autoclave para processo de descontaminação.

Descontaminação de equipamentos: As superfícies dos equipamentos passam por descontaminação química, pela própria equipe, na rotina de atividade (por álcool 70% nos laboratórios A e B, por Amphyl® no laboratório C), descontaminação terminal, ou quando necessário retirá-lo para manutenção ou troca. Nos casos de descontaminação de equipamentos por fumigação com produto químico há sistema de exaustão no vestiário de entrada do laboratório A e no C. No laboratório B há uma eclusa destinada exclusivamente para este uso (A princípio, a eclusa era um vestiário barreira de entrada e saída, que seria utilizado por usuários de laboratórios que não fossem dentro da mesma edificação, porém, pela falta

de espaço adequado para fumigação de equipamentos, este ambiente foi dedicado a isso).

Descontaminação de material a retirar: Todos os materiais a serem retirados do laboratório de biocontenção passam por descontaminação.

Alguns materiais, como laudos técnicos ou subprodutos gerados dentro do NB3 que não podem ser descaracterizados, saem pelo *pass through*, e sofrem descontaminação química da superfície externa.

Os resíduos químicos que são recolhidos (quando não podem ser neutralizados e lançados na rede de esgoto) são guardados dentro de recipientes grandes, reforçados e vedados, passam por descontaminação química de superfície externa e saem, devidamente identificados, também pelo *pass through*, para ter destinação específica de resíduos químicos de acordo com o PGRSS estipulado pela Instituição.

Todos os materiais a serem descartados passam pela autoclave de barreira. Os materiais a serem reutilizados que possuem resistência (sem descaracterização) também passam pela mesmo processo de autoclavagem. A autoclavagem acontece 1 a 2 vezes ao dia nos laboratórios A e B e até 3 vezes por semana no laboratório C.

Descontaminação de superfícies internas: Todas as superfícies internas (piso, teto, parede, bancadas, pés de bancadas, armários, equipamentos, cubas, tubulações e dutos aparentes, luminárias, etc) são descontaminadas com produtos químicos (Amphyl® no laboratório A, álcool 70% e hipoclorito 2 a 5%). Algumas são descontaminadas com maior frequência, pelo próprio operador, como por exemplo as bancadas e superfície interna das CSBs.

No laboratório A o piso é descontaminado uma vez por semana. Uma vez ao mês (com exceção de caso de acidente) ocorrem as limpezas terminais, quando todo o laboratório é limpo e descontaminado por equipe devidamente treinada. Todo o material destinado a execução da descontaminação é exclusiva do laboratório e fica guardada no vestiário de saída.

No laboratório B há limpeza e descontaminação do ambiente diária, realizada por equipe devidamente treinada, antes dos usuários entrarem no laboratório e após ter passado uma noite de renovação de ar pelo sistema de tratamento de ar. Os produtos utilizados para a descontaminação química das superfícies são hipoclorito 2 a 5%, álcool 70% e amônia quaternária de última geração. As limpezas terminais ocorrem duas vezes ao mês ou em casos de acidentes, também realizada por equipe treinada. Todo o material destinado à execução da descontaminação é exclusiva do laboratório e fica guardada na sala de apoio, dentro do núcleo.

Na limpeza terminal do laboratório C, que acontece uma ou duas vezes ao mês, usa-se Amphyl® ou hipoclorito e posteriormente álcool e água.

Filtragem do ar de exaustão: Todo o ar exaurido passa por filtragem absoluta (HEPA) localizados em caixas exclusivas para o sistema junto dos equipamentos de exaustão. Há procedimento de descontaminação química antes da retirada do filtro para troca, ainda que o sistema *bag in bag out* seja específica para que não haja contato do filtro com o operador da troca.

Descontaminação de água de esgoto: Todos os efluentes são direcionados para um sistema de descontaminação de efluentes.

#### 4.5 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS PELOS USUÁRIOS

A seguir, apresentamos a avaliação dos usuários sobre os parâmetros descritos durante visitas aos laboratórios de biossegurança NB3.

Tabela 1 : Avaliação dos usuários sobre os parâmetros do Núcleo nos laboratórios A, B e C

AVALIAÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE OS PARÂMETROS						
PARÂMETROS AVALIADOS	LAB A 55 m2		LAB B 295m2		LAB C 30 m2	
	POSITIVA	NEGATIVA	POSITIVA	NEGATIVA	POSITIVA	NEGATIVA
<b>NÚCLEO</b>						
Tamanho do laboratório	<b>67%</b>	33%	<b>100%</b>		<b>67%</b>	33%
Distância bancadas/equipam.	44%	<b>56%</b>	<b>100%</b>		<b>67%</b>	33%
Distribuição espacial	<b>67%</b>	33%	<b>86%</b>	14%	<b>50%</b>	<b>50%</b>
Local descontaminação EPI	<b>89%</b>	11%		<b>100%</b>	-	-
Dutos aparentes elétrica	<b>78%</b>	22%	29%	<b>71%</b>	<b>100%</b>	
Dutos de hidráulica	<b>100%</b>		43% *		<b>83%</b>	17%
Ralos	<b>67%</b>	33%	86% *		<b>100%</b>	
Bancadas	<b>100%</b>		<b>86%</b>	14%	<b>83%</b>	17%
Espaço bancada para trabalho	<b>56%</b>	44%	<b>100%</b>		33%	<b>67%</b>
Armários sob bancada	<b>56%</b>	44%	<b>100%</b>		<b>83%</b>	17%
Luminárias	<b>100%</b>		43%	<b>57%</b>	33%	<b>67%</b>
Telefone / interfone	<b>89%</b>	11%	<b>71%</b>	29%	<b>67%</b>	33%
Torneiras	<b>78%</b>	22%	29%	<b>71%</b>	<b>67%</b>	33%
Sifão	<b>100%</b>		<b>86%</b>	14%	<b>33% *</b>	17% *

Tabela 2 - Avaliação dos usuários sobre os parâmetros da carioteca e dos poros avaliados nos laboratórios A, B e C

AVALIAÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE OS PARÂMETROS						
PARÂMETROS AVALIADOS	LAB A 55 m <sup>2</sup>		LAB B 295m <sup>2</sup>		LAB C 30 m <sup>2</sup>	
	POSITIVA	NEGATIVA	POSITIVA	NEGATIVA	POSITIVA	NEGATIVA
<b>CARIOTECA</b>						
Forro	<b>78%</b>	22%	<b>86%</b>	14%	<b>67%</b>	33%
Parede	<b>100%</b>		<b>57%</b>	43%	<b>67%</b>	33%
Piso	<b>78%</b>	22%	<b>71%</b>	29%	<b>83%</b>	17%
Janelas	<b>100%</b>		<b>100%</b>		<b>50%</b>	<b>50%</b>
Visores entre ambientes	<b>100%</b>		<b>71% *</b>	14% *	<b>75%</b>	25%
<b>POROS</b>						
Vestiário de entrada	<b>89%</b>	11%	29%	<b>71%</b>	33%	<b>67%</b>
Vestiário de saída	<b>78%</b>	22%	43%	<b>57%</b>	17%	<b>83%</b>
Autoclave de barreira	<b>100%</b>		<b>57%*</b>	29% *	<b>67%*</b>	17% *
<i>Pass through</i>	<b>56%</b>	44%	43% *	<b>43% *</b>	<b>83%</b>	17%
Local descontaminação de EPI	-	-	-	-	17%	<b>83%</b>
Portas	<b>67%</b>	33%	14%	<b>86%</b>	<b>100%</b>	
Visores de portas	<b>75%</b>	25%		<b>100%</b>	<b>84%</b>	16%
Maçanetas / puxadores	<b>100%</b>		43%	<b>57%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>
NÚMERO DE AVALIADORES	9		7		6	

Legenda

Avaliação positiva = ótimo / bom

Avaliação negativa = regular / ruim / péssimo

\* as somatórias das porcentagens, nos casos indicados, não alçam os 100% em função de ausência de respostas: “não soube opinar”)

## 5. DISCUSSÃO

Considerando a finalidade deste trabalho em identificar a relação da arquitetura de laboratórios com a biocontenção nível 3, foram realizadas visitas a 3 laboratórios NB3, coletando-se informações estruturais e a opinião de usuários destes laboratórios.

Dos três laboratórios, é o laboratório A, de tamanho intermediário, o que indicou maior satisfação dos usuários em relação à arquitetura, sendo que somente um (3,7%) dos vinte e sete parâmetros analisados teve mais avaliações negativas do que positivas: a distância entre bancadas e equipamentos. O laboratório B, o maior deles, foi o que indicou mais insatisfação dos usuários em relação a arquitetura, tendo dez dos parâmetros (37%) maior número de avaliação negativa do que positiva, sendo que dois destes parâmetros tiveram 100% de avaliação negativa: o local para descontaminação do EPI e os visores de porta. O laboratório C, o menor deles, teve 5 parâmetros (18%) com maior número de avaliações negativas do que positivas.

É possível fazer uma análise detalhada sobre cada um dos parâmetros levantados, com base nas características levantadas nos três laboratórios, na tabela comparativa da análise dos usuários sobre os parâmetros, relacionando-os à literatura existente sobre os laboratórios NB3. No entanto, seis foram os pontos críticos identificados como de maior relevância e impacto na biossegurança envolvendo os parâmetros analisados, destacando a importância do planejamento arquitetônico deste tipo de laboratório. São eles:

- (1) Os poros: parâmetros dos poros vestiário de entrada e saída, local para descontaminação de EPIs e portas;
- (2) As bancadas;
- (3) As torneiras;
- (4) Os parâmetros referentes a bem estar e segurança: janela, visores entre ambientes, luminárias e intercomunicadores;

- (5) Os parâmetros que interferem no tamanho do laboratório: distribuição espacial, distância entre equipamentos e bancadas, espaço de trabalho em bancada e armários sob bancada;
- (6) Dutos de elétrica.

#### POROS: VESTIÁRIOS DE ENTRADA E SAÍDA, LOCAL PARA DESCONTAMINAÇÃO DE EPIs E PORTAS

De acordo com as normas de biossegurança (CDC, 2009), os laboratórios NB3 devem ter controle de acesso de pessoas, permitido apenas a pessoas treinadas previamente. Essas condições estão presentes nos três laboratórios, com apenas um acesso e controle por senha.

O conceito de biossegurança considera a área interna do núcleo como área contaminada, portanto os vestiários tem outra importante função: são os locais onde o usuário se paramenta e se desparamenta (veste e tira EPIs), procedimentos padronizados por POP e muito importantes em relação a biossegurança. É mais seguro que os usuários entrem no núcleo já protegidos de possíveis contaminações, e que antes de sair possam retirar todos os EPIs, para não correr o risco de levar para fora da área de contenção algum agente infeccioso. Assim, este espaço deverá ser planejado de acordo com os EPIs que serão utilizados, prevendo também a melhor forma de guarda desses EPIs devidamente descontaminados.

As características física dos vestiários de entrada e saída dos três laboratórios são bastante similares, inclusive em termos de área (Quadro 2).

Quadro 2 – Quadro comparativo dos resultados de cada um dos parâmetros Local de descontaminação, vestiários de entrada e saída e portas nos laboratórios A, B e C

AMBIENTE	LAB A	LAB B	LAB C
Local descontaminação EPI	NÚCLEO	NÚCLEO	VEST S – 3m2
Vestiário de entrada	4,5 m2	5 m2	5 m2
Vestiário de Saída	2,80 m2	3 m2	3 m2
Portas	Alum 1 e 2 folhas	Alum 1 e 2 folhas	Alum 1 e 2 folhas

No entanto, apesar da similaridade, a opinião dos usuários nos três laboratórios variou bastante, tendo o laboratório A tido uma avaliação positiva em relação aos vestiários, o laboratório B uma avaliação negativa, com algum equilíbrio em relação ao vestiário de saída e o laboratório C uma avaliação predominantemente negativa, principalmente em relação ao vestiário de saída (Figura 14).

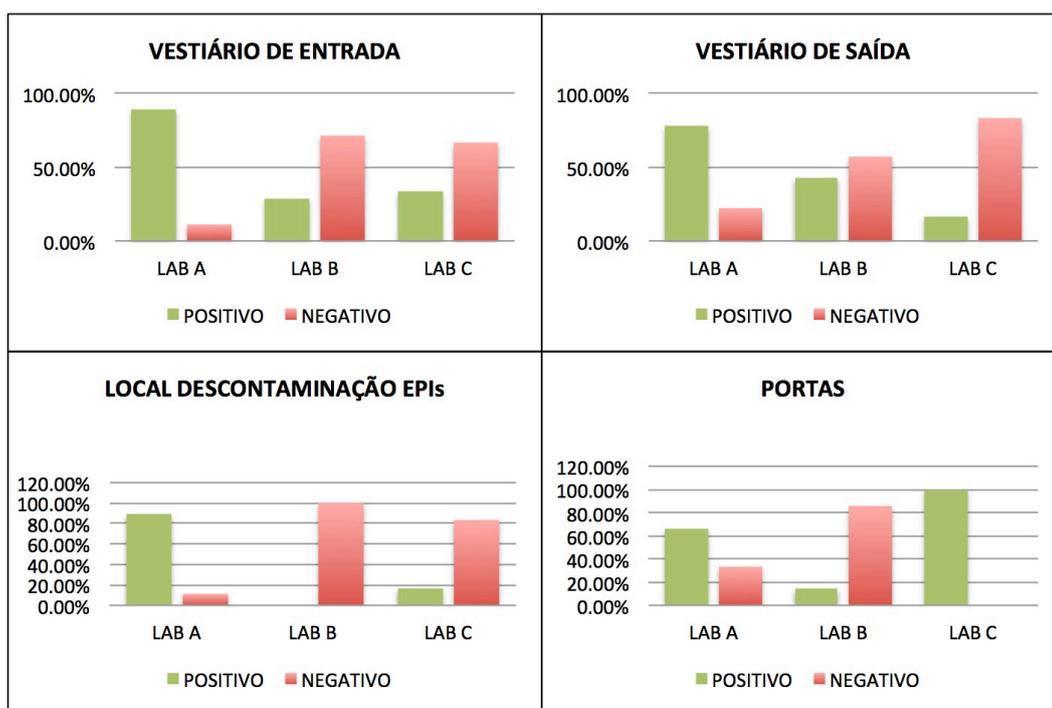


Figura 14 – Avaliação sobre os parâmetros vestiário de entrada, vestiário de saída, local de descontaminação de EPIs e portas nos laboratórios A, B e C

No laboratório A, onde se manipula um só agente infeccioso, os EPIs utilizados são padronizados para todos, e não há uso de respiradores e capuz. Nos laboratórios B e C, que são multiusuários, os EPIs podem variar de acordo com o risco da atividade e do agente a ser manipulado, e nestes é comum o uso de capuz e respirador mecânico. É a forma de paramentar e desparamentar o capuz e o respirador que deixou negativa a avaliação dos vestiários e do local de descontaminação nos laboratórios B e C. O local da paramentação e desparamentação está indicado no Quadro 3.

Neles, os usuários muitas vezes entram em 2 pessoas, principalmente nos casos que deverão se paramentar com o capuz e o respirador, desta forma um confere no outro se os EPIs foram devidamente colocados. Porém, o espaço do vestiário de entrada foi considerado apertado por muitos usuários, tornando desconfortável a paramentação.

Quadro 3 – Quadro comparativo dos resultados de local de paramentação e desparamentação nos laboratórios A, B e C

<b>EPIS E LOCAL DE PARAMENTAÇÃO E DESPARAMENTAÇÃO</b>			
<b>EPIS</b>	<b>LAB A</b>	<b>LAB B</b>	<b>LAB C</b>
Roupa de proteção (por baixo)	-	VE / VS	VE / VS
Capuz de proteção (por baixo)	-	VE / VS	-
Macacão de proteção	VE / VS	VE / VS	VE / VS
Avental de manga comprida	LAB	-	-
Capuz de proteção com visor em acetato	-	LAB	VE / VS
Respirador motorizado conectado por traqueia	-	LAB	VE / VS
2 pares de luvas	VE / VS	VE / VS	VE / VS
Máscaras	VE / VS	VE / VS	VE / VS
Pró pé	VE / VS	VE / VS	VE / VS
Gorro	VE / VS	VE / VS	VE / VS

**LEGENDA**

VE / VS – Paramentação no vestiário de entrada e desparamentação no vestiário de saída

LAB – dentro do laboratório

No laboratório C, todos os EPIs, inclusive capuz e respirador, são descontaminados no vestiário de saída. A descontaminação acontece ali porque há um armário de porta dupla entre os vestiários de entrada e saída. O usuário que irá entrar no laboratório tem acesso ao capuz e respirador antes de entrar no núcleo, que estão guardados neste armário. Quando ele sai do núcleo, entra no vestiário de saída, descontamina por métodos químicos (borrifo) o respirador e o capuz e os coloca dentro do armário novamente (o capuz é guardado dentro de saco autoclavável e o respirador fica ligado nas tomadas). Desta forma é possível que, no laboratório C, o usuário entre no núcleo já protegido, e saia do núcleo ainda protegido, o que é adequado de acordo com a biossegurança. No entanto, o vestiário de saída foi avaliado como bastante apertado para esta função, o que dificulta o usuário no protocolo de descontaminação e desparamentação.

No laboratório B, as razões foram similares, porém com uma diferença: o local de descontaminação de capuz e respirador não é realizado dentro do vestiário de saída, e sim dentro do núcleo – fator que tornou a avaliação negativa para local de descontaminação por todos os usuários.

Nele, não há espaço para a guarda destes EPIs descontaminados entre os vestiários, assim o capuz e o respirador ficam dentro do núcleo. E assim como a maior parte das falhas durante o projeto, os gestores acabam criando POPs para contornar a situação e minimizar o risco.

Nos três casos, o macacão é retirado através de um processo cuidadoso, apenas encostando a mão (protegido com o par de luvas “debaixo”), no lado avesso do macacão, e para poder levantar os pés para retirar o macacão, o processo se torna mais seguro se o usuário puder sentar. Nos laboratórios A e C tem um banco no vestiário de saída, porém quando entra mais de uma pessoa no vestiário, o processo é bastante dificultado. Acrescente a essa dificuldade ao fato dos usuários no laboratório C ter que segurar o respirador (que é o último EPI a ser retirado – e não pode ficar preso na cintura) enquanto faz esse processo de retirada do macacão.

Já no laboratório A, onde a descontaminação dos EPIs acontece dentro do próprio núcleo (apenas luvas e mangas do macacão) e onde também não há o uso de respiradores e capuz com visor, a avaliação da maioria dos usuários foi positiva aos três parâmetros.

Alguns usuários indicaram incômodo por serem obrigados a passar pelo box do chuveiro, sendo que o procedimento do banho não é obrigatório. Outros também comentaram que não há planejamento adequado para guarda dos acessórios para banho (como toalha e sabonete).

Em relação a localização do lavatório de mãos, é recomendado pelo manual do CDC (CDC,2009) que o usuário lave as mãos depois de trabalhar com os agentes e antes de sair do laboratório. Os laboratórios A e B possuem lavatório de mãos no vestiário de saída. O laboratório C possui lavatório no vestiário de entrada, posterior à área da desparamentação. O ideal é que se lave as mãos logo após retirar as luvas.

Nos laboratórios A e C, a saída de equipamentos, quando necessário, se faz pelo próprio vestiário de entrada. O equipamento sai para o vestiário, após uma descontaminação química de superfície, e dentro do vestiário passa por um procedimento de fumigação para complemento de descontaminação, onde precisa ficar um tempo específico para ação da descontaminação, de acordo com o produto que utiliza. Vale ressaltar que o processo de fumigação é mais seguro se utilizado com peróxido de hidrogênio ou ácido peracético (Patitucci, 2008).

O laboratório, neste caso, fica sem atividade.

Já no laboratório B, havia um vestiário secundário de entrada, que foi inutilizado como vestiário e hoje tem a função exclusiva para esse procedimento de descontaminação de equipamentos. É uma ótima alternativa quando há espaço disponível.

Os vestiários não possuem pressão negativa em nenhum dos laboratórios, sendo que assim, quando as portas que o separam do núcleo estão abertas, o ar interno do núcleo permanece com fluxo negativo, ainda que haja uma queda na diferença de pressão entre o núcleo e o citoplasma

(queda esta sempre passível de verificação por um manômetro existente na porta dos laboratórios).

As portas, pelo sistema de automação, disparam um alarme sonoro se não são fechadas em alguns segundos (pois sua abertura interfere no fluxo negativo de ar). No laboratório B, a especificação conjunta da mola aérea, sistema de fechamento das folhas da porta e fechadura elétrica não proporcionou um fechamento adequado após a entrada do usuário. Assim, o alarme dispara, causando o desconforto dos usuários que estão concentrados em suas atividades. Foi esta questão do alarme e da qualidade de fechamento da porta de entrada que tornou a avaliação dos usuários negativa para este parâmetro no laboratório B (Figura 14). Mudar o sistema para fechamento das portas com eletroímã, abertura automatizada e acionamento de abertura com sensor podem resolver este problema.

Outros pontos críticos apontados pelos usuários compreendem bancadas, torneiras e iluminação.

Com o desenvolvimento das tecnologias, atualmente já há disponível no mercado materiais que podem contribuir com a biossegurança, em especial para os componentes: bancadas, luminárias, intercomunicadores e torneiras.

Quadro 4: Quadro comparativo dos resultados de cada um dos parâmetros Bancada, Luminárias, intercomunicador e torneiras nos laboratórios A, B e C

AMBIENTE	LAB A	LAB B	LAB C
Bancada	Resina preta e inox onde tem pia	Resina preta e inox onde tem pia	Laminado melam. e inox onde tem pia
Luminárias	Embutida no forro metálico, vedada, acesso inferior	Embutida no forro de gesso, vedada, acesso inferior	Embutida na laje pintada, vedada, acesso superior
Interfone/telefone	telefone	telefone	telefone
Torneiras	De mesa. Acionamento com cotovelo(interna) e pé (vestiário)	De mesa. Acionamento com a mão (interna) e pé + mão(vestiário)	De mesa. Acionamento com cotovelo (interna) e pé (vestiário)

## BANCADAS

Dentro do núcleo as atividades que geram risco devem, sempre que possível, ser realizadas dentro das CSBs. No entanto, bancadas dentro dos laboratórios de biocontenção ainda são essenciais, tanto para outras atividades quanto para apoio de equipamentos.

Elas devem ser resistentes aos produtos de descontaminação utilizadas e suportar o peso dos equipamentos. O gerenciamento de risco do laboratório define o produto a ser utilizado conforme a resistência do agente infeccioso a ser manipulado, mas também há um manual do MS que define alguns padrões de descontaminação de superfícies de acordo com o ambiente (Brasil, 1994).

Nos laboratórios A e B, foram utilizados acabamentos em resina epóxi nas bancadas de trabalho e inox nas bancadas com pia (Quadro 4). No laboratório C, a bancada com pia é de inox também, porém as de trabalho são em laminado melaminico.

Os três materiais atendem a norma RDC50, que estabelece um índice máximo de 4% para absorção de água, porém eles podem oferecer algumas desvantagens em relação a outros quesitos.

Lembrando que, apesar da RDC citar o limite de 4%, alguns materiais que apresentam um índice menor que este não são adequados para ambientes de controle de contaminação, como o granito por exemplo, que quando em contato com algum agente infeccioso, tem probabilidade de 100% de ser colonizado (Moreira, 2002). Isso porque além dele apresentar alguma porosidade, ele não tem resistência a substâncias ácidas, corrosivas e abrasivas – e pode ser danificado pelos processos de descontaminação das superfícies.

O aço inox é totalmente impermeável, porém, dependendo da especificação do aço inox que é aplicada, é sensível a alguns produtos químicos, manchando a superfície e/ou corroendo. O aço indicado para usos com produtos químicos é o AISI 316, e não a AISI 304, que é o mais comum

de encontrar no mercado (e que tem preço mais acessível). Além disso, o inox é um material gelado, o que o torna desconfortável ao toque.

O laminado melamínico, apesar de ser um material monolítico (não possuir emendas pela sua superfície), é uma folha sintética que reveste um tampo de madeira. Por sua configuração, não é possível que a mesma folha revista ao menos duas das laterais da bancada, e assim é feito um acabamento em fita de borda, colada à base de madeira. Entre a fita de borda e a folha do laminado cria-se uma fresta, onde irá acumular partículas. Além disso, nesta mesma emenda pode infiltrar água ou o produto que é utilizado para descontaminação da superfície, e por consequência a fita acaba perdendo a aderência da madeira, descolando-se e expondo a madeira (produto totalmente poroso e permeável). Além disso, há um estudo (Moreira, 2002) que aponta que as bancadas de laminado melamínico podem com o tempo e o uso apresentar fissuras e outros danos causados pela baixa resistência mecânica, o que gera uma probabilidade de 50% de ser colonizada se em contato com algum agente infeccioso. Isso torna a bancada em laminado melamínico totalmente inadequada para laboratórios NB3.

A bancada de resina epóxi hoje em dia não está sendo muito utilizada. Ela foi foco de inúmeras pesquisas no Japão e Europa da década de 70 e nos EUA na década de 80 (Panzera *et al*, 2010). Possui resistência à compressão, mas não elasticidade. Assim, atualmente ela está sendo substituída pela superfície sólido mineral (SSM), cuja composição pode variar, de acordo com a associação dos distribuidores e processadores de SSM e conforme resistências desejadas, em misturas de até 30% de resina e 70% de minerais naturais. Ela também recebeu produtos em sua composição que evita quebras e rachaduras, além de ser recuperável e reutilizável, evitando desperdícios e geração de resíduos de obra.

No entanto, para a época em que foram implantados os laboratórios, a resina epóxi era um material diferenciado e bastante apropriado para a não proliferação de micro-organismos, com boa resistência a produtos de desinfecção e resistência à abrasão.

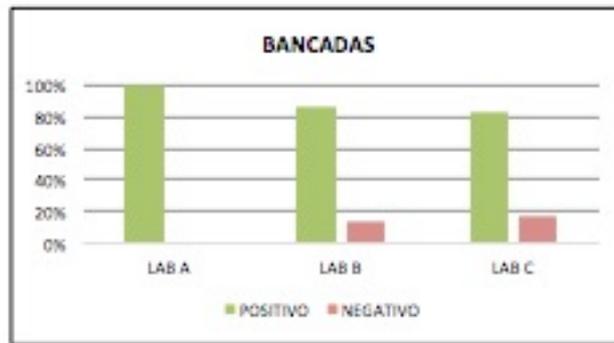


Figura 15: Avaliação sobre o parâmetro das bancadas nos laboratórios A, B e C

A avaliação das bancadas pelos usuários foi predominantemente positiva (Figura 15), sendo indicado como incômodo no laboratório C o acabamento (laminado melamínico) e no laboratório B foi indicada a cor preta como uma má escolha por poder camuflar a sujeira.

O posicionamento das bancadas (equipamentos também) deve ser definido de forma a interferir o menos possível no fluxo de ar.

A ABNT 14.644-4/2004 discorre sobre os fluxos de ar em ambientes limpos e controlados, e, ainda que o laboratório NB3 tenha o conceito oposto ao do ambiente limpo (ele é considerado um ambiente sujo, e suas tratativas são diferentes), a forma como a norma aborda a turbulência de ar embaixo de bancadas e outros obstáculos segue a mesma lógica. Lembrando que o NB3, mesmo tendo uma pressão negativa (o oposto da sala limpa), possui insuflamento de ar refrigerado. Tanto o insuflamento quanto a exaustão possuem suas grelhas de entrada e saída no teto do laboratório – e assim, há o fluxo de ar em cima das bancadas e também retorna para o forro.

Uma boa alternativa para as bancadas é defini-las no centro do laboratório (semelhante a figura 16- D) ou simplesmente pode desencostá-las das paredes (semelhante a figura 16 - C), já que quando encostadas criam turbulência na área de trabalho (semelhante a figura 16 - A).

Afastar a bancada da parede também contribui para que não haja turbulência de ar embaixo da bancada, em situações que não há gabinete fixo até o piso. Quando a bancada é aberta e encostada na parede, o ar

embaixo deve retornar, criando essa turbulência (situação semelhante a da figura 16 – B). Onde há turbulência de ar, é mais fácil haver deposição de partículas potencialmente contaminadas, já que partículas com agentes infecciosos podem estar em suspensão no ar (Pantoja, 2007). em locais de difícil acesso para limpeza.

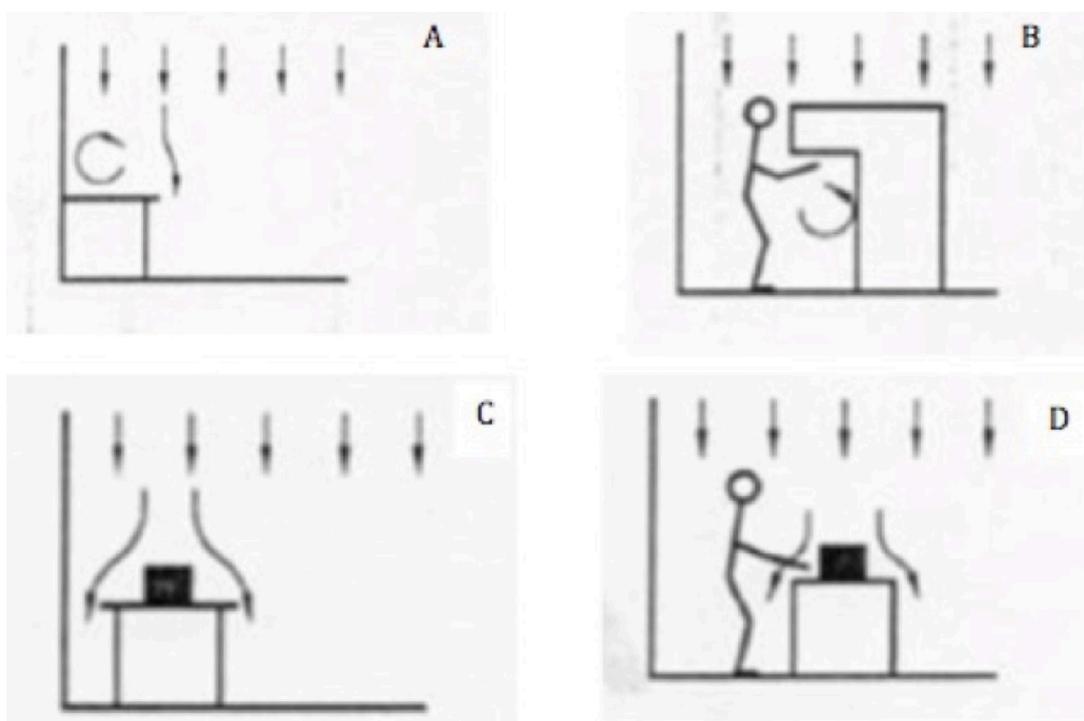


Figura 16 – Indicação de posicionamento adequado e não adequado em relação ao fluxo de ar de acordo com a ABNT (ABNT, 2005)

As bancadas nos três laboratórios tem estrutura similar. Não são presas na parede, nem as que ficam no perímetro do laboratório - adequado, conforme indicado na ABNT (ABNT, 2005).

## TORNEIRAS

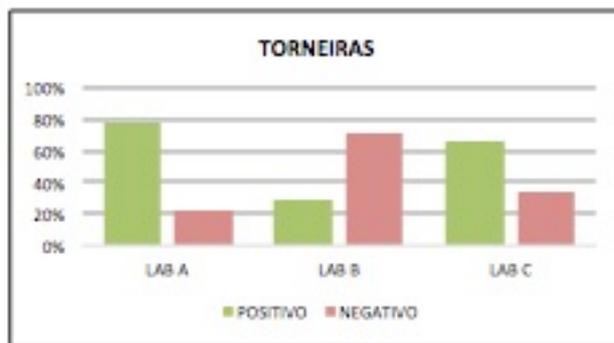


Figura 17: Avaliação sobre o parâmetro das torneiras nos laboratórios A, B e C

Algumas bancadas podem possuir pias, e as torneiras não devem ter acionamento com a mão (CDC, 2009).

As torneiras são de tipos diferentes nos laboratórios, variando entre acionamento com o pé (no vestiário de saída) e predominantemente com a mão ou cotovelo dentro do núcleo. Este parâmetro dividiu a opinião dos usuários dos três laboratórios (Figura 17), que no geral elogiou as torneiras de acionamento com o pé. No laboratório B, cujos acionamentos são com a mão dentro do núcleo e simultaneamente com a mão e o pé no vestiário de saída, a avaliação foi predominantemente negativa.

Os laboratórios A e C possuem todas as torneiras de acordo com o recomendado pela BMBL. Apenas no laboratório B este item é considerado como “não atendido”, por ter acionamento com a mão em todas as pias.

O acionamento da torneira com o cotovelo foi indicada pela maioria dos usuários como satisfatória, e a torneira com acionamento pelo pé foi muito citada como uma solução ideal (Figura 18).



Figura 18: tipos de torneiras utilizadas em laboratório. (1) torneira com sensor de presença; (2) torneira com sensor tipo on/off (aciona para ligar e aciona novamente para desligar) ; (3) torneira com acionamento pelo pé e (4) torneira com acionamento com o cotovelo

No entanto, há problemas com estes dois tipos de torneira. As que possuem alça longa para acionamento com o cotovelo pode proporcionar erro de procedimento operacional padrão, já que os usuários podem acabar acionando a alça com a mão. As que possuem acionamento com o pé acumulam sujeira embaixo do pedal, inviável de limpar, se tornando um local propenso a acúmulo de partículas potencialmente contaminadas.

Das soluções hoje encontradas no mercado, há 2 opções que atendem muito bem as recomendações de biossegurança: torneiras com sensor de presença e torneiras com sensor de acionamento e desligamento (figura 18).

Para lavagem de mãos, a torneira com sensor de presença (identificação da mão na pia) é suficiente. Dentro dos laboratórios, a torneira com sensor *on/off* é bastante indicada. Diferente da torneira de sensor comum, quando é necessária a identificação da presença do movimento na

frente do sensor para que a torneira se mantenha ligada, esta torneira tem o sensor que funciona como um interruptor, sendo necessária a identificação do movimento para desliga-la também. Esta tecnologia é recente, e poderá ser adaptada para os laboratórios antigos incluindo um ponto elétrico (provindo de força gerador), contribuindo com os usuários, garantindo que ninguém colocará as mãos para acioná-la.

Além de adequação das torneiras, também é viável a adaptação nos laboratórios B e C o lava-olhos de bancada ao lado da torneira.

## SEGURANÇA E BEM ESTAR: ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL, ILUMINAÇÃO NATURAL, VISORES ENTRE AMBIENTES E INTERCOMUNICADORES

Um laboratório de biocontenção é rígido em termos de arquitetura, instalações e também de procedimentos. É um ambiente de risco biológico, onde apenas usuários treinados podem entrar. É um local onde o trabalho é monitorado, e tudo deve estar funcionando perfeitamente; onde a tolerância para um erro é extremamente baixa pois pode colocar a própria vida em risco ou a vida da comunidade.

Uma vez conhecendo essas condições, é perceptível que a tensão e extrema concentração são inerentes ao laboratório de biocontenção. Por isso, o usuário deve sentir-se o mais seguro e tranquilo possível, para que possa executar seu trabalho sistematicamente.

Dois parâmetros que podem influenciar nesta sensação de segurança e bem estar são as janelas e os visores entre ambientes.

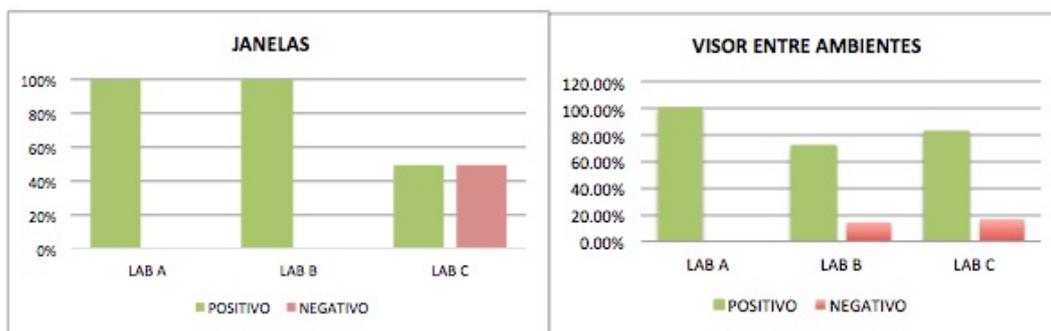


Figura 19 - Avaliação sobre o parâmetro das janelas e visores entre ambientes nos laboratórios A, B e C

Quadro 5 : Quadro comparativo dos resultados de cada um dos parâmetros janelas e visores entre ambientes nos laboratórios A, B e C

AMBIENTE	LAB A	LAB B	LAB C
Janelas	sim	sim	não
Visores entre ambientes	sim	sim	sim

Como recomendação do CDC (CDC, 2009), quando há janelas nos laboratórios NB3, elas devem ser seladas. Dos três laboratórios, apenas o C não possui janelas voltadas para o ambiente externo (Quadro 5), e os laboratórios A e B possuem janelas vedadas (caixilhos fixos). Muitos estudos sobre humanização em estabelecimentos de saúde indicam o fato da iluminação natural poder ter influências positivas no bem estar dos usuários (Martins, 2004), e isso é bastante valorizado pelos usuários dos laboratórios A e B (Figura 19). No laboratório C, houve uma variação grande na avaliação dos usuários pela ausência de janelas, e os que avaliaram essa situação como ótima ou boa levaram em consideração que as informações visuais externas poderiam ser fatores de desconcentração, como por exemplo uma possível preocupação com o transtorno do trânsito em um dia de chuva, ou acompanhar o entardecer e querer apressar o trabalho. Os que avaliaram como positivo e que está de acordo com as pesquisas de humanização, apontaram o incômodo pela sensação ruim de estar preso, o que pode interferir nas boas práticas laboratoriais.

Os três laboratórios possuem visores entre os ambientes que dão visibilidade aos ambientes adjacentes internos. Os visores conferem aos usuários sensação de segurança, de acordo com aqueles que avaliaram positivamente o item (Figura 19). O visor permitiria que outros usuários, nas áreas internas adjacentes possam ver se acontecer alguma coisa com alguém dentro do núcleo. No entanto, estes usuários fora do laboratório também estarão desenvolvendo alguma atividade, e não necessariamente irão perceber, de forma rápida, uma situação de emergência.

Ainda assim, é importante a presença dos visores, pois conferem aos usuários uma sensação de bem estar que já reflete um resultado positivo para o trabalho em ambiente enclausurado.

Os que não avaliaram positivamente apontaram a questão dos “pontos cegos” como complicadores: quando não há visores em todo o laboratório, acaba-se criando “pontos cegos”, onde, se acontecer algum acidente, ninguém poderá enxergar.

Para aumentar a segurança do usuário em caso de acidentes ou emergências, o trabalho em dupla é recomendado. Outra solução bastante recomendável é incluir dentro do núcleo um sistema de vigilância por câmeras, onde tenha monitoramento o tempo todo em que tiver pessoas trabalhando.

A iluminação natural não serve apenas para gerar a sensação de bem estar, também contribuindo para a quantidade de luz dentro da área de trabalho.

A iluminação é um fator que influencia diretamente na produtividade, e também no estado fisiológico e psicológico do usuário (Martins, 2004). Ela deve também manter a característica monolítica do teto.

A carioteca ( piso, teto e forro) deve ter características monolíticas – de acordo com a RDC 50 e CDC. O teto dos 3 laboratórios são considerados monolíticos, apesar de serem diferentes: o laboratório A possui forro metálico, o B forro de gesso acartonado pintado e o C, laje pintada.

As luminárias dos 3 laboratórios são similares em termos de materiais: retangulares em alumínio branco, calhas fechadas com difusor

translúcido, lâmpadas tubulares (Figura 20). São todas embutidas, inclusive no laboratório C, que estão embutidas na laje (Figura 21).



Figura 20 – Indicação de característica visual similar entre as luminárias e corte dos diferentes tipos de teto nos laboratórios A, B e C



LAB A  
Luminária embutida no forro, com acesso para manutenção por dentro do Núcleo.

LAB B  
Luminária embutida no forro, com acesso para manutenção por dentro do Núcleo.

LAB C  
Luminária embutida na laje, com acesso para manutenção pelo piso técnico.

Figura 21 - Cortes esquemáticos do tipo de forro, posicionamento de dutos do tratamento de ar e instalação de luminária.

Essa especificação é adequada para laboratórios NB3. A luminária embutida com difusor diminui a quantidade de frestas que podem acumular

sujeira. O difusor tem duas vantagens: fechar a calha (e assim não acumular sujeira) e também diminuir o ofuscamento que pode ser produzido pela iluminação direta (Rodrigues, 2002). A luminária deve ser vedada para que não interfira na pressão interna do laboratório.

No entanto, apesar da aparência similar, as luminárias nos 3 laboratórios são diferentes, o que gerou diferentes avaliações em relação a este componente. Os laboratórios B e C avaliaram de forma negativa, enquanto o laboratório A avaliou como positivo (figura 22).

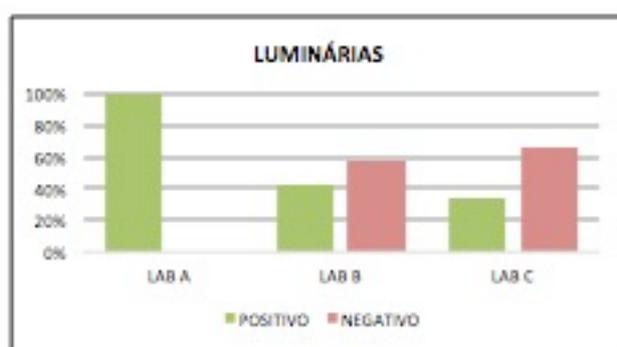


Figura 22: Avaliação sobre o parâmetro das luminárias nos laboratórios A, B e C

Para compreender melhor a avaliação, entenderemos a diferença entre eles. Nos laboratório A e B, o acesso da luminária para trocar lâmpadas e fazer reparos é por dentro do núcleo. No entanto, o laboratório A trocou as lâmpadas tubulares fluorescentes antigas por lâmpadas tubulares de tecnologia led, que tem vida útil maior e pouca manutenção, raramente necessitando de que alguém entre no laboratório para mexer na luminária. Já o laboratório B possui lâmpadas fluorescente tubulares comuns, e há muita queima de lâmpadas. Pelas demoras constantes dos processos de compras por licitação, os usuários precisam que algumas lâmpadas sejam remanejadas para cobrir áreas de maior necessidade de luz. Isso faz com que pessoas da manutenção entrem com frequência maior no laboratório de biocontenção – o que não é adequado. Esta é a razão da avaliação negativa no laboratório B, onde os usuários apontam a constante queima de lâmpadas como um grande problema.

Já no laboratório C, evitando essa situação de entrada de pessoas de manutenção no laboratório para troca de lâmpadas, optou-se por um modelo de luminária que tem acesso por cima (pelo pavimento técnico).

Este fator seria ótimo se não gerasse ainda maiores problemas para a eficiência energética no laboratório: todas as vezes que há necessidade de abrir a luminária para troca de lâmpada, a sujeira do próprio pavimento técnico (que tem tubulações e eletrodutos pelo piso sem acabamento final – no contrapiso, dificultando a limpeza) cai dentro da luminária. A sujeira não transpassa pela luminária, porém prejudica a iluminação do ambiente.

Também em função do laboratório C não ter janelas voltadas para a área externa, toda a iluminação artificial deve suprir 100%, diariamente o nível de iluminação necessária para o ambiente (como não tem a claridade da luz do sol, não tem compensação de luz em pontos de sombra ou perda de eficiência energética). A sujeira, a pouca iluminação nas áreas das CSBs e queimas constantes das lâmpadas geraram maior número de comentários insatisfeitos. Estes fatores aumentaram o número de avaliações regular e ruim para as luminárias do laboratório C.

Os 3 laboratórios possuem um sistema de comunicação entre ambientes externo e interno, realizado através de um sistema de telefonia comum.



Figura 23: Avaliação sobre o parâmetro dos intercomunicadores nos laboratórios A, B e C

A opinião sobre o parâmetro divergiu nos 3 laboratórios (figura 23), avaliando em sua maioria como de existência importante, mas indicando que não foi pensado de acordo com os EPIs utilizados, ou não há lista de ramais, ou ainda poderiam estar instalados em outros locais do laboratório, que não somente no núcleo.

Todos os laboratórios possuem sistema de intercomunicação de dentro do núcleo para fora, através de telefone comum. No entanto, as observações para melhoria não vieram só das avaliações negativas, mas também de quem considerou “ótimo”, principalmente pelo fato de ser difícil de escutar e de falar por causa das máscaras ou capuzes com respiradores. Devemos lembrar que há no mercado intercomunicadores do tipo “interfone”, onde não precisa de fone poder falar e outros sistemas com acionamento por voz. Também foi indicado pelos usuários sugestões de sistema de comunicação ao lado do visor entre o núcleo e os ambientes adjacentes; incluir comunicador também no vestiário (já houve situação de usuário ficar preso dentro do vestiário quando houve problema no intertravamento) e permissão para ligar para celulares. É viável que haja mais de um tipo, incluindo um telefone com ramal comum, no entanto restringindo seu uso para casos de emergências, e um comunicador sem fone para o uso do dia a dia.

#### INTERFEREM NO TAMANHO DO LABORATÓRIO: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EQUIPAMENTOS E BANCADAS, DISTÂNCIA ENTRE EQUIPAMENTOS E BANCADAS, ESPAÇO DE TRABALHO EM BANCADA E ARMÁRIOS SOB BANCADA.

O tamanho do laboratório interfere na biossegurança e em outros parâmetros, apesar dos usuários terem pouca percepção desta relação direta.

O tamanho dos núcleos dos três laboratórios é bastante divergente entre eles. O laboratório A possui 55m<sup>2</sup>, o B 295m<sup>2</sup> e o C 30m<sup>2</sup>.

Pudemos observar na Tabela 1 que o laboratório B, o maior dos três, é o que teve mais parâmetros avaliados de forma negativa por seus usuários. Mas o tamanho do laboratório não foi um desses parâmetros. Na verdade, os usuários dos 3 laboratórios avaliaram o tamanho de forma positiva (figura 24).

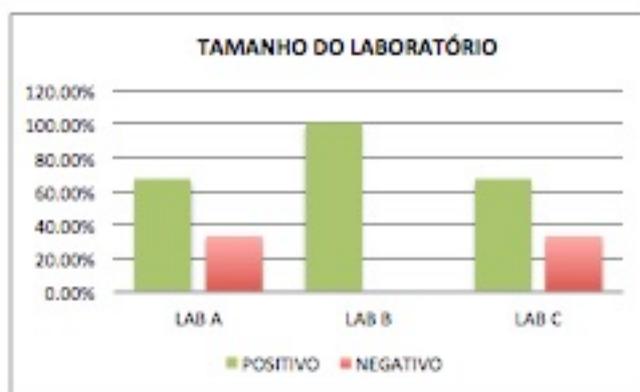


Figura 24 – Avaliação sobre o parâmetro do tamanho dos laboratórios A, B e C

O tamanho deve ser equivalente ao número de usuários e número de equipamentos que se pretende instalar a fim de estabelecer uma capacidade instalada de demanda daquele espaço.

Não há, até a presente data, normas ou orientações para o tamanho adequado de laboratórios (exceto laboratórios de patologia clínica e similares para estabelecimento de saúde – que não se aplica para o nível de biossegurança 3). O manual do CDC (CDC, 2012) sugere que uma área razoável para garantir o trabalho em segurança dentro dos laboratórios seria de 27 a 32 m<sup>2</sup> por pessoa, apesar de a própria norma indicar que não há base em outra literatura para a sugestão.

O ideal de acordo com o CDC é que o laboratório permitisse simultaneamente 2 usuários no laboratório A, 5 usuários no NB3 e 5 no NB3 A do laboratório B e 1 usuário no laboratório C – situação que fica em desacordo com o aconselhado pelo Ministério da Saúde em sua publicação sobre laboratórios de biocontenção de nível 3, já que a orientação é sempre

trabalho em duas pessoas no mínimo (Brasil, 2015). Com base nesta referência, os 3 laboratórios estariam com área menor do que o necessário.

No entanto, analisaremos outros parâmetros que interferem diretamente no tamanho do laboratório, parâmetros estes que os próprios usuários apontaram em alguns momentos como negativo, a fim de compreender como determinar o tamanho adequado para um laboratório NB3.

Estes parâmetros são: distribuição espacial de equipamentos e bancadas no laboratório; distância entre bancadas, equipamentos e parede; espaço de bancada para trabalho, armário sob bancada.

Uma adequada distribuição dos equipamentos e das bancadas não é só para que os eles estejam mais próximo do usuário por facilitar o procedimento. Existe um outro fator importante em relação a isso: proporcionar ao usuário uma menor circulação dentro do laboratório gera uma menor turbulência de ar. O laboratório precisa de ar insuflado (climatizado) e ar exaurido (100% exaustão), além de manter o fluxo de ar unidirecional (Figura 25) e em pressão negativa (CDC, 2009). O ar sempre deve sair por um duto de exaustão – poro de saída de ar controlado, onde o ar é filtrado num sistema *bag-in-bag-out* (Figura 26).

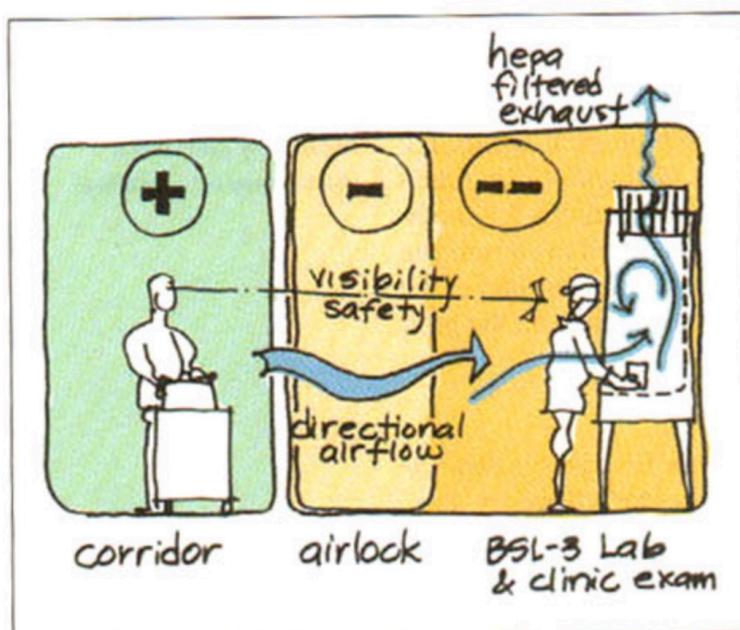


Figura 25 - esquema de fluxo de ar correlacionando o NB3 e seu entorno. O sinal de “mais” (+) indica que no corredor o ambiente deve ter uma pressão de ar positiva, ou seja, insuflar mais ar do que exaurir. Entre o laboratório e a área de fluxo de pessoas ou materiais, deve haver uma pressão negativa – porém sempre menos negativa do que dentro do laboratório (Philips, 2003).

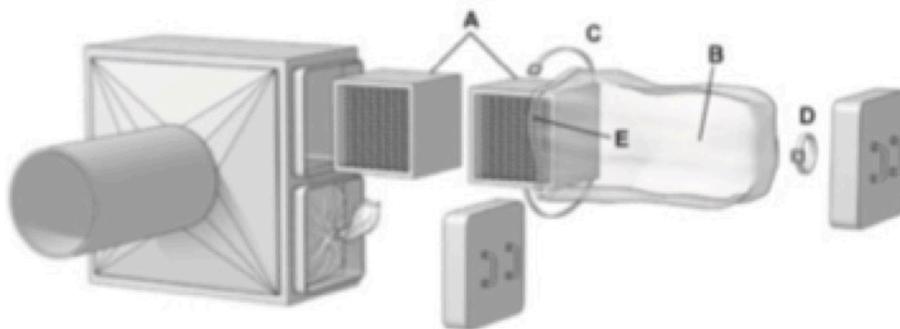


Figura 26 - sistema *bag-in-bag-out* para filtragem absoluta do sistema de tratamento de ar, acoplado nos exaustores. O sistema permite que o filtro contaminado seja removido sem expor o trabalhador.

Legenda: (A) filtro (B) bag (C) alça de segurança (D) cintas

Fonte: CDC, 2009

Assim, a circulação deve ser evitada principalmente próximo às CSBs. A CSB tem um fluxo de ar interno e deve sofrer menor interferência possível. A NSF 49 (NSF/ANSI 49, 2008) recomenda que as CSBs sejam localizadas afastadas das portas, longe das áreas de maior tráfego de pessoas ou de outras áreas que possam ocasionar interrupção de fluxo de ar.

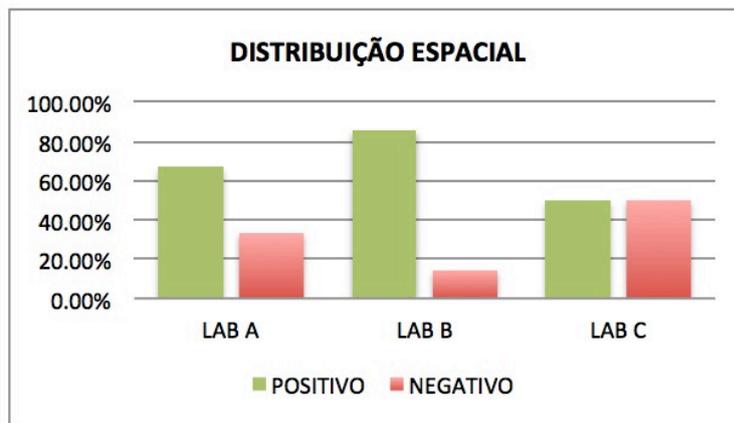


Figura 27 - Avaliação sobre o parâmetro da distribuição espacial de equipamentos e bancadas nos laboratórios A, B e C

Com base nisso, os laboratórios B e C distribuíram suas CSBs mais longe possível da circulação. Pelo layout do laboratório A, as CSBs ficam muito próximas da circulação de pessoas. Como o maior fluxo de movimento é das CSBs para os equipamentos de análise e para as estufas, a distribuição favorece a circulação menos intensa na frente das CSBs. Ainda assim houve a necessidade de mudança dos hábitos dos usuários, que para ir até a pia ou a autoclave, contornam a bancada do meio para não passar em frente a CSB.

Na avaliação do parâmetro (Figura 27), no laboratório A foi apontado que os materiais e insumos guardados poderiam estar mais próximos das CSBs, que as geladeiras também não ficam muito próximas e a bancada no meio do laboratório atrapalha a circulação. No laboratório B, foi apontado que uma das CSBs não possui centrífuga na bancada ao lado, e então o usuário tem que se deslocar pelo laboratório (lembrando aqui que a maioria dos procedimentos para manipulação de um agente infeccioso utiliza a centrífuga). No laboratório C, os usuários criticaram a posição das CSBs, pois fica apertado para que todos os usuários (das CSBs mais próximos da parede) tenham acesso constante à centrífuga.

Laboratórios que tenham espaço disponível para proporcionar uma melhor distribuição contribuirão de forma mais efetiva com a biossegurança.

Para determinação de distância entre equipamentos, bancadas e parede, o CDC publicou em seu manual (CDC, 2012) uma sugestão de 1,50m como a distância ideal entre usuário e barreira (equipamento, parede ou bancada). Considerando que o usuário trabalhando em pé ocupa cerca de 40cm (Neufert, 1997), a distância total deveria ser em torno de 1,90m. O próprio Neufert, em sua literatura publicada, sugere que a distância entre bancadas deverá ser 1,50m. Uma outra referência para este este parâmetro é o da CLEAPSS (CLEAPSS, 2009), que fez constar em seu manual para laboratórios universitários na Inglaterra indicações de medidas diferentes, conforme situação (Figura 28).

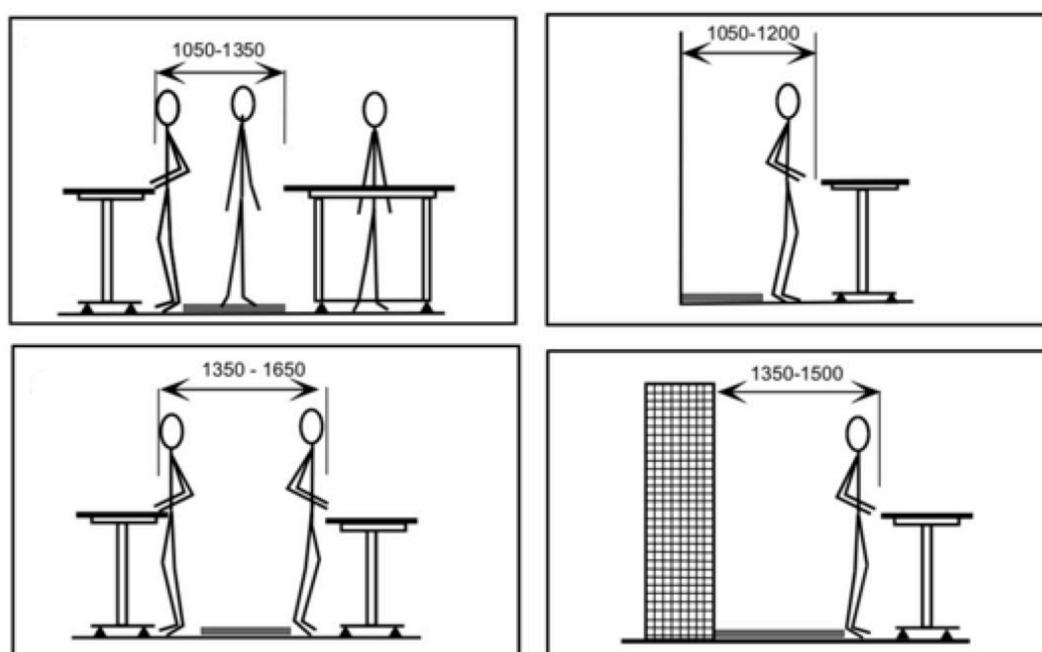


Figura 28 - Distâncias recomendadas entre área de trabalho e entornos (Fonte: CLEAPSS, 2009).

Para a referência da CLEAPSS, consideraremos para análise e discussão os maiores valores da variação apontada, já que este trabalho é sobre laboratórios de biocontenção e o uso dos macacões e respiradores

(que, em função da pressão positiva inflam levemente a roupa) são agravantes para o livre movimento. Se houver pouco espaço entre bancadas, além do risco de um usuário esbarrar em outro, a roupa poderá ficar encostando em bancadas, parede ou em outro usuário, podendo ser, eventualmente, danificada, contaminada ou contaminar outras superfícies.

Nota: A medida de 1,90 é a citada 1,50m (CDC, 2009) somado a 40cm, considerado o espaço ocupado pelo usuário, segundo Neufert (Neufert, 1997).

O laboratório B é o único que tem todas as medidas bem aproximadas ou maiores do que o recomendado pela CLEAPSS e o CDC (Tabela 3). Isso reflete na avaliação dos usuários, que foi 100% positiva (Figura 29). Pelo fato de ter alguns equipamentos encostados na parede, deixa de atender uma das recomendações da BMBL, pois dificulta a limpeza. O laboratório A foi o único que avaliou o parâmetro de forma negativa, e de fato é o que possui as menores medidas.

Tabela 3 – Indicação das distâncias entre bancadas, equipamentos e parede

DISTÂNCIAS ENTRE ÁREAS DE TRABALHO						
	REFERÊNCIAS (metro)			LAB A	LAB B	LAB C
	CDC	CLEAPSS	NEUFERT	(metro)		
entre bancadas - usuário de um lado	1,90	1,35	-	-	-	1,65
entre bancadas - usuário dos 2 lados	-	1,65	1,50	1,10	1,50	1,15
entre bancada/equip. e parede	1,90	1,20	-	-	2,15	1,25
entre bancada e armário/ equipamento	1,90	1,50	-	1,20	1,45	1,20

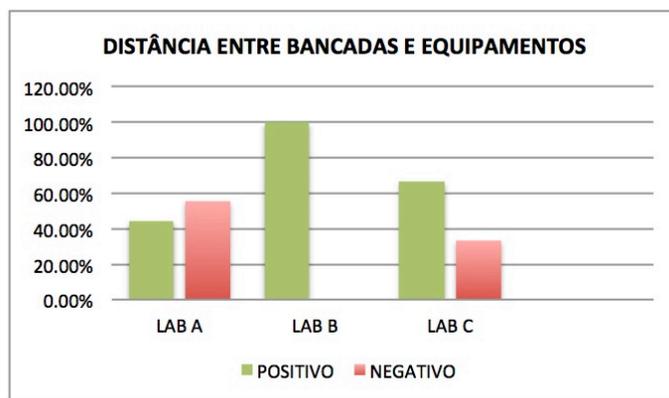


Figura 29 - Avaliação sobre o parâmetro da distância entre equipamentos, bancadas e parede nos laboratórios A, B e C

Para o laboratório A, que tem medidas menores que as das referências, a boa prática no laboratório foi adaptada para que não houvesse passagem de pessoas entre a bancada e as CSBs, assim melhorando a condição de biossegurança. A avaliação do espaço entre equipamentos e bancadas pelos usuários demonstra que essas medidas poderiam ser melhoradas. Alguns usuários falaram sobre a inviabilidade de aumentar essas distâncias, porém se fosse possível, seria mais confortável.

No laboratório C, a bancada da pia tem distância maior do que a recomendada em relação aos obstáculos. Já entre equipamento e parede, é maior que a recomendada pela CLEAPSS, mas menor do que a recomendada pelo CDC. A distância entre bancada e equipamentos também é menor que as referências. Na avaliação dos usuários, alertam que se a distância entre a CSB e a parede fosse maior, teriam maior autonomia de trabalho (mais uma vez lembrando que no laboratório C eles usam respirador e capuz, e a roupa levemente inflada não deve ficar tocando em outras superfícies).

Planejar um laboratório com distância adequada entre equipamentos, bancadas e parede (também lembrando, conforme já citado, que as bancadas não devem estar encostadas na parede) vai interferir no tamanho geral do laboratório.

As bancadas de trabalho no laboratório tem funções que não exatamente a de manipulação da amostra. Além de servir para suporte de equipamentos como centrífugas e outros equipamentos, ela serve também para apoio, conforme a atividade que será realizada. Por exemplo, ela pode ser utilizada para fazer o registro de amostras que entram ou produtos que irão sair, separação de amostras que irão para análise e também para abrir a embalagem que traz amostras biológicas. No geral, segundo um dos usuários do laboratório C, são mais utilizadas em atividades de rotina do que em atividades de pesquisa. Esta informação é reforçada pelos comentários dos usuários no laboratório A (de uso predominantemente de rotina) sobre este parâmetro.

As bancadas devem proporcionar o confortável manuseio para essas atividades, e naturalmente os usuários que não fazem atividades que não precise de uma grande área de apoio, não sentem falta, porque a principal atividade no laboratório NB3 é, de fato, dentro da CSB (CDC, 2009), argumento também utilizado por alguns usuários.

Os usuários do laboratório B possuem uma bancada ao lado de cada CSB, permitindo que cada usuário em uma CSB tenha uma área de apoio e também apoio para equipamentos ao lado. Isso levou a 100% de satisfação dos usuários em relação a este espaço. Já os laboratórios A e C, que são menores, houveram apontamentos de insatisfação, tendo tido avaliação negativa no laboratório C.

Nos laboratórios NB3 os armários altos não são adequados por duas razões: por não ter fácil alcance e gerar risco de queda no momento de pegar utensílios guardados em prateleiras mais altas, e também porque o vão acima do armário acumula sujeira, e o acesso para limpeza é difícil. A quantidade de insumos que se guarda dentro do laboratório fica para uso imediato, e estoques são feitos fora do laboratório, o que é uma ótima prática se não há um espaço adequado para isso em sala separada da de manipulação.

Os 3 laboratórios possuem, dentro do núcleo, somente armários sob as bancadas, e neles são guardados todos os materiais necessários para as atividades.

O laboratório B é o com maior área disponível de bancada para trabalho, e também o melhor avaliado dos três em relação aos armários, com 100% de aprovação (Figura 30).

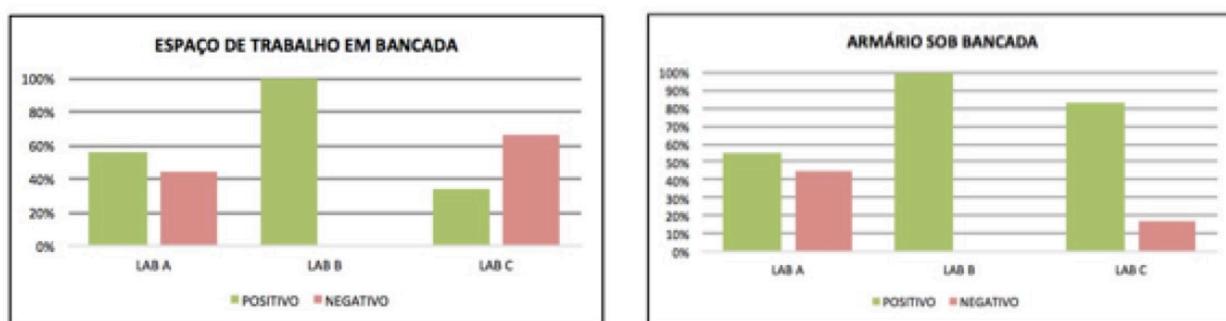


Figura 30 - Avaliação sobre os parâmetros de espaço de trabalho em bancada e armários sob bancada nos laboratórios A, B e C

No laboratório A, não há muito espaço de bancada disponível. E por isso, também poucos armários sob bancada. Quando há mais de dois funcionários, tanto o espaço de bancada fica insuficiente para as atividades quanto os vãos também são insuficientes, obrigando os usuários, com frequência, a puxar o móvel para outro local. Os rodízios do armário volante permitem isso, porém, quando a situação não é esporádica, incomoda – já que o armário fica pesado de acordo com o tipo de material guardado dentro dele. Além disso, não há espaço livre no laboratório, então o posicionamento do armário volante sempre vai atrapalhar.

Apenas no laboratório C tem gabinete fixo embaixo da bancada de inox que tem pia – e o espaço é aproveitado para guarda de materiais para descontaminação de utensílios e ambiente. Por ser laboratório multiusuário, acaba guardando menos material, o que não torna o número de armários sob bancada um incômodo. A crítica (pontual) em relação ao armário sob bancada foi em relação a baixa qualidade do acabamento e ferragens, e não pela quantidade pequena.

O laboratório C quase não tem espaço disponível em bancada – o que foi o motivo da avaliação negativa do parâmetro.

Por isso é importantíssimo determinar o número correto de equipamentos para o laboratório, para que depois não comprometa a distância entre equipamentos, paredes e bancadas (pois vai acrescentando equipamentos com o passar dos anos), além também de não ocupar espaço em bancada que deve ficar liberada para apoio.

### DUTOS DE ELÉTRICA

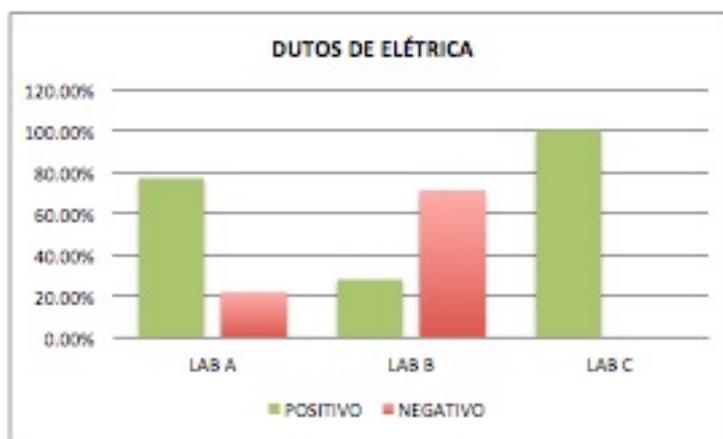


Figura 31 - Avaliação sobre os dutos de elétrica nos laboratórios A, B e C

De todos os parâmetros apontados como negativo em pelo menos um dos laboratórios, apenas um não foi analisado nos demais pontos: os dutos de elétrica.

As instalações elétricas que saem dos quadros elétricos são levados para o laboratório NB3 através do entreferro ou acima da laje. Para distribuir o cabeamento elétrico pelo ambiente, os 3 laboratórios utilizaram canaletas aparentes na parede (como o exemplo mostrado na Figura 32). No entanto, somente o laboratório B teve avaliação negativa para este parâmetro, sendo que o laboratório C teve avaliação positiva por 100% dos usuários (Figura 31).

A razão desta diferença de análise está na bancada do laboratório B, já que além das instalações da parede, houve necessidade de instalar

canaletas em cima das bancadas para levar tomadas ao longo das bancadas que não ficam no perímetro do laboratório.

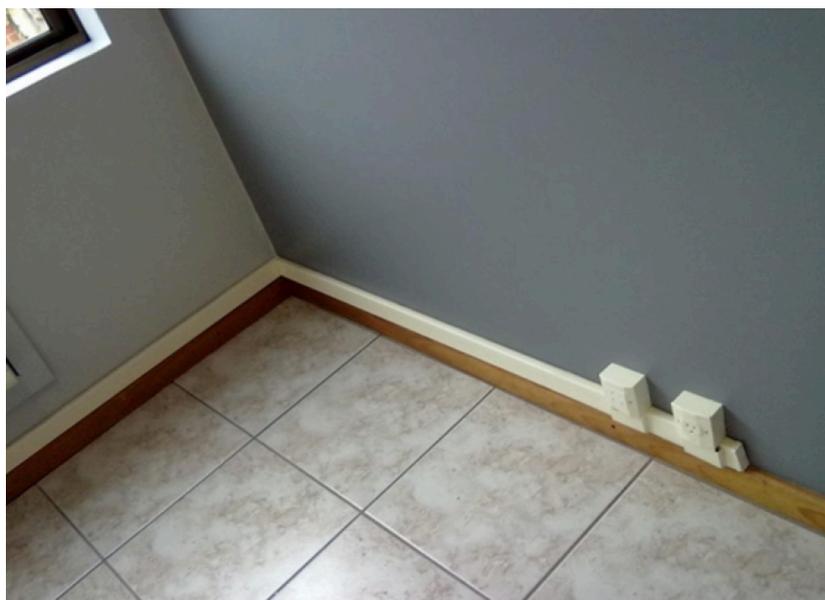


Figura 32 - Exemplo de canaleta de elétrica na parede

Nos três casos, portanto, há canaletas de elétrica aparentes, em parede e bancada. As paredes não são áreas diretas de trabalho, e portanto são menos percebidas pelo usuário. Esse fato faz com que os usuários do laboratório B, onde as canaletas estão instaladas sobre a bancada (área de trabalho e mais propensa à contaminação), tenham demonstrado menos aprovação com esse tipo de instalação. No laboratório C, as canaletas ficam “escondidas” atrás dos equipamentos, o que torna ainda mais imperceptível ao usuários – o que justifica a avaliação positiva para 100% deles.

As canaletas possuem aspectos positivos e negativos. O princípio do ambiente de contenção é ter o menor número de juntas, emendas e complementos aparentes que fiquem expostos, já que cada complemento exposto deverá ser descontaminado de acordo com os procedimentos operacionais padrão estabelecidos em cada laboratório. Seguindo este princípio, as canaletas de elétrica não são muito adequadas, já que criam um vão de junta entre parede e canaleta ou bancada e canaleta, além de possuir reentrância e/ou frestas. Em contrapartida, a vantagem deste tipo de

instalação é a facilidade de manutenção, evitando parar as atividades de laboratório para intervenções com maiores sujeiras e maiores gastos.

Uma solução para eliminar o uso da canaleta seria fazer instalações de infra estrutura embutidas, porém com dimensões maiores e em maior número de pontos, distribuídos estrategicamente pelo perímetro do laboratório (ainda que em espelhos cegos, num primeiro momento) que pudesse atender a futuras instalações elétricas internamente.

## **5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os sistemas de tratamento de efluentes e de tratamento de ar dos três laboratórios se assemelham aos exigidos para laboratórios NB4, de acordo com a descrição geral dada pelo CDC (CDC, 2009). Esses são os sistemas recomendados pelo Ministério da Saúde, em sua publicação de 2015 sobre laboratórios de biocontenção nível 3 (Brasil, 2015).

O sistema de tratamento dos três laboratórios são bastante similares (descontaminação por elevação de temperatura), se diferenciando, principalmente, em dimensionamentos para atender a demanda.

Outros dois sistemas são necessários para completar a biocontenção do laboratório NB3: a automação e a geração de energia independente. A automação faz com que os sistemas trabalhem em conjunto, monitora o funcionamento das autoclaves, *pass through*, portas intertravadas e pressão negativa do laboratório. O gerador de energia garante que, mesmo em ocasiões que o abastecimento público de energia falhe, os sistemas não ficarão sem funcionar. Estes dois sistemas são aplicados nos três laboratórios analisados.

## **MANUTENÇÃO**

Muitas vezes, como relatado pelo Sr Italo Sherlock, um médico cearense formado na década de 60 que deu uma entrevista sobre

biossegurança (Almeida, 2000), perde-se muito tempo com reformas, consertos e reparos. Isso pode ocasionar nos pesquisadores uma preferência por trabalhar em ambientes que não estejam de acordo com as orientações normativas do que passar por dificuldades de adequação de espaço físico.

Os três laboratórios passam por dificuldades em relação a manutenção de todos os sistemas e componentes neste trabalho registrado.

As questões de manutenção em instituições públicas dependem de burocracias e limitações dos processos licitatórios de contratações, o que gera um problema para o laboratório NB3. Todos eles relataram, principalmente em relação aos sistemas de descontaminação de materiais e filtragem (sistemas de tratamento de ar, equipamentos de descontaminação, tratamento de efluentes, e a automação desses sistemas), a dificuldade em manter a manutenção, principalmente pela falta de mão de obra especializada disponível no mercado.

Os componentes também são afetados pela falta de manutenção. Nos três laboratórios, há situações que geram necessidade de manutenção além dos sistemas e equipamentos: portas que estragam as ferragens, forro que necessita de reparos e pintura, paredes com trincas, bancadas que são danificadas em seu revestimento, armários em laminado melamínico que descolam a fita de borda (deixando exposta a madeira), torneiras que não estão reguladas ou com funcionamento inadequado. Especificar materiais com maior resistência e menor manutenção é importante, tanto quanto ter consciência de que todo ambiente construído precisa de manutenção para que continue com seu pleno funcionamento.

Laboratórios de biocontenção não tem manutenção barata, possui equipamentos caros e complexos, e os valores de investimento não devem ser exclusivo para implantação, mas também para a sua manutenção. Por isso, além de recomendável que ele seja um laboratório multiusuário (e assim, atingir um maior número de usuários que possam utiliza-lo em sua pesquisa ou rotina), uma arquitetura bem planejada pode ser favorável num

momento em que procedimentos padrão são alterados em função de alguma falha de biossegurança.

## RECOMENDAÇÕES BMBL

De acordo com o CDC (CDC, 2009), algumas recomendações de barreira primária e secundária devem ser seguidas para os laboratórios NB3. O anexo 1 resume os dados indicados pela CDC e o que cada um dos laboratórios atende ou não. As questões não atendidas ou parcialmente atendidas que se referem ao planejamento do espaço foram discutidas nos tópicos apontados neste trabalho.

## 5 CONCLUSÃO

A arquitetura é parte importante do planejamento dos laboratórios de biossegurança. Conhecer os pontos críticos de laboratórios em utilização é imprescindível para a elaboração e acompanhamento da execução de projetos de construção de laboratórios NB3.

Unindo a percepção dos gestores e usuários com o ponto de vista do arquiteto sobre o espaço construído dos laboratórios de biossegurança NB3, conclui-se que:

- O tamanho do laboratório adequado vai depender dos equipamentos que serão instalados, prevendo também futuras ampliações e distância entre equipamentos, bancadas e paredes;
- A distância entre bancadas, equipamentos e paredes deverá respeitar a necessidade de limpeza e descontaminação, manutenção, e circulação dos usuários (sem interferência para a CSB). A orientação do CDC para 1,90m entre bancadas é recomendável;
- A distribuição espacial dos equipamentos deverá respeitar o fluxo unidirecional do ar (do menos contaminado para o mais contaminado), além de favorecer a menor circulação do usuário pelo laboratório;
- O local de descontaminação do EPI vai depender do EPI e forma de descontaminação, no entanto deve-se lembrar que o usuário deve entrar no núcleo protegido e sair dele ainda protegido;
- Os dutos de elétrica não devem ficar aparentes;
- Os dutos de hidráulica, da mesma forma, deverão estar embutidos;
- Não deverá haver ralo no piso dentro do núcleo, apenas no box de chuveiro do vestiário de saída;

- As bancadas devem ser confeccionadas com material altamente resistente e 100% não poroso, além de ser planejado com espaço suficiente para apoio de material e área de trabalho, de acordo com as atividades;
- Os armários sob bancada deverão ser de material resistente, volante (sem impedir o fluxo de ar) e de tamanho mediano (de forma que não seja difícil mover de lugar);
- a iluminação natural deve ser mantida, para garantir o conforto do usuário em ambiente confinado; a iluminação artificial deve ser bem dimensionada e com especificações que gerem baixa manutenção;
- é muito importante haver uma forma de comunicação entre o núcleo e suas áreas adjacentes, no entanto é necessário levar em consideração os EPIs utilizados;
- as torneiras devem ser acionadas por sensor;
- os sifões devem estar fechados em armário sob bancada, diminuindo área de contato para agregar partículas potencialmente contaminadas;
- O forro, paredes e piso deverão ser monolíticos, com revestimento de fácil limpeza;
- Os visores entre ambientes são importantes para o bem estar do usuário, além de ser conveniente para a comunicação visual entre usuário dentro e fora do núcleo;
- Os vestiários de entrada e saída devem ser dimensionados considerando-se os tipos de EPIs utilizados e as suas necessidades de descontaminação e posterior guarda (ou descarte);
- as portas deverão ter fechaduras por eletroímãs e sistema de abertura que não encoste a mão;
- A autoclave de barreira é uma forma bastante eficiente para descontaminação do material que deverá sair do núcleo (podendo ser descaracterizado);

- O pass through é necessário para entrada e saída de materiais, e deverá ser dimensionado de acordo com o tipo de material que será utilizado no Núcleo. A altura para instalação deve respeitar a ergonomia.

## 6 REFERÊNCIAS

Almeida ABS, Albuquerque MBM. Biossegurança: um enfoque histórico através da história oral. *Hist. cienc. Saúde - Manguinhos*, v. 7, n. 1, p. 171-184. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-59702000000200009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702000000200009&lng=pt&nrm=iso)

Approved American National Standard. NSF/ANSI 49/2008. Biosafety Cabinetry: Design, Construction, performance and field certification. Michigan, 2008.

Anvisa. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 50 de 21 de fevereiro de 2002.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – requisitos para projetos e execução das instalações. Rio de Janeiro, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14.644-4/2004: Salas limpas e ambientes controlados associados. Parte 4: projeto, construção e partida. Rio de Janeiro, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 5413 – Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

Barry M, Russi M, Armstrong L, Geller D, Tesh R, Dembry L, Gonzalez JP, Khan AS, Peters CJ. Brief Report: treatment of a laboratory-acquired sabin virus infection. *The New England Journal of Medicine*. New England, 1995.

Bonastra Q, Jori G. El uso de google Earth para el estudio de la arquitectura hospitalaria (II): Hospitales cruciformes, radiales Y pabellonarios. Publicado na Aracne revista eletrônica de recursos en internet sobre geografia y ciencias sociales. Barcelona, 2009. Disponível em:

<http://www.raco.cat/index.php/Aracne/article/view/138011/188635>.

Brasil. Ministério da Defesa. Portaria Normativa n. 585 do Ministério da Defesa. DOU de 11/03/2013, num 47, Seção 1, p. 10. Brasília, 2013.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde – Departamento de Vigilância de Doenças Transmissíveis. Biocontenção: o gerenciamento de risco em ambientes de alta contenção biológica NB3 e NB3A. Brasília – Brasília, 2015.

Brasil. Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância em Saúde. Projeto Vigisus II – Modernização do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde. Brasília, 2004. Disponível em:

[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/projeto\\_vigilancia\\_control\\_e\\_doencas\\_vigiSUS\\_II.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/projeto_vigilancia_control_e_doencas_vigiSUS_II.pdf)

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Diretrizes gerais para o trabalho em contenção com agentes biológicos, Departamento de Ciência e Tecnologia, 3 ed. Brasília: Ed. do Ministério da Saúde, 2010.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Biossegurança em Laboratórios Biomédicos e de Microbiologia (BLBM). 3ª edição – Brasília: 2006.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Conjunta nº 3. Brasília, 2006.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Coordenação de Controle de Infecção Hospitalar. Processamento de artigos e superfícies em Estabelecimentos de Saúde. Brasília, 1994.

Bundi M, Miring'u G, Inoue S, Muriithi B, Ashur S, Wandera E, Kathiiko C, Odoyo E, Narita C, Kwalla A, Galata A, Makumi A, Huka S, Shah M, Karama M, Shimada M, Bii C, Kariuki S, HOrio M, Ichinose Y. BSL-3 Laboratory User Training Programa at NUITM-KEMRI. Publicado em Tropical Medicine and Health Vol 42, 2014.

Campos E. Hospitais paulistanos: do século XVI ao XIX. Informativo arquivo histórico de São Paulo. São Paulo, 2011.

CDC - Center for Disease Control and Prevention. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. National Institutes of Health, 5th edition. Atlanta, 2009.

CDC - Center for Disease Control and Prevention. Guidelines for Safe Work Practices in Human and Animal Medical Diagnostic Laboratories. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). Supplement Vol. 61; Atlanta, 2012.

CLEAPSS - Consortium of Local Education Authorities for the provision of Science Services. G14 – Designing and Planning Laboratories. Inglaterra, 2009.

CBPMESP – Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Instrução Técnica nº 03. São Paulo, 2011.

Costa RGR. Apontamentos para a arquitetura hospitalar no Brasil: entre o tradicional e o moderno. Rio de Janeiro, 2011.

CRBM – Conselho Regional de Biomedicina. Superlaboratórios pesquisam vírus perigosos. Revista do Biomédico. Ed. 58, 2006. Disponível em: [http://crbm1.gov.br/bio58/biosse\\_58.asp](http://crbm1.gov.br/bio58/biosse_58.asp).

Cytrynowicz MM, Cytrynowicz R, Stucker A. Do Lazareto dos Variolosos ao Instituto de Infectologia Emilio Ribas. São Paulo, 2010.

Enserink M. The architect behind the new fortresses of Science: since he designed a landmark biosafety laboratory in Winnipeg, a Canadian architect has dominated a booming business, but some competition is emerging. Publicado em Science, vol. 299, p.812, 2003.

Fazio M, Moffett M, Wodehouse L. A história da arquitetura mundial. Porto Alegre, 2011.

Feldmann H, Geisbert T, Kawaoka Y, Johnson KM. Dedication: Jim Orzechowski (1944-2003) and Michael Kiley (1942 – 2004). The Journal of Infectious Diseases. Canada, 2007.

Fiocruz/PE - Fundação Oswaldo Cruz de Pernambuco. Laboratório de nível de biossegurança 3. Pernambuco, 2010. Disponível em: [http://www.cpqam.fiocruz.br/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=204](http://www.cpqam.fiocruz.br/index.php?option=com_k2&view=item&id=204)

Fernandes AT, Fernandes MOV, Ribeiro Filho N. A infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde. Ed. Atheneu. São Paulo, 2000.

Glancey J. A história da arquitetura. Ed. Loyola. São Paulo, 2001.

IAEA (International Atomic Energy Agency). Manual on safety aspects of the design and equipamento of Hot Laboratories. Vienna, 1969.

ICB (Instituto de Ciências Biomédicas) – Departamento de microbiologia da Universidade de São Paulo – ICB USP. Laboratório de Biossegurança máxima NB3. Disponível em: <http://microbiologia.icb.usp.br/departamento/estrutura-interna/laboratorio-de-seguranca-maxima-nb3/>.

Jahrling P, Rodak C, Bray M, Davey RT. Triage and management of accidental laboratory exposures to biosafety level-3 and -4 agents. Publicado em Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science. Vol 7, number 2, 2009.

Kimman TG, Smith E, Klein MR. Evidence-based biosafety: A review of the principles and effectiveness of microbiological containment measures. Clinical Microbiology Reviews, vol. 21, 2008.

Lathan SR. Caroline Hampton Halsted: the first to use rubber gloves in the operation room. Publicado na US National Library of Medicine. National Institutes of Health. USA, 2010.

Lima JFL (Lelé). Arquitetura: uma experiência na área da saúde. São Paulo, 2012.

Lopes RJ. Burocracia emperra projeto de biodefesa – Folha de São Paulo – São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe2611200501.htm>

Magalhães JLO. Sistema de Gestão de Qualidade e Biossegurança no Laboratório de Biossegurança Nível 3 da Fiocruz/PE: Elaboração de Proposta para Implantação. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2013.

Martins RA, Martins LACP, Ferreira RR, Toledo MCF. Contágio: história da transmissão das doenças transmissíveis. São Paulo, 1997.

Martins e Silva J. Asclepius e o culto da serpente. Boletim da SPHM, Volume 19. Lisboa, 2004.

Martins VP. A humanização e o ambiente físico hospitalar. Anais do I Congresso Nacional da ABDEH – IV Seminário de Engenharia Clínica, 2004.

Miquelin LC. Anatomia dos edifícios hospitalares. São Paulo. Ed Cedas. 1992.

Moreira LRC. Bancadas hospitalares: superfícies e porosidades como fontes potenciais de infecção. Dissertação de mestrado. São José dos Campos, 2002.

Mott ML, Sanglard G. História da saúde em São Paulo: instituições e patrimônio arquitetônico (1808 – 1958). São Paulo, 2011.

Mourya D, Yadav P, Majumdar T, Chauhan D, Katoch V. Establishment of Biosafety level 3 (BSL-3) laboratory: important criteria to consider while design, constructing, commissioning & operating the facility in Indian setting. Publicado em Indian Journal of Medical Research, p171. 2014.

Neufert, Ernst. A arte de projetar em arquitetura: princípios, normas e prescrições sobre construção, instalações, distribuição e programa de necessidades, dimensões de edifícios, locais e utensílios. 12<sup>a</sup> edição. São Paulo, 1997.

Pastorino B, de Lamballerie X e Charrel R. Biosafety and Biosecurity in European Containment Level 3 Laboratories: Focus on French Recent Progress and Essential Requirements. *Frontiers Public Health Journal* 5:121. França, 2017. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00121

Patitucci SM. Estudo para minimização do processo de fumigação empregado na limpeza e desinfecção de salas limpas em Bio-Manguinhos / Fiocruz. Rio de Janeiro, 2008.

Pantoja LDM, Couto MS, Paixão GC. Diversidade de bioaerossóis presentes em ambientes urbanizados e preservados de um campus universitário. São Paulo, 2007.

Philips JM. Biological safety labs: an introduction; a recent increase in biological threats and perceived risks is driving construction of new BSL facilities. Cap. 7, *The Lab Design Handbook*. Publicado em R & D, 2003.

Pike RM, Sulkin SE, Schulze ML. Continuing importance of laboratory – acquired infections. *AJPH*, vol 55 n 2. 1965.

Richards SL, Pompei VC, Anderson A. BSL-3 laboratory practices in the United States: comparison of Select Agent and non select agent facilities. *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice and Science*. Volume 12, number I, 2014.

SBCB. “Grupos de trabalho”. Disponível em:  
<http://sbcc.com.br/grupos-de-trabalho-2/>

Schneider RP, Gamba RC, Albertini LB. Manuseio de Produtos Químicos. Capítulo 5: Perigos Associados a Equipamentos e Acessórios do Laboratório. São Paulo: ICBII USP, 2011. 28 p. Protocolo da Rede PROSAB Microbiologia. Área: Métodos Básicos. Disponível em: <http://www.prosabmicrobiologia.org.br/rede/protocolos>. Acesso em: 25/09/2016.

Smith AM, Smouse SL, Tau NP, Bamford C, Moodley VM, Jacobs C, McCarthy KM, Lourens A, Keddy KH. Laboratory-acquired infections of *Salmonella enterica* serotype Typhi in South Africa: Phenotypic and genotypic analysis of isolates. BMC Infectious Diseases, 17:656. DOI 10.1186/S12879-017-2757-2. South Africa, 2017.

Ujvari SC. A história e suas epidemias – a convivência do homem com os microorganismos. 2ª ed. Editora Senac. São Paulo, 2003.

Ujvari S.C. A história da humanidade contada pelos vírus, bactérias, parasitas e outros microorganismos. Ed. Contexto. 2ª edição. São Paulo, 2015.

Vieira VM, Salgado MS. Indicadores da margem de incerteza das decisões arquitetônicas para laboratórios NB3 a partir de estudo de casos. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos, v.3, n.2, p.78-105 – Brasil, 2008. Disponível em:

<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50943/5502>  
4.

Wen Z, Yang W, Li N, Wang J, Hu L, Li J, Yin Z, Zhang K, Dong X. Assessment of the risk of infectious aerosol leaking to the environment from

BSL-3 laboratory HEPA air filtration systems using model bacterial aerosols. Journal Particuology, vol 13, pg 82:87, 204.

World Health Organization (WHO). Laboratory Biosafety manual. 3th edition. Geneva, 2004.

Young P, Corradi T. Imhotep (2700-2650 a.c.): el gran medico egípcio. Publicado em Revista Fronteras em Medicina. Buenos Aires, 2016. Disponível em:

<http://revistafronteras.com.ar/contenido/art.php?recordID=Mzky>

Referências de fonte das imagens:

Academia de Medicina de São Paulo. Cadeira 118 – Ernesto Souza Campos. Consultado em abril de 2018. Disponível em <https://www.academiamedicinasao paulo.org.br/biografias/51/BIOGRAFIA-ERNESTO-DE-SOUZA-CAMPOS.pdf>.

Academia de Medicina de São Paulo. Cadeira 118 – Luiz Manuel de Rezende Puech. Consultado em abril de 2018. Disponível em <https://www.academiamedicinasao paulo.org.br/biografias/162/BIOGRAFIA-LUIZ-MANUEL-DE-REZENDE-PUECH.pdf>.

Academic Departaments. Class II Biosafety Cabinet. Consultado em abril de 2018. Disponível em: [http://academicdepartments.musc.edu/se/util/display\\_mod.cfm?MODULE=/se-server/mod/modules/semod\\_printpage/mod\\_default.cfm&PageURL=/vpfa/operations/Risk%20Management/biosafety/BSC/BSCTypes&VersionObject=79](http://academicdepartments.musc.edu/se/util/display_mod.cfm?MODULE=/se-server/mod/modules/semod_printpage/mod_default.cfm&PageURL=/vpfa/operations/Risk%20Management/biosafety/BSC/BSCTypes&VersionObject=79)

53A3125860C983230FEBDCE67F183E&Template=247855&PageStyleSheet=554846

Altman M. Hoje na história: 370 aC – Morre Hipocrates, considerado o “pai da medicina”. Rio de Janeiro, 2014. História Ciências Saúde Manguinhos. Consultado em março de 2018. Disponível em: <http://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/hoje-na-historia-370-a-c-morre-hipocrates-considerado-o-pai-da-medicina>.

Archdaily. Em foco: Rino Levi. Publicado em dezembro de 2015. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/779671/em-foco-rino-levi>

Australasian Citometry Society. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL). Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://www.cytometry.org.au/content/biosafety-microbiological-and-biomedical-laboratories-bmbl>.

Begliomini H. Luiz Manuel de Rezende Puech. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://www.academiamedicinasaopaulo.org.br/biografias/162/BIOGRAFIA-LUIZ-MANUEL-DE-REZENDE-PUECH.pdf>

Belleza G. Roberto Cerqueira Cesar (1917 – 2003). Publicado na rRevista Vitruvius – Arqtextos, em julho de 2003. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/04.038/671>.

Bonastra Q, Jori G. El uso de google Earth para el estudio de la arquitectura hospitalaria (II): Hospitales cruciformes, radiales Y pabellonarios. Publicado na Aracne revista eletrônica de recursos en internet sobre geografia y ciencias sociales. Barcelona, 2009. Disponível em:

<http://www.raco.cat/index.php/Aracne/article/view/138011/188635>.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde – Departamento de Vigilância de Doenças Transmissíveis. Biocontenção: o gerenciamento de risco em ambientes de alta contenção biológica NB3 e NB3A. Brasília – Brasília, 2015.

Carrier. Willis Carrier. Consultado em abril de 2018. Disponível em <https://www.carrier.com/carrier/en/worldwide/about-carrier/willis-carrier/>

CDC – Center of Disease Control and Prevention. CDC`s Origins and Malaria. Consultado em abril de 2018. Disponível em [https://www.cdc.gov/malaria/about/history/history\\_cdc.html](https://www.cdc.gov/malaria/about/history/history_cdc.html).

CDC - Center for Disease Control and Prevention. Guidelines for Safe Work Practices in Human and Animal Medical Diagnostic Laboratories. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). Supplement Vol. 61; Atlanta, 2012.

CRFB – Centro de Referência do Futebol Brasileiro. Cemitério do Araça: histórias sobre a cidade, o futebol e a morte. Foto original do acervo da Prefeitura de São Paulo. Publicado em junho de 2017. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://medium.com/museu-do-futebol/cemitério-do-araçá-histórias-sobre-a-cidade-o-futebol-e-a-morte-c4208c67cdf3>.

Condephaat. São Paulo – Edifício Central do Instituto Adolfo Lutz. Imagem Wikipedia. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.infopatrimonio.org/?p=147#!/map=38329&loc=-23.555627999999988,-46.66869700000001,17>

Culture. Patrimoine hospitalier à travers l'Europe: un dilemme entre restructuration ou désaffectation. Consultado em abril de 2018. Disponível em:

[http://www4.culture.fr/patrimoines/patrimoine\\_monumental\\_et\\_archeologique/insitu/image.xsp?numero=&id\\_article=v3-1038&no\\_image=1](http://www4.culture.fr/patrimoines/patrimoine_monumental_et_archeologique/insitu/image.xsp?numero=&id_article=v3-1038&no_image=1).

Cytrynowicz MM, Cytrynowicz R, Stucker A. Do Lazareto dos Variolosos ao Instituto de Infectologia Emilio Ribas. São Paulo, 2010.

FAU-USP. O tratado de arquitetura de Vitruvio. Consultado em abril de 2018. Disponível em <http://www.fau.usp.br/dephistoria/labtri/2.10livros.html>.

Feldmann H, Geisbert T, Kawaoka Y, Johnson KM. Dedication: Jim Orzechowski (1944-2003) and Michael Kiley (1942 – 2004). The Journal of Infectious Diseases. Canada, 2007.

Filomena M. Saúde na mitologia: Hígia, deusa da preservação da saúde. Revista eletrônica “Estas a ver”, Governo de Portugal, 2012. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://aves.edu.pt/tas/?p=449>.

Florence Nightingale Museum. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.florence-nightingale.co.uk/?v=19d3326f3137>.

Galileu. Revista eletrônica. Publicado em janeiro de 2018. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/01/peste-negra-foi-espalhada-por-humanos-afirma-novo-estudo.html>.

Grigorio PC. A Igreja Medieval. Publicado em SlideShare, 2016. Consultado em abril de 2018. Disponível em <https://www.slideshare.net/patriciagrigorio3/a-igrea-medieval>.

HC – Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo. Consultado em abril de 2018. Disponível em: [http://www.hc.fm.usp.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=485&Itemid=303](http://www.hc.fm.usp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=485&Itemid=303).

History of the microscope. Antony van Leeuwenhoek: A history of the compound microscope. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.history-of-the-microscope.org/anton-van-leeuwenhoek-microscope-history.php>.

IB – Instituto Butantan. Nossa História. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.butantan.gov.br/butantan/nossahistoria/Paginas/default.aspx>.

Intergenética SL. Transmisión de enfermedades. Mecanismos y su importancia. Espanha. Disponível em: <http://youna.es/transmision-enfermedades-mecanismos-importancia/>. Publicado em março 2017. Acesso em 7/01/2018.

IPH – Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman. Jarbas Bela Karman. Publicado em abril de 2017. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.iph.org.br/jarbas-karman>

Laget PL. L'invention du système des immeubles à gradins. Sa genèse à visée sanitaire avant sa diffusion mondiale dans la villégiature de montagne et de bord de mer. Publicado em 2014. Consultado em abril de 2018. Disponível em : <https://journals.openedition.org/insitu/11102?gathStatIcon=true>.

Linkiesta weekend. Consigli per non incorrere nell'ira divina. Publicado em 7 de setembro de 2014. Disponível em:

<http://www.linkiesta.it/it/article/2014/09/07/consigli-per-non-incorrere-nellira-divina/22768/>. Acesso em: 7/01/18.

Lima ACBR. Arquitetura, a historicidade de um conceito. Um breve estudo sobre a mitologia da fundação da arquitetura. Foto (Templo de Juno, Agrigento): Vitor Hugo Mori. Revista eletrônica Vitruvius, 2010. Consultado em abril de 2018. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.123/3514>.

Marcolin N. Respostas ao tempo. Revista pesquisa Fapesp. Publicado em outubro de 2010. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2010/10/25/respostas-ao-tempo>.

Martins RA, Martins LACP, Ferreira RR, Toledo MCF. Contágio: história da transmissão das doenças transmissíveis. São Paulo, 1997.

Martir N. Biografia Avicena Maimonides. Publicado em Slideshare, 2013. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://es.slideshare.net/ymartir1/biografia-avicena-maimonides>.

MLA style: "The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1962". *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2014. Fotos: Copyright © The Nobel Foundation. Consultado em abril de 2018. Disponível em: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1962](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1962).

NA - Nueva Acropoles Organizacion internacional. Aristoteles. Publicado em 2012. Imagem de Jastrow. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://biblioteca.acropolis.org/aristoteles>.

Nobel prize. Luc Montagnier: facts. Consultado em abril de 2018. Disponível em:

[https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2008/montagnier-facts.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2008/montagnier-facts.html)

Nobel prize. The Nobel prize in chemistry 1993. Consultado em abril de 2018. Disponível em: [https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1993/](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1993/)

Poire EC. Del atomismo al placer. Revista electronica n. 4 C2 Ciencia y Cultura. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.revistac2.com/del-atomismo-al-placer>.

Ouellette R. Designing the Digital City. Publicado em janeiro de 2018. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://meshcities.com/designing-the-digital-city/>.

Poli – Escola Politécnica USP. Prof. Dr. Francisco de Paula Ramos de Azevedo -1917 – 1928. Consultado em abril de 2018. Disponível em <http://www.poli.usp.br/pt/a-poli/historia/galeria-de-diretores/200-prof-dr-francisco-de-paula-ramos-de-azevedo-.html>.

Porter JR. Agostino Bassi bicentennial (1773 – 1973). Department of microbiology, university of Iowa. Iowa, 1973. Consultado em abril 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC413819/pdf/bactrev00042-0034.pdf>.

Redd NT. World Trade Center: Ground zero on September 11, 2001. Imagem de Ken Tannenbaum / Shutterstock.com. Consultado em abril de 2018. Publicado em setembro de 2017. Disponível em: <https://www.livescience.com/22994-world-trade-center.html>

Rubin, MJ. Los templos de Filae, recorrido. Consultado em março/2018. Disponível em: <https://sobreegipto.com/2009/02/15/los-templos-de-filae-recorrido>.

Rebollo RA. O legado hipocrático e sua fortuna no period greco-romano: de Cós a Galeno. São Paulo, 2006.

Rezende JM. À sombra do plátano: crônicas de história da medicina [online]. São Paulo: Editora Unifesp, 2009. Dos quatro humores às quatro bases. Pp 49-53. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/8kf92/pdf/rezende-9788561673635-05.pdf>.

Science History Institute. Robert Boyle, 2017. Gravura pintada por Johann Kerseboom em 1689. Imagem de Will Brown. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://www.sciencehistory.org/historical-profile/robert-boyle>.

Science museum. Brought to life – Exploring the History of Medicine. Consultado em abril de 2018. Disponível em <http://broughttolife.sciencemuseum.org.uk/broughttolife/people/hoteldieu>.

Science museum. Brought to life – Thomas Sydenham (1624 – 89). Consultado em abril de 2018. Disponível em <http://broughttolife.sciencemuseum.org.uk/broughttolife/people/thomassydenham>.

Schmitt C. Evolução Histórica das Práticas de Proteção de Doenças Transmissíveis. Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017. Consultado em abril de 2018. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2821174/mod\\_resource/content/1/aula\\_historia\\_isolamentos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2821174/mod_resource/content/1/aula_historia_isolamentos.pdf)

Silva MRB. Santa Casa de Misericórdia de São Paulo - saúde e assistência se tornam públicas (1875-1910). Publicado em Julho de 2010. Fonte original da imagem: Museu Histórico Prof. Carlos da Silva Lacaz – Faculdade de Medicina USP. Consultado em abril de 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-87752010000200004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-87752010000200004)

Smul – Prefeitura de São Paulo. Galeria de mapas – Planta da Cidade de São Paulo 1895. Consultado em abril de 2018. Disponível em: [http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico\\_demografico/1890.php](http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico_demografico/1890.php)

SP in foco. O combate à peste bulbonica – a criação do Butantan. Consultado em abril de 2018. Disponível em <http://www.saopauloinfoco.com.br/criacao-do-butantan>.

SWI - Swissinfo.. Abadia de Sankt Gallen. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <https://www.swissinfo.ch/por/abadia-de-sankt-gallen/8332888>.

Ufjf – Universidade Federal de Juiz de Fora. Grupo de pesquisa REARQ. Publicado em agosto de 2013. Consultado em abril de 2018. Disponível em: <http://www.ufjf.br/rearq/2013/08/26/jorge-machado-moreira-plantas-para-doacao-ao-grupo-de-pesquisa-rearq-de-npd-ufjf>.

Unesco. World Heritage Convention. Santuario de Esculapio en Epidauro. Grécia, 1998. Consultado em abril de 2018. Disponível em <http://whc.unesco.org/es/list/491>.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – RECOMENDAÇÕES BMBL

Das recomendações feitas na BMBL (CDC, 2009), em relação a barreiras primárias e secundárias, os laboratórios A, B e C foram classificados como “atende”, “atende parcialmente” e “não atende”.

Segue abaixo o check list dessas recomendações.

	<b>BARREIRAS PRIMÁRIAS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<b>NÚCLEO</b>	A	A	A
1	Procedimentos deverão ser conduzidos dentro de CSB (de preferência classe II ou III)	A	A	A
2	Usar roupas de proteção	A	A	A
3	A roupa deve ser trocada sempre que houver a possibilidade de estar contaminada	A	A	A
4	Deverá ser utilizada proteção de olhos e rosto para manipulações que geram salpicos e sprays	A	A	A
5	Trocar a luva sempre que for contaminada, que tiver sua integridade comprometida ou sempre que necessário	A	A	A
6	Protetores de olhos, rosto e respiratório devem ser utilizados em ambientes que contem animais infectados	NSA	A	ISA
	<b>POROS</b>			
7	Não utilizar roupas de proteção fora do laboratório	A	A	A
8	A roupa de proteção que é reutilizada deve ser descontaminada antes de ser lavada	A	A	A
9	Remover as luvas e lavar as mãos ao terminar o trabalho e antes de sair do laboratório	A	A	PA

	<b>BARREIRAS SECUNDÁRIAS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<b>NÚCLEO</b>			
10	O laboratório deve ser separado de áreas abertas sem restrição de fluxo de pessoas	A	A	A
11	A torneira deve ser com acionamento automático ou sem as mãos	A	NA	A
12	Caso o laboratório seja dividido em diferentes laboratórios, deve ter uma pia em cada área separada	NSA	NSA	NSA
13	Deve ser planejado de forma a facilitar a limpeza e descontaminação	A	A	A
14	Espaços entre bancadas, equipamentos e CSBs devem permitir acesso para limpeza	NA	PA	NA
15	O laboratório todo deve ser descontaminado sempre que: mudar o uso, for contaminado, antes de manutenções e reformas	A	A	A
16	O mobiliário do laboratório deve suportar as cargas e usos previstos antecipadamente	A	A	A
17	Tampas de bancadas devem ser impermeáveis e resistentes a calor e produtos químicos	A	A	PA
18	Forro de cadeira deve ser de material não poroso e de fácil descontaminação	A	A	A
19	CSBs devem ser instaladas de forma que o fluxo de ar do insuflamento e da exaustão não interfiram na operação	A	A	A
	<b>BARREIRAS SECUNDÁRIAS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<b>NÚCLEO</b>			
20	CSBs devem ficar longe de portas e de áreas de maior	PA	A	A

	circulação de pessoas no laboratório			
21	Disponibilizar lava-olhos	A	NA	NA
22	Deve ter sistema de ventilação por duto, disponibilizando um fluxo de ar unidirecional (da área mais “limpa” para a área mais “suja”)	A	A	A
23	O fluxo de ar deve ser passível de ser verificado pelos usuários do laboratório, antes de entrar. Recomendável uso de alarme se o ar for interrompido	A	A	A
24	O ar das CSBs classe II, filtrado pelo HEPA, pode recircular dentro do laboratório se a cabine for testada e certificada anualmente	NSA	NSA	NSA
25	Equipamentos que podem produzir aerossol deverão estar contidos dentro de um equipamento de barreira primária, com filtragem HEPA de ar	A	A	A
26	O espaço físico, os procedimentos e os parâmetros operacionais devem ser definidos antes do início da operação, e devem ser reavaliados e documentos anualmente	A	A	A
	CARIOTECA			
27	Piso, parede e teto devem ser selados	A	A	A
28	Piso deve ser antiderrapante, impermeável e resistente à produtos químicos, de preferência sem emendas	A	A	A
29	Acabamento de parede deve ser liso para facilitar limpeza e descontaminação	PA	PA	PA
30	Teto deve ter acabamento e vedação da mesma maneira que parede	A	A	A
31	Todas as janelas devem ser seladas	A	A	A

	POROS			
32	O acesso ao laboratório deve ser feito com portas com fechamento automático, sendo que o ambiente entre as portas pode ser utilizado para a troca de roupas	A	A	A
33	Acesso do laboratório deve ser restrito	A	A	A
34	Os laboratórios devem ter pias para lavagem de mãos próximo da porta de saída do laboratório	A	A	A
35	Espaços próximo de portas e aberturas de ventilação devem ser adaptáveis para selar de forma a facilitar a descontaminação do espaço (para descontaminação por fumigação)	A	A	A
36	Ar de exaustão do laboratório não deve ser recirculado em nenhuma outra área da edificação	A	A	A
	BARREIRAS SECUNDÁRIAS	A	B	C
	POROS			
37	O ar do laboratório deve ser dispensado longe de áreas ocupadas ou deve ter filtro HEPA	A	A	A
38	o filtro HEPA da saída de ar da exaustão deve ter sistema de isolamento e descontaminação para troca (tipo bag in bag out)	A	A	A
39	O ar da CSB pode ser conectada ao sistema de exaustão	A	A	A
40	O ar de saída da CSB CII pode estar direcionada diretamente para a área externa *	NSA	NSA	NSA
41	Um método de desinfecção de resíduos deverá preferencialmente estar dentro do laboratório	A	A	A
42	Projeto do laboratório deve permitir meios de	A	A	A

	descontaminação de grandes equipamentos antes que eles saiam dos laboratórios			
43	Dependendo da avaliação de risco, o laboratório deverá ter um ou mais dos seguintes itens de biossegurança:			
	(1) ante sala para guarda de equipamentos descontaminados		X	
	(2) chuveiro de saída	X	X	X
	(3) filtragem HEPA na saída do laboratório	X	X	X
	(4) descontaminação de efluentes	X	X	X
	(5) controle avançado de acesso (como biometria)	X	X	X

LEGENDA:

A – atende integralmente  
PA – atende parcialmente  
NA – não atende  
NSA – não se aplica

**ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO  
GESTORES DOS LABORATÓRIOS**

**LEVANTAMENTO CLASSIFICAÇÃO DE RISCO**

Respondido pelo gestor do Laboratório \_\_\_\_\_

**PARTE 1 – SOBRE O AGENTE INFECCIOSO E SUA MANIPULAÇÃO**

AGENTE BIOLÓGICO INFECCIOSO

\_\_\_\_\_

**1. Classificação do agente**

1  biomol PCR convencional

2  biomol PCR real time

3  cultura

4  clonagem

5  inoculação em célula (in vitro)

**2. Tipo de amostra**

inoculação em animais (in vivo)

amostra biológica

cultura com antibióticos

cepa

sistema automatizado fechado

amostra pré preparada (RNA, DNA, etc)

outros \_\_\_\_\_

outro \_\_\_\_\_

**4. Virulência do agente**

baixa

**3. Manipulações / metodologias  
no NB3**

media

alta

**5. Patogenicidade do agente**

baixa

media

alta

**6. Modo de transmissão do agente**

respiratório

outros \_\_\_\_\_

**7. Estabilidade do agente no meio ambiente**

baixa. Tempo<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

media. tempo \_\_\_\_\_

alta. tempo \_\_\_\_\_

**8. Concentração de agente infeccioso na amostra**

concentração baixa – amostra biológica

concentração media - cultura

\_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Tempo médio de sobrevivência do agente em bancada de trabalho, temperatura 24 graus C, iluminação natural através de caixilho selado, umidade media de 50%, iluminação artificial não UV.

concentração alta - sensibilidade

**9. Volume de amostras**

pouca quantidade

media quantidade

muita quantidade

**10. Origem do agente**

conhecida / endêmica na região local

conhecida / não endêmico na região local

conhecida / “mundial”

desconhecida

**11. Disponibilidade de medidas profiláticas**

sim, eficiente

sim, pouco eficiente

não

**12. Disponibilidade de tratamento eficaz**

sim, curável

sim, cura não garantida / longa

não tem cura

**13. Dose infectante**

baixa

media

alta

**14. eliminação (sensível a que?)**

álcool 70%

hipoclorito

temperatura \_\_\_\_\_

outros \_\_\_\_\_

**15. produto final do laboratório**

lâminas

antígenos

RNA / DNA

apenas arquivos eletrônicos /  
laudos eletrônicos

outros  
\_\_\_\_\_

**16. Local para preparo da amostra/ aliquotagem**

NB2 exclusiva para tal

NB3 exclusivo para preparo

NB3 junto com outros ensaios

outro \_\_\_\_\_

**17. Local para preparo de reagentes**

NB2

NB3

outro \_\_\_\_\_

**18. Quais os materiais que saem do laboratório sem poder passar pela autoclave?**

\_\_\_\_\_

**19. Usa o NB3 por (pode marcar mais de uma opção):**

classificação do agente

quantidade de amostras

tipo de amostra

falta de medidas profiláticas  
e/ou tratamento

( ) concentração do agente na amostra

( ) virulência

( ) metodologias utilizadas

**20. Existe a possibilidade do laboratório ser utilizado para manipulação de outros agentes, que não listados aqui:**

( ) sim

( ) não

## **PARTE 2 – SOBRE POPS**

### **BOAS PRÁTICAS**

#### **LABORATORIAIS**

**1. É claro para a equipe a proibição de pipetagem com a boca, não fumar/ não se alimentar/ beber dentro do laboratório?**

( ) sim

( ) não

**Você visualiza alguma forma da arquitetura/instalações melhorar isso? Como?**

( ) não

( ) sim

\_\_\_\_\_

—

**2. Roupa (sem considerar o avental por cima) para entrar na área NB3:**

( ) roupa comum

( ) macacão individual, reutilizado \_\_\_ vezes antes de descontaminar

( ) avental grosso coletivo, reutilizado \_\_\_\_\_ vezes antes de descontaminar

( ) macacão individual, reutilizado somente após descontaminação

( ) avental grosso coletivo, reutilizado somente após descontaminação

( ) outro \_\_\_\_\_

**Você visualiza alguma forma da arquitetura/instalações melhorar isso? Como?**

( ) não

sim

\_\_\_\_\_

—

**3. Avental de trabalho:**

avental individual descartável,  
reutilizado \_\_\_ vezes antes de  
descartar

avental coletivo descartável,  
reutilizado \_\_\_\_\_ vezes antes de  
descartar

avental individual, reutilizado  
\_\_\_ vezes antes de descontaminar

avental coletivo, reutilizado  
\_\_\_\_\_ vezes antes de  
descontaminar

outro \_\_\_\_\_

**Você visualiza alguma  
forma da  
arquitetura/instalações  
melhorar isso? Como?**

não

sim

\_\_\_\_\_

—

**4. Material utilizado para os  
ensaios:**

vidro, reutilizável

plástico, descartável

outro

\_\_\_\_\_

**A arquitetura/instalações  
interfere nisso? Como?**

não

sim

\_\_\_\_\_

—

**5. Os procedimentos que  
geram aerossol são todos  
feitos em CSB?**

sim

não. Qual?

\_\_\_\_\_

**Você visualiza alguma  
forma da  
arquitetura/instalações  
melhorar isso? Como?**

não

sim

\_\_\_\_\_

—

**6. O manual de biossegurança fica disponível dentro do laboratório?**

sim

não

**Você visualiza alguma forma da arquitetura/instalações melhorar isso? Como?**

não

sim

\_\_\_\_\_

—

**7. Qual o número máximo e o número mínimo de pessoas dentro do laboratório, de acordo com o manual de uso?**

\_\_\_\_\_ mínimo. Pq?

\_\_\_\_\_ máximo. Pq?

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso?**

**Como?**

não

sim

\_\_\_\_\_

—

**8. Há higienização de mãos e antebraços antes da manipulação? Em que local isso acontece?**

sim, dentro do vestiário barreira

sim, dentro do laboratório

não

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso?**

**Como?**

não

sim

\_\_\_\_\_

—

**9. Em que momento o usuário coloca o primeiro par de luvas?**

no vestiário barreira

( ) dentro do laboratório, depois apenas de vestir o avental

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso? Como?**

( ) não

( ) sim

\_\_\_\_\_

—

**10. Em que momento o usuário coloca o segundo par de luvas?**

( ) no vestiário barreira

( ) dentro do laboratório, depois apenas de vestir o avental

( ) não usa dois pares

**A arquitetura/instalações interfere nisso? Como?**

( ) não

( ) sim

\_\_\_\_\_

**DESCONTAMINAÇÃO**

**11. Como é feita a descontaminação de material para descarte:**

( ) método vapor quente (autoclave) porta dupla

( ) método vapor quente (autoclave) porta simples

( ) método químico. Qual

\_\_\_\_\_

frequência:

\_\_\_\_\_

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso? Como?**

( ) não

( ) sim

\_\_\_\_\_

**\_ Como desconta materiais que não podem ser autoclavados?**

( ) não há material que não possa ser autoclavado

( ) método:

\_\_\_\_\_

**A arquitetura/instalações  
poderia melhorar isso?  
Como?**

não

sim

---

**12. Tudo sai do laboratório  
descontaminado  
(inclusive resíduos)?**

sim

não . O que não sai  
descontaminado? \_\_\_\_\_

**13. Frequência de  
descontaminação**

\_\_\_\_\_ vezes ao dia

\_\_\_\_\_ vezes por semana

**A arquitetura/instalações  
poderia melhorar isso?  
Como?**

não

sim

---

**14. Como armazena o  
material a ser  
descontaminado até a sua  
descontaminação?**

vedado, com  
descontaminação química  
da superfície externa, fora  
da CSB

vedado, sem  
descontaminação química  
da superfície externa, fora  
da CSB

vedado, sem  
descontaminação química  
da superfície externa,  
dentro da CSB

outro

---

**A arquitetura/instalações  
poderia melhorar isso?  
Como?**

não

sim

**15. Após cada atividade, os  
equipamentos são  
descontaminados pela  
equipe de trabalho?**

sim

No dia a dia

não

**A arquitetura/instalações  
poderia melhorar isso?  
Como?**

\_\_\_\_\_  
—  
Na descontaminação  
terminal

não

sim

**18. Qual a frequência de  
desinfecção terminal (fora  
quando há respingos ou  
acidentes)?**

**16. Após cada atividade, a  
sala é descontaminada  
pela equipe de trabalho?**

\_\_\_\_\_ vezes por semana

\_\_\_\_\_ vezes por mês

sim

outro \_\_\_\_\_

não

**A arquitetura/instalações  
poderia melhorar isso?  
Como?**

**A arquitetura/instalações  
poderia melhorar isso?  
Como?**

não

não

sim

sim

**17. Qual o produto utilizado  
para descontaminação de  
superfícies (bancada e  
equipamentos) e  
acabamentos?**

**19. Onde fica o material  
usado para  
descontaminação (baldes,  
mop, carrinho, etc)?**

dentro do laboratório

fora do laboratório

fora do NB3.

outro

Caso o ultimo tenha sido assinalado, como é retirado este material?

---

---

---

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso? Como?**

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso? Como?**

não

não

sim

sim

---

**20. Como é retirado o resíduo químico para ser descartado?**

---

**21. Como faz descontaminação de equipamentos, para eventuais saídas para manutenção / conserto / troca?**

descontaminada a superfície de fora e sai pelo pass through

fumigação em local específico

descontaminada a superfície de fora e sai pelo vestiário barreira

descontaminada a superfície de fora e sai pelo vestiário barreira

descontaminada a superfície de fora e sai por eclusa específica para saída de material

spray específico

não há resíduo químico que não seja neutralizado para jogar pelo próprio esgoto

outro \_\_\_\_\_

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso? Como?**

não

sim

\_\_\_\_\_

## REGISTROS E TREINAMENTO

**22. Como é feita a seleção de pesquisadores e técnicos para trabalhar dentro do NB3?**

não há seleção

após avaliação de conduta em laboratório, durante

\_\_\_\_\_ (tempo)

com indicação de pessoal interno de confiança

outro \_\_\_\_\_

**23. Quanto tempo dura o treinamento dos pesquisadores e técnicos do NB3?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**24. Há registros internos de orientação para uso de todos os equipamentos?**

sim

não

**25. Como é feito o controle dos procedimentos pelo responsável do laboratório?**

**26. É realizado monitoramento de condições psicológicas e fisiológicas dos pesquisadores e técnicos?**

sim. Frequência

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

não

## ACIDENTES LABORAIS

**27. Qual desses acidentes já aconteceu dentro do NB3?**

perfurocortante

queda física (tombo)

queda amostra/material

quebra vidro

contaminação cruzada

contaminação externa (de agentes vindos de fora do laboratório)

retirada de material sem descontaminação

outro

---

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso?**

**Como?**

não

sim

---

**28. \_Já houve “vazamento” (escape) de agente infeccioso para fora do laboratório?**

não

sim, para outros laboratórios

sim, para o meio ambiente

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso?**

**Como?**

não

sim

---

**29. Qual o POP para contenção de um acidente?**

---

**A arquitetura/instalações poderia melhorar isso?**

**Como?**

não

sim

---

**30. Qual a orientação para o caso de haver um acidente fora do laboratório que acione o alarme de emergência, com necessidade de evacuação imediata do local?**

tem saída de emergência, com barra antipânico na porta

outro

---

**A arquitetura/instalações  
poderia melhorar isso?  
Como?**

não

sim

---

**ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO**  
**USUÁRIOS DOS LABORATÓRIOS**

**QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO SOBRE ARQUITETURA E BIOSSEGURANÇA**

Tempo de experiência

1- há quanto tempo trabalha em laboratório NB3?

ATÉ 1 ANO	
ENTRE 1 E 5 ANOS	
MAIS DE 5 ANOS	

2- houve treinamento anterior para o uso do laboratório?

SIM	
NÃO	

3- Há treinamentos para atualização e reciclagem no laboratório?

SIM	
NÃO	

4- Já sofreu algum acidente de trabalho com relação a biossegurança?

SIM	
NÃO	

5- Que tipo de acidente?

PERFUROCORTANTE	
QUEDA FÍSICA (TOMBO)	
QUEDA AMOSTRA/MATERIAL	
QUEBRA DE VIDRARIA	
CONTAMINAÇÃO CRUZADA	
ESQUECIMENTO / MAU USO DE EPI	
ESQUECIMENTO / MAU USO DE EPC	

Sobre o laboratório

6- Há adaptações de boas práticas laboratoriais em função de algum problema no laboratório?

SIM	
NÃO	

7- Se sim, o problema é relacionado a

ESPAÇO FÍSICO	
EQUIPAMENTOS	

8- Avalie:  
Ótimo, bom, regular, ruim, péssimo ou “nao há”

	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	NÃO HÁ
PISO						
PAREDE						
FORRO						
DUTOS APARENTES DE ELETRICA						
TUBULAÇÃO APARENTE DE HIDRAULICA						
TORNEIRA						
SIFÃO						
RALO						
LUMINÁRIAS						
PORTAS						
MAÇANETAS						
VISORES DE PORTA						
ARMÁRIO ALTO *						
ARMÁRIO SOB BANCADA						
BANCADAS						
JANELAS						
VESTIÁRIO ENTRADA						
VESTIÁRIO SAÍDA						
LOCAL PARA DESCONTAMINAÇÃO EPI **						
TAMANHO DO LAB.						
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO LAB.						
CORREDORES						
ESPAÇO PARA TRABALHO EM BANCADA						
ESPAÇO ENTRE BANCADAS / EQUIPAMENTOS						
AUTOCLAVE DE BARREIRA						
PASS THROUGH						

TELEFONE						
VISORES DO LAB.						

\*armário acima de 1,80m de altura, aproximadamente

\*\* respiradores, macacão, óculos, etc.

- 9- Em cada um dos itens abaixo, sugeriria alguma alteração física no laboratório, de forma que minimizasse ainda mais os riscos inerentes a um NB3?

	SUGESTÃO DE MELHORIA
PISO	
PAREDE	
FORRO	
DUTOS APARENTES DE ELETRICA	
TUBULAÇÃO APARENTE DE HIDRAULICA	
TORNEIRA	
SIFÃO	
RALO	
LUMINÁRIAS	
PORTAS	
MAÇANETAS	
VISORES DE PORTA	
ARMÁRIO SOB BANCADA	
BANCADAS	
JANELAS	
VESTIÁRIO ENTRADA	
VESTIÁRIO SAÍDA	
LOCAL PARA DESCONTAMINAÇÃO EPI	
TAMANHO DO LAB.	
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO LAB.	
CORREDORES	
ESPAÇO PARA TRABALHO EM BANCADA	
ESPAÇO ENTRE	

BANCADAS / EQUIPAMENTOS	
AUTOCLAVE DE BARREIRA	
PASS THROUGH	
TELEFONE	
VISORES DO LAB.	