

IMPACTO DAS CONDICIONANTES LOCACIONAIS E A IMPORTÂNCIA DA  
ARQUITETURA NO PROJETO DE LABORATÓRIOS DE PESQUISAS BIOMÉDICAS  
PERTENCENTES ÀS CLASSES DE RISCO 2, 3 E 4 SOB A ÓTICA DA  
BIOSSEGURANÇA

Maria Cristina Troncoso Ribeiro Pessoa

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS  
DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE  
JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO  
GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

---

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

---

Prof. Mário César Rodrigues Vidal, D.Sc.

---

Prof<sup>a</sup>. Cíntia de Moraes Borba, D.Sc.

---

Prof. Ricardo Rodrigues Pacheco, D.Sc.

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Emília Cosenza Andraus, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2006

PESSOA, MARIA CRISTINA TRONCOSO  
RIBEIRO

Impacto das Condicionantes Locacionais  
no Projeto de Laboratórios de Pesquisas  
Biomédicas Pertencentes às Classes de Risco  
2, 3 e 4 sob a Ótica da Biossegurança. [Rio de  
Janeiro] 2006.

X, 135 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc.,  
Engenharia de Produção, 2006)

Tese - Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Condicionantes Locacionais
2. Arquitetura de Laboratórios Biomédicos
3. Bioética, Biossegurança e Biosseguridade

I.COPPE / UFRJ II. Título (série)

*À minha mãe que me apontou o caminho  
da educação e do aprendizado  
como renovação do ser humano,  
do profissional e do cidadão.*

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer aos meus orientadores Carlos Alberto Nunes Cosenza, Hermann Schatzmayr e Mônica Santos Salgado pelo estímulo, apoio e importantes sugestões.

Aos profissionais da FIOCRUZ, Valéria Michelin Vieira e Renata Cristina Lapa - engenheiras de segurança do trabalho, ao médico veterinário Carlos Alberto Müller e a pesquisadora imunologista Vera Bongertz pela grande contribuição com opiniões e troca de informações.

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação em engenharia de produção pela dedicação no atendimento.

Aos meus chefes e companheiros de trabalho da FIOCRUZ pela oportunidade que me deram de concluir essa nova etapa profissional.

Aos amigos pelo companheirismo nos momentos mais difíceis e estímulo nos momentos de dificuldade.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

À minha família, em especial, à minha irmã Maria Mercedes Ribeiro Pessoa Cavalcanti, pelas revisões dos textos e seu grande senso crítico.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

IMPACTO DAS CONDICIONANTES LOCACIONAIS E A IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA NO PROJETO DE LABORATÓRIOS DE PESQUISAS BIOMÉDICAS PERTENCENTES ÀS CLASSES DE RISCO 2, 3 E 4 SOB A ÓTICA DA BIOSSEGURANÇA

Maria Cristina Troncoso Ribeiro Pessoa

Dezembro/ 2006

Orientadores: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Mônica Santos Salgado

Hermann Schatzmayr

Programa: Engenharia de Produção

No Brasil há dificuldade de se controlar a saúde pública e parte da população habita áreas urbanas em condições insalubres de moradia e desprovidas de infraestrutura básica, desenhando-se um cenário favorável para a propagação de epidemias. Este quadro é agravado, pois atualmente vivemos numa constante incerteza a respeito de uso de armas biológicas. Outrossim, a facilidade de se viajar, hoje, faz das pessoas, por vezes, o veículo da disseminação das enfermidades. É fato que já isolamos vírus extremamente letais, quando acontece um desequilíbrio na natureza entre vetor hospedeiro e o parasita. Na Amazônia, pessoas já se contaminaram por vírus desconhecido e, em outras regiões apareceu a AIDS. Ademais, eclodiram surtos de novas doenças e outras tantas reapareceram. Isto indica que é fundamental escolher um local apropriado no país, onde se possa construir um laboratório com nível de Biossegurança 3 ou 4, de forma a rapidamente se diagnosticar e intervir nas doenças em território brasileiro; de um lado evitando-se o seu alastramento e doutra parte conservando no país a pesquisa cerceando-se assim, o perigo da biopirataria. Não se pode olvidar a ética ao eleger o sítio para a edificação onde se almeja manipular microorganismos exóticos, porque temos a responsabilidade de não vir a contaminar o meio ambiente, as pesquisas ou o próprio pesquisador. A fim de se identificar o local apropriado para implantação deste laboratório adaptou-se o modelo de localização Industrial da COPPETEC – COSENZA de maneira a se obter uma metodologia que oriente a locação de espaços laboratoriais com risco biológico. Elaborou-se, então, um estudo entre 6 sítios, através de dados hierarquizados de acordo com a vocação urbana, considerando-se os aspectos de biossegurança, biosseguridade e planejamento urbano.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

The Impact of the Locational Determining Conditions and the Importance of the Architecture on the Project of Biomedical Research Laboratories Belonging to Risk Classes 2, 3, and 4 from the Biosafety Viewpoint

Maria Cristina Troncoso Ribeiro Pessoa

December/ 2006

Advisors: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Mônica Santos Salgado

Hermann Schatzmayr

Department: Production Engineering

It is difficult to control public health in Brazil and part of its population dwells in urban areas under unhealthy housing conditions and deprived of basic infra-structure, providing a favorable scenario for the transmission of widespread diseases. This situation is worsened as nowadays we feel a constant uncertainty about the use of biological weapons. Moreover, as traveling is so easy nowadays, it sometimes makes people the vehicle for spreading diseases. It is known that extremely lethal viruses have already been isolated when an imbalance occurs in nature between the host vector and the parasite. In the Amazon Region, people have already been infected with unknown viruses, whereas AIDS has arisen in other regions. Furthermore, outbreaks of new diseases emerged and some other diseases appeared again. This shows that it is essential to choose an appropriate place in the country where a Biosafety Level 3 or 4 laboratory could be built so as to enable a rapid diagnosis and intervention in the illnesses occurring in Brazil; on the one hand, preventing their spread and, on the other hand, continuing to carry out research in the country, thus restricting the danger of biopiracy. Ethics should not be neglected when choosing the site for the building where the handling of exotic microorganisms is expected as we are responsible for not contaminating the environment, the research, or even the researchers in the future. Aiming at identifying the appropriate place for establishing this laboratory, the COPPETEC – COSENZA industrial location model was adapted so that a guiding methodology for locating laboratory spaces presenting biological risk would be reached. Therefore, a survey among 6 sites was conducted by means of hierarchical data according to the urban trend, by taking into account the aspects related to biosafety, biosecurity, and urban planning.

## LISTA DE SIGLAS

a. C. - antes de Cristo

AIDS - *Acquired Immunodeficiency Syndrome*

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e Caribe

COPPETEC - Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONEP - Conselho Nacional Ética

CNS – Conselho Nacional de Saúde

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

E.U.A - Estados Unidos da América

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INSERM - *Institut National de La Santé Et de La Recherche Médicale*

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ISO - *International Organization for Standardization*

NB - Nível de Biossegurança

NBA - Nível de Biossegurança Animal

OGMs - Organismos Geneticamente Modificados

OIT - Organização Internacional do Trabalho

OMS - Organização Mundial de Saúde

WHO - *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde)

## SUMÁRIO

	p.
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1. AS DOENÇAS E A GLOBALIZAÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2. BIOTECNOLOGIA E RISCOS BIOLÓGICOS – Criação e Progresso ou Destruição e Perigo?</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Bioética</b>	<b>17</b>
2.1.1 Direitos Humanos: Categorias Ética, Política, Jurídica e Social	17
2.1.2 A Ética e a Ética Médica	18
2.1.3 Origem da Bioética	20
2.1.4 A Bioética Principlista	21
2.1.4.1 O Princípio da Beneficência e da Não-Maleficência	24
2.1.4.2 O Princípio da Autonomia e o Consentimento Livre e Esclarecido	24
2.1.4.3 O Princípio da Justiça	25
2.1.5 As Múltiplas Abordagens da Bioética	25
2.1.6 A Bioética no Brasil	26
2.1.7 Bioética: uma ética aplicada	27
<b>2.2 Biossegurança</b>	<b>29</b>
2.2.1 Biossegurança e Bioética	29
2.2.2 Biossegurança e Saúde do Trabalhador	32
2.2.3 Biossegurança, Saúde Pública e Sustentabilidade	36
<b>3. BIOINSTALAÇÕES</b>	<b>46</b>
<b>3.1 Biocontenção</b>	<b>49</b>
3.1.1 O Projeto e Classificação de Risco	53
3.1.2 O Projeto e os Requisitos para Área Física	55
3.1.3 O Projeto e o Princípio de Contenção	61
3.1.4 O Projeto e as Soluções para o Caso Proposto	63

<b>4. PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO – Complexo de Laboratório com Nível de Biossegurança 3 e 4</b>	<b>67</b>
<b>4.1 Planejamento Urbano</b>	<b>67</b>
<b>4.2 Localização Laboratorial: Um Estudo Adaptado da Matriz de Localização Industrial da COPPETEC – COSENZA</b>	<b>70</b>
<b>4.2.1 Aspectos Norteadores para a Localização de Complexo de Laboratório de Nível de Biossegurança 3 e 4</b>	<b>71</b>
<b>DISCUSSÃO FINAL</b>	<b>88</b>
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 1 - Resumo dos requisitos para área física e instalações de laboratórios conforme o Nível de Biossegurança (NB1 a NB4)</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO 2 - Resumo dos requisitos para área física e instalações de biotério de experimentação conforme o Nível de Biossegurança Animal (NBA 1 a NBA4)</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO 3 - Resumo dos requisitos para área física e instalações de insetário de experimentação conforme o Nível de Biossegurança Animal (NBA 1 a NBA4)</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO 4 - Estrutura e Função dos Espaços Físicos de Laboratórios</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO 5 - Estrutura e Função das Dependências de um Biotério de Experimentação</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO 6 - Estrutura e Função das Dependências de Insetário para Experimentação</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO 7 - Principais Materiais para Áreas Biomédicas</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO 8 - Projeto de Laboratórios de Nível de Biossegurança 2 e 3 – NB2 e NB3 com Laboratórios de Apoio</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO 9 - Projeto de Laboratórios de Nível de Biossegurança 3 Plus – NB3 Plus com Sala de Lavagem e Esterilização</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO 10 - Projeto de Biotério de Nível de Biossegurança 2 e 3 - NB2 e NB3/ Mod-1</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO 11 - Projeto de Biotério de Nível de Biossegurança 2 e 3 - NB2 e NB3/Mod- 2</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO 12 - Projeto de Insetário de Nível de Biossegurança 2 - NB2 e Laboratórios e Salas de Apoio</b>	<b>134</b>

<b>ANEXO 13 - Projeto de Enfermarias NB3 e Ambulatórios Médicos</b>	<b>135</b>
---	------------

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

p.

<b>FIGURA 1 - Origem dos Problemas Patológicos com Relação às Etapas de Produção e Uso de Obras Cíveis</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 2 - Elementos de Contenção</b>	<b>61</b>

## INTRODUÇÃO

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um estudo que identifique o terreno adequado para a implantação de um Complexo Laboratorial de nível de biossegurança 3 e 4, como forma de se alcançar um melhor desempenho dos espaços quanto ao controle de contaminação. Para tal, tomar-se-á como base o modelo matemático de Localização Industrial da COPPETEC – COSENZA, que é a versão Crispi da Lógica *fuzzy*. A nova matriz proposta será adaptada para o modelo de localização laboratorial, observando os fatores determinantes de especificidade voltada aos requisitos de biossegurança, biosseguridade e planejamento urbano, com a finalidade de se obter a adequada locação dos laboratórios de pesquisa que manipulam microorganismos de classe de risco 4 em biossegurança.

Serão identificadas as classes de riscos dos microorganismos manipulados nos laboratórios de pesquisa e, com base neste estudo, serão analisados os níveis de biossegurança adequados para estes mesmos laboratórios. Para tal, proceder-se-á à avaliação dos riscos de contaminação biológica, propor-se-á sugestões de forma a controlá-los nos laboratórios de pesquisa destinados a manipular microorganismos pertencentes à classe de risco 4 em biossegurança, que são letais. É de se ver que, para um melhor embasamento do tema, também abordaremos, em nosso trabalho, as classes de risco 1, 2 e 3.

É essencial dar ênfase ao princípio de biossegurança, para que os laboratórios se tornem locais de trabalho que garantam proteção aos cientistas, pesquisadores e demais funcionários que neles atuam ou por ali transitam. O princípio da biossegurança deve, ademais, ser observado a fim de se evitar a contaminação do meio ambiente, otimizar-se as operações laboratoriais e a qualidade final do trabalho desenvolvido. É importante frisar que este estudo em tela, visando a localização de laboratório para manipulação de microorganismos de classe de risco 4 é uma proposta inovadora no Brasil.

A opção pela investigação na área de arquitetura de laboratórios deve-se ao interesse em descobrir e acompanhar as dificuldades encontradas no processo de execução de projetos de arquitetura e engenharia, desde a fase de definição dos fatores de implantação no terreno, de espaços biomédicos de nível 1, 2, 3 e 4 em biossegurança. O desenvolvimento do tema pretende abordar a etapa do projeto de arquitetura e

engenharia, através da aplicação do conceito de Biossegurança, bem como definir as alternativas para elaboração do projeto, identificando-se e aplicando-se as barreiras de contenção adequadas. Serão propostas ações para controle de contaminação e minimização de exposição ao risco, de forma que o projeto cumpra o papel de nortear construções biomédicas afins, dando subsídios que possam eliminar o imprevisto e facilitar novas construções e futuras manutenções.

Para tanto, a pesquisa considerou as diretrizes e normatização que regem estas construções sob o ponto de vista da biossegurança. Outrossim, foram interpretadas as normas existentes e confrontadas com os tipos de espaços em estudo, onde se partiu do plano teórico para o plano prático, tendo-se como resultado um produto, qual seja: a estrutura física e funcional de cada dependência e o estudo da localização ideal para os laboratórios.

A iniciativa de eleger os ambientes com nível 1, 2, 3 e 4 em biossegurança como cenário para o estudo desta Tese deve-se, principalmente, à minha ambiência profissional. Trabalhando há vinte e quatro anos no setor de Projetos e Obras da Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, tem sido possível desenvolver projetos de arquitetura, acompanhando obras novas e a manutenção de edifícios pré-existentes. A pesquisa foi realizada no Campus da Fundação Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, englobando os Centros Regionais de Recife, Salvador, Belo Horizonte, Amazonas e da sede no Rio de Janeiro em Manguinhos e em Jacarepaguá. Para tanto, foram identificados e avaliados os riscos biológicos inerentes nesse tipo de construção para identificar as barreiras necessárias às construções evidenciando a localização adequada.

Outro fator relevante desta abordagem relaciona-se à oportunidade de se encetar a evolução prática da Dissertação de Mestrado, defendida em abril de 1999, que diz respeito a esse assunto, porém, com um enfoque puramente teórico. Essa complementação é fundamental, visto que os dados já pesquisados balizarão como ponto de partida deste estudo e ainda, subsidiarão o desenvolvimento do tema numa nova direção. Pretende-se, também, nesta pesquisa, unir a experiência adquirida com os trabalhos desenvolvidos, aos estudos mais apurados sobre o projeto de laboratórios de nível 1, 2, 3 e 4 relativos a risco biológico, apresentando recomendações a serem utilizados no contexto profissional.

Para dar início ao trabalho proposto, elabora-se a introdução com um pequeno roteiro contendo todas as fases do trabalho. Em seguida, no sentido de fornecer um

melhor entendimento ao tema, apresenta-se, no primeiro capítulo, um breve histórico sobre as doenças e a globalização. Essa narração mostra as dificuldades, as ameaças de se trabalhar com microorganismos.

No capítulo II, focam-se temas como biossegurança, biosseguridade, bioética, saúde do trabalhador, saúde pública e sustentabilidade numa reflexão atual já que estas se tornaram preocupação do meio científico contemporâneo onde devem ser revistas as contradições neste campo. No centro desta questão, é imperativo que seja evidenciado que as descobertas científicas devem se transformar em impactos benéficos sobre a vida. No entanto, as mesmas podem agir de forma paradoxal, ou seja, a mesma pesquisa que tem o poder da cura pode, através de seus efeitos, provocar a contaminação.

O capítulo III consiste em descrever as bioinstalações com nível de biossegurança 1, 2, 3 e 4, apontando todas as barreiras necessárias para se minimizar os problemas de contenção biológica no espaço físico, no sentido de limitar o risco.

Por seu turno, o capítulo IV contempla o estudo sobre o planejamento para implantação de um complexo laboratorial e define a melhor localização para esses espaços biomédicos de nível 3 e 4, considerando a biossegurança e as condicionantes ambientais que consistirão no estudo central da Tese. Utilizar-se-á o modelo de localização Industrial e elaborar-se-á uma proposta de adaptação para localização desses laboratórios. Fatores tais como zoneamento da região, infra-estrutura urbana entre outros que influenciam sobremaneira na definição do sítio adequado à construção de um laboratório dessa natureza. Dessa forma, o estudo aborda as condicionantes locacionais cruzando essas informações com aquelas ligadas à questão da qualidade e produção do projeto arquitetônico.

## 1. As Doenças e a Globalização

O fenômeno da globalização econômico-social está dando forma a nossa base de conhecimento, como nunca dantes. Hoje o mundo está caracterizado por um enorme fluxo de informações sobre populações, culturas, hábitos – em curto prazo de tempo, sobretudo o que se pode imaginar que é humano ou relativo ao ser humano. A nossa perspectiva cotidiana do mundo permite organizar as nossas vidas dentro de espaços bem definidos, onde nós conhecemos as regras da sobrevivência e de onde se deriva e se codifica o que nos dá proteção e o que nos está fazendo mal. Além da nossa rotina existe um mundo complexo e diverso. O conhecimento sobre a diversidade e a complexidade chega para nós através de informação que recebemos direta ou indiretamente, testemunhando o real evento (SCHATZMAYR, 1997).

Na natureza, são os microorganismos os que possuem “o mais rico repertório de diversidade genética e metabólica existente no planeta. Cerca de 50% do protoplasma da biosfera encontra-se no componente microbiano (bactérias, fungos, algas e protozoários)”. O registro do microorganismo e sua história evolutiva ocorrem desde mais de 3,5 bilhões de anos e “são imprescindíveis para os ciclos biogeoquímicos e cadeias alimentares, mantendo interações vitais entre si e com os organismos superiores. A contribuição dos microorganismos é essencial para a vida no planeta” (GROOMBRIDGE apud MENDONÇA-HAGLER, 2001, p. 18).

Hoje, já se podem obter informações sobre a cultura da vida de tribos em distantes regiões do continente da África, por Internet. Ao mesmo tempo, é possível obter informações por rastreamento das doenças virais, suas infecções e epidemias. O controle das chamadas doenças emergentes – expressão conceitual da ação através de novos agentes patogênicos, ou velhos agentes com novas características de risco para saúde do homem e dos animais – é um apelo constante. Essas enfermidades nos dão novas informações sobre a dinâmica da natureza antes da intervenção humana (SCHATZMAYR, 1997). De acordo com Ujvari (2003) o extenso nicho ecológico, com florestas, insetos e fauna de animais selvagens, faz dos países sub-desenvolvidos ou em desenvolvimento, sem medidas de controle de saúde pública, uma fonte potencial para o surgimento de vírus mutantes ou novos vírus ameaçadores. Até o presente dia persiste o enigma quanto à localidade da origem do Ebola, que é uma ameaça constante. Fazendo um paralelo, o autor admite que as ruas dos séculos anteriores passaram a ser nossos países; os bairros, os continentes; e nossa cidade agora é o planeta.

Nas florestas tropicais, de forma geral, a biodiversidade tende a ser mais rica. Exemplo disto é a floresta amazônica. Essa biomassa cobre 7 % do planeta, podendo abrigar a grande maioria das espécies. O Brasil pertence ao grupo de 12 países detentores de megadiversidade, pois possui o maior número de espécies de plantas e de anfíbios, além de se encontrar entre os mais ricos em pássaros, répteis e mamíferos (GROOMBRIDGE apud MENDONÇA-HAGLER, 2001). Outrossim, a mata Atlântica e o Cerrado são considerados os focos principais de biodiversidade ameaçados por devastação (WILSON apud MENDONÇA-HAGLER, 2001).

O ecoturismo, nas regiões onde a febre amarela é endêmica, resultou num incremento de casos, durante os últimos anos e no risco óbvio do surgimento da febre amarela urbana. No período 1985-1988, uma média de 18 casos selvagens foram relatados por ano. Desde então, os casos incrementaram, com 160 relatos entre 1999 e abril de 2001. Todas estas incidências de febre amarela foram transmitidos pelos mosquitos selvagens do gênero *Hemagoggus* e não pelo *Aedes aegypti*. A febre da Dengue foi reintroduzida no país em Boa Vista, Roraima, em 1981; contudo, a doença não se espalhou. O tipo 1 da febre da Dengue reemergiu em 1986, tipo 2 em 1970 e tipo 3 no final do ano 2000, todos na área do Rio de Janeiro. Sucessivos surtos da doença com casos graves e fatais foram observados. Desde 1986, mais de 1.500.000 casos da febre da dengue foram notificados no Brasil, 70% dos casos foram relatados na América durante os 10 últimos anos (UJVARI, 2003).

Este autor ainda adverte que a locomoção humana entre regiões ou países, muitas vezes, serve como veículo de disseminação de microorganismos. Pessoas doentes ou com germes incubados em seu organismo transportam a doença para locais diversos e criam condições, no seu trajeto, de contaminar moradores. Por sua vez, se estes viajarem, levarão os micróbios adiante. Como exemplo, podemos citar o episódio dos doentes de cólera que deixaram a Índia em 1991, numa embarcação com destino ao litoral peruano e desembarcaram a doença, que logo foi espalhada por vias terrestres para outras regiões. “No Brasil, a epidemia atingiu a região Norte e foi levada para o Nordeste e Sudeste”.

Doenças emergentes e reemergentes constituem um complexo problema. Devemos encarar o fato de que, na maioria dos casos, essas infecções são exarcebadas pela interferência do homem no ambiente, que leva ao contato próximo a vetores e reservatórios naturais de infecção. O mesmo ocorre com o uso abusivo de medicamentos, tais como antibióticos especiais, que favorecem a resistência aos agentes infecciosos. O advento das viagens pelo mundo abriu caminho para a transferência de vetores e agentes de um continente para o outro, permitindo contato

direto com pessoas de remotas regiões, onde novos ou até então desconhecidos microorganismos podem existir (ABSA, 2000).

Outro ponto de análise da complexidade do problema é identificar qual a conexão da emergência desses novos patógenos com as mudanças da técnica da agricultura desses países, e o que encoraja a proliferação de roedores muitas vezes hospedeiros de vírus. No Brasil nós testemunhamos casos fatais de febre púrpura causada pelo *Haemophilus*, também associados a mudanças no sistema agrícola. O mosquito *Aedes aegypti* e com ele o vírus da febre amarela entrou no país através de navios estrangeiros que lançaram âncora nos portos brasileiros. O primeiro de uma sucessão de surtos foi relatado em Recife, no século XIV. Depois de anos, o vetor se espalhou na costa da cidade e se potencializou no interior, até que foi erradicado em 1950. O vetor reapareceu em 1975 e hoje está espalhado por todo o país (ABSA, 2000).

Existe no Brasil um quadro propício para o alastramento de epidemias visto que, segundo o (IBGE, 1993), cerca de 76% da população habita áreas urbanas comumente em condições insalubres de moradia e desprovidas dos benefícios urbanos básicos. Menos de 70% são atendidos pelo abastecimento coletivo de água, apenas 30% recebem redes coletoras e somente 8% dos municípios possuem unidades de tratamento de esgoto. Apesar da evolução tecnológica e científica alcançada no século XX, as taxas de mortalidade pelas doenças contagiosas somente diminuíram nos países ricos. Enfatiza Ujvari (2003) que, mesmo no terceiro milênio, as estatísticas que retratam os países pobres, revelam números que remontam ao século XIX.

Embora outras influências estejam envolvidas no surgimento de novas doenças ou nas reemergências de doenças já conhecidas, a noção de emergência e de reemergência de doenças está intimamente ligada ao impacto das atividades humanas sobre o ambiente. A escala de fatores varia desde mudanças nos valores sociais, culturais e morais, tendo como conseqüência a transformação do comportamento humano desde o uso indevido de antibióticos, até o instrumento terapêutico no combate das infecções. O clássico de Laurie Garret, *The coming plague: Newly emerging diseases in a world out of balance* discute a disseminação dessas novas doenças, analisando o impacto de novas tecnologias sobre a sociedade. A autora foca os sistemas de desenvolvimento que, planejados de maneira pobre, dão mais importância à atividade humana do que aos espaços biológicos e seus complexos ecossistemas, criando um ambiente ideal para mutação e proliferação dos agentes de doença. Em seu livro *The Hot Zone*, Richard Preston também observa como projetos

pautados no movimento econômico que relegam as questões sociais para o segundo plano, podem acelerar a propagação de novas enfermidades. Como exemplo desse alastramento, Preston usou a construção da rodovia Kinshasa, em 1970, que favoreceu a disseminação da AIDS. As pessoas trabalhavam na rodovia quando o vírus abandonou o seu nicho, nas margens do lago Victoria e suplantou as fronteiras geográficas, social, política e econômica ganhando *status*, no mundo, de epidemia (ABSA, 2002).

Ao se reportarem à sociedade brasileira, Gomez & outros (2000, p.111) admitem que, na atualidade, expressivos contingentes populacionais estão sendo impelidos a trajetórias de vulnerabilização que conduzem, progressivamente, a formas e níveis diversos de exclusão social. Dessa forma, “as características de iniquidade dos modelos econômicos vigentes repercutem na saúde da população, em rota de colisão com um dos princípios estabelecidos na RIO 92”, quando se assumia que: *os seres humanos estão no centro das preocupações relativas ao desenvolvimento durável. Têm o direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza.*

Entende-se que “a miséria e a fome enfraquecem o organismo da população, o que favorece a aquisição de doenças infecciosas (...)”. O cenário das nações mais pobres mostram um retrato caótico em relação à saúde pública, visto que “a cada três segundos, uma criança morre, principalmente por infecção. Em algumas delas, uma em cada cinco falece antes de completar cinco anos”. Outros dados mostram que “todos os dias, cerca de três mil pessoas morrem de malária”, que a tuberculose por vezes, permanece latente no organismo humano sem se manifestar e voltou a vitimar por ano 1 milhão de pessoas e 8 milhões adquirem a doença. A AIDS - *Acquired Immunodeficiency Syndrome* fez aumentar os habitantes com menor defesa imunológica e ressurgir a tuberculose de forma mais resistente aos medicamentos (UJVARI, 2003, p.281).

Neste sentido, Soares & outros (2000, p.101) afirmam que “o processo de desenvolvimento econômico no Brasil tem se caracterizado no plano social por desigualdades e pela insuficiência de investimentos (políticos, financeiros, etc.)”. Esse fato origina algumas conseqüências, sendo uma das mais acentuadas “a degradação sócio – ambiental subjacente a inúmeros agravos à saúde humana”. Acrescentam ainda que a falta de equidade e de investimentos sociais também propiciam a exploração agropecuária ou imobiliária “às custas do desmatamento de áreas com extensão e/ou características bioecológicas relevantes, fonte de desequilíbrios que freqüentemente acarretam a domiciliarização e proliferação dos vetores e agentes infecciosos”.

Pode-se afirmar que, historicamente, neste país, os grandes empreendimentos com vistas ao desenvolvimento de localidades, “quer por interferência no ambiente, quer pelos aspectos sócio-demográficos associados, têm mostrado importantes modificações epidemiológicas como conseqüência”. De tal modo, que “no início do século XX, no atual estado de Rondônia, a construção da ferrovia Madeira - Mamoré atraiu grandes contingentes de mão-de-obra estrangeira, resultando no aumento da malária, inclusive com a introdução de cepas importadas” (CONFALONIERI,2000, p.58).

Por conseguinte, ocorre freqüentemente, no Brasil, o isolamento de vírus extremamente letais, em particular quando se depara com a situação em que o equilíbrio natural entre vetor hospedeiro e parasita está quebrado. Incidentes tais como o da contaminação de soldados em treinamento na região amazônica com vírus desconhecido e, recentemente, uma epidemia de hantavirose, mostraram a necessidade de se ter no país um laboratório para se elaborar esses diagnósticos. Atrelado a isso, nas últimas décadas, passaram a existir desconhecidas doenças assim como a AIDS, a reemergência da febre da dengue e a infecção de tuberculose multi-resistente (ABSA, 2002).

Atualmente, paira no mundo uma atmosfera constante de desconfiança a respeito do uso de armas biológicas, em guerras. No entanto, curiosamente, podemos frisar que a utilização de bactérias e vírus letais, como meio de acarretar matança nos inimigos em situação de combate, deu-se antes de se ter conhecimento de que as infecções eram causadas por agentes microscópicos. Esta prática ocorreu desde 1347, com a epidemia da febre bubônica, quando os genoveses lançavam ao inimigo os doentes com esta febre, através de catapultas, com o intuito de disseminar a doença e enfraquecer o inimigo. Isto aconteceu “no pólo comercial genovês da cidade de Kaffa, na região da Criméia, onde os comerciantes italianos travaram uma batalha contra os tártaros da região”. Eventos de características semelhantes com o objetivo da dizimação aconteceram, no século XVIII, já se sabendo do poder de disseminação da varíola e da alta mortalidade quando epidemia. Deu-se, ainda, no advento das forças britânicas para conquista dos territórios indígenas na América do Norte, entre outros (UJVARI, 2003, p.54).

Nota-se que essa arma invisível pode, a qualquer momento, concretizar-se em uma catástrofe mundial, que seria o lançamento no meio ambiente de microorganismos altamente perigosos para a saúde humana, que têm um rápido potencial de disseminação de epidemias. É o que denominamos de bioterrorismo e que é uma realidade mundial. Destarte, enfatiza-se o evento de 11 de setembro de

2001, nos EUA, onde terroristas enviaram por correio a bactéria do ANTRAX e a guerra contra o Iraque em 2003, que aconteceu com a alegação de que os mesmos estariam supostamente fabricando armas biológicas de destruição em massa. São através de acontecimentos desta natureza que se constroem as incertezas. Alguns microorganismos como o Bacilo de Tularemia têm características que se prestam ao bioterrorismo, pois estes fizeram alguns mortos, na ilha de *Martha's Vineyard* nos EUA, em julho de 2000. Esta bactéria é altamente contaminável e permanece de forma perene no balneário, “hibernando”. Sabe-se, depois de uma vasta pesquisa realizada pelo CDC, que a mesma é encontrada advinda de carrapatos, porém sua origem principal continua sendo um mistério.

Hoje nós estamos concentrados sobre o potencial do surgimento de catástrofes, tais como a dispersão de vírus extremamente letais como o Ebola, que também emergiu na África. Embora o continente africano seja considerado comumente como o lugar de origem de novas doenças emergentes, nós sabemos que essa possibilidade de surgimento de patógenos letais pode acontecer em qualquer outra região geográfica, dependendo da validade de indefinidas circunstâncias. O Brasil, por exemplo, vive com graves problemas de saúde pública não só no que diz respeito aos estabelecimentos de rotina, mas também aos problemas latentes que afetariam o país antes que meios para seu controle sejam criados (ABSA, 2002).

Corroborando as afirmações anteriores, Teixeira (2004) assevera que a tuberculose – TB – é uma doença ocupacional e é um grave problema de saúde pública mundial. E, para comprovar, a mesma relatou que a Organização Mundial de Saúde – OMS – em 1993 declarou que a TB se encontrava, no mundo, em estado de emergência e estimou que mais de um terço da população do mundo estaria contaminada pela bactéria. O Brasil pertence ao grupo dos 22 países que mais têm incidência da doença e é identificado por isso, para fazer o controle como prioridade. Sobre este assunto a WHO (1996) declara que o Brasil apresenta o maior número de casos de TB de toda a América Latina e Caribe ocupando, portanto, a 15<sup>a</sup> colocação no ranking. Nesta ocasião, a OMS avaliou que surgiriam 8 milhões de casos anuais e que 95% aconteceriam nos países em desenvolvimento, sendo que 3 milhões de pessoas faleceriam.

Apesar de todas as estimativas e fatos comprovados, a Varíola é, no momento, um dos maiores temores mundiais enquanto arma biológica, pois sendo uma doença erradicada, a população não mais se encontra vacinada. Então, ocorrendo uma epidemia, o número de novas doenças surgiria em progressão geométrica, com milhares de casos em poucas semanas. Sabe-se que os EUA e a Rússia possuem

guardados em laboratórios esse vírus e que não existe vacina em curto prazo para ser aplicada em casos de epidemia. A produção de vacina demanda meses para ser produzida em larga escala. Assim, fica patente que não haveria tempo para conter o avanço dessa doença, tornando-se um problema mundial. O Ebola e o Sabiá que estão presentes no meio ambiente possuem peculiaridades ainda mais devastadoras que os agentes patológicos anteriores (UJVARI, 2003).

Outro fator relevante é que o Brasil, devido a sua dimensão continental e seus diferentes microclimas, com múltiplos ambientes ecológicos, tem vivido as infecções emergentes e reemergentes, algumas delas graves ou até mesmo fatais. O complexo diagnóstico de algumas doenças é a razão pela qual deva ser revista a necessidade de práticas e de se construir um laboratório que possua segurança biológica. A ausência de instalações de um laboratório de contenção máxima no Brasil dificulta a execução desses diagnósticos. O material biológico tem que ser enviado ao exterior, visto que para essa investigação, com microrganismos pertencente à classe 4 em biossegurança, não é possível se utilizar laboratórios comuns para essa atividade. A grande dificuldade é de se encontrar um modelo de laboratório ideal, capaz de absorver a demanda geográfica do país e com instalações que possuam um cenário clínico razoável (ABSA, 2002).

A Associação Britânica de Medicina, em 2004, enfatizou, durante a elaboração de um relatório, o fato de que as armas biológicas podem ser uma das maiores ameaças do planeta, na atualidade. Na elaboração desse documento houve a participação de Malcolm Dando – autor do estudo *Armas Biológicas e Humanidade II*. Este acredita que essa tecnologia pode ser utilizada tanto por subgrupos terroristas, como também por pessoas perturbadas, e que é possível recriar um vírus do tipo da gripe espanhola, de 1918, que provocou a morte de aproximadamente 40 milhões de indivíduos. A pesquisadora Vivienne Nathanson – Chefe do Departamento de Ciência e Ética da associação – também colaboradora do mesmo documento, alerta para o fato de que nunca foi tão simples desenvolver armas biológicas. Advertem os pesquisadores que “os ataques com antraz, ocorridos nos Estados Unidos em 2001, e o uso do agente fetanil, desenvolvido pelos russos, no cerco ao teatro de Moscou, com resultados desastrosos em 2002, mostram que as armas biológicas já existem” (O GLOBO, 2004, p.22).

Ratificando o supradito, Schtzmayr (2001, p.12) assinala que o nosso país não dispõe de “laboratório de alta segurança de nível 4 para manejo de vírus desse nível de periculosidade, o que nos torna dependentes de laboratórios do exterior para o esclarecimento de infecções graves, como febres hemorrágicas”, nos casos onde se

suspeite uma etiologia viral. De acordo com as condições laboratoriais existentes no país, não se pode estudar vírus como o Sabiá e o Rocio que já foram causadores de mortes no país. Outrossim, “não dispomos de uma enfermaria de alto risco, segundo padrões internacionais, para atendimento de pacientes com infecções graves de etiologia desconhecida”. Assim, esta lacuna deve ser urgentemente solucionada, “sob o risco de aumentarmos, cada vez mais, nossa dependência tecnológica”, bem como de enfrentarmos uma virose de alta periculosidade, que possa surgir no país ou ser introduzida “pelo tráfego aéreo, cada vez mais intenso no mundo, e contaminar o pessoal de saúde e mesmo segmentos populacionais importantes, por falta de local adequado para isolamento dos pacientes”.

O panorama descrito revela a urgência de um estudo sobre ambientes de pesquisa que ensejem controle de contaminação e subsídios para que se possa trabalhar adequadamente com o advento de epidemias, principalmente as letais. Temos que permanecer preparados para uma situação de risco, pois as epidemias e o bioterrorismo são uma realidade e a globalização propicia o avanço rápido dessas enfermidades, devido à facilidade de locomoção que hoje existe no mundo. Ainda, como um país subdesenvolvido, o Brasil possui características desafiadoras quando se trata de conter doenças, já que grande parte da sua população é pobre e vive num quadro de miséria favorável ao alastramento de doenças transmissíveis. Um fator preponderante para se dominar surtos seria a elaboração de diagnósticos rápidos, de forma a se tomar as providências cabíveis com agilidade. Fato que, na situação atual, torna-se impossível, visto que não temos espaços adequados para se realizar este tipo de diagnóstico, deixando-nos cada vez mais vulneráveis e dependentes de outros países. A solução para este caso seria a construção de um complexo de laboratório de pesquisa de nível 4, contemplando todos os requisitos de biossegurança (ABSA, 2000).

Para se elaborar projetos seguros dessa natureza deve-se, primeiramente, prever a antecipação e reconhecimento dos riscos nesses espaços de trabalho em contenção biológica. Pois estas providências, de acordo com estudos que realizei em 1999, são fundamentais durante a fase de concepção do projeto de arquitetura, já que é nesta etapa que grande parte dos problemas pode ser detectada. Este aspecto passa a ser primordial quando os ambientes são destinados a laboratórios de pesquisa biológica, pela necessidade de se adicionar aos mesmos os princípios e diretrizes de Biossegurança. É imprescindível que se alcance um produto final com qualidade tal que propicie a saúde do trabalhador, a preservação do meio ambiente e a credibilidade dos trabalhos realizados. A biossegurança, como disciplina, encontra-

se no centro desta questão, tendo como desafio a implementação de medidas que previnam e minimizem os riscos inerentes às atividades de pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços na área da saúde, a partir da identificação, avaliação e reconhecimento dos riscos (VIEIRA & OUTROS, 2004).

É fato, que esses ambientes laboratoriais apresentam o risco biológico advindo de manipulações com agentes patológicos, coadunado ao risco físico inerente a esses espaços de trabalho. Segundo os estudos realizados por Pessoa (1999) estes riscos são agravados, quando não são tomados os cuidados necessários no momento da elaboração do projeto e por falta de instalações adequadas. Muitas vezes, o pesquisador vem trabalhar sem a segurança biológica necessária, colocando em risco a comunidade, o meio ambiente e a sua própria saúde. Some-se a estes aspectos o perigo representado pela construção de um empreendimento desta natureza, sem que sejam levadas em consideração as questões relacionadas, como planejamento urbano e regional. Sabe-se que a instalação de uma edificação desta natureza sem o adequado projeto de implantação pode resultar ou se transformar em uma “bomba relógio”, a exemplo do laboratório de nível de biossegurança 4, localizado em Lion, na França, que foi implantado dentro da área urbana próxima a instalações de colégio e outras atividades incompatíveis. Se as variáveis ambientais e urbanísticas tivessem sido consideradas quando da construção daquele prédio, dificilmente teria se permitido a construção de tantas edificações como escolas e outras ao seu redor.

Esse tipo de edificação deve ser construído seguindo parâmetros de biossegurança para evitar que patógenos presentes em prédios pertencentes a essa classe de risco biológico possam contaminar o técnico, a vizinhança e o meio ambiente. Isto acontece quando não é efetuada a avaliação de risco anteriormente e, portanto, as barreiras de contenção são negligenciadas, resultando em aspectos físicos de projeto inadequados. Os danos ao meio ambiente podem deteriorar a qualidade das águas, do solo e do ar. Nesse diapasão, podemos citar alguns riscos inerentes a ambientes contendo alto risco biológico.

⇒ Risco de poluição das águas superficiais e subterrâneas: “a água é um elemento indispensável aos seres vivos, sendo fonte de vida e de desenvolvimento”. Lucariny (2001, p.183). O tratamento da água, tanto as sanitárias, como a residual proveniente desses laboratórios se torna fundamental. É uma maneira de impedir que a água se transforme em “um importante fator na transmissão de enfermidades. Estas patologias são caracterizadas pelos seus agentes causadores que podem ser bactérias, vírus, leveduras, protozoários, helmintos e fungos”. A cólera,

o tifo e a hepatite são alguns dos microorganismos encontrados na água que podem transmitir doenças (LUCARINY, 2001, p.193)

- ⇒ Risco de poluição do solo: a contaminação do solo e sua descontaminação são fatores importantes, porque os solos das áreas urbanas são praticamente todos contaminados, e as águas subterrâneas constituem-se na derradeira oportunidade de obtermos águas a baixo custo. Quando se trata de meio líquido, os contaminantes escorrem sobre o solo e, depois, infiltram-se, alcançando as águas subterrâneas que posteriormente chegam aos oceanos, decorrendo em riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Então, a eliminação de vazamentos, o saneamento, a drenagem e o descarte, higiene, disciplina e segurança no trabalho são procedimentos que, praticados adequadamente, mantêm o solo descontaminado (LUCARINY, 2001)
- ⇒ Risco de poluição do ar: o processo de contaminação é o mesmo da água. A poluição do ar é responsável por diversos danos causados ao homem e ao meio ambiente. Estes danos podem ser reversíveis ou podem levar à morte (GIORDANO, 2001). A disposição de partículas patogênicas letais no meio ambiente é um risco de grande periculosidade para a população, animais e meio ambiente. No intuito de manter a qualidade do ar, devem as instalações permanecer de forma estanque e com a inclusão de barreiras para a contenção biológica que, nesse caso, pode ser letal.

É indispensável se fazer uma ponderação sobre temas como biossegurança, biosseguridade, bioética, saúde do trabalhador, saúde pública, projeto de arquitetura e sustentabilidade. Isto porque o meio científico atual está preocupado e a população se sente insegura, devido ao contra-senso presente neste campo biotecnológico, pois a mesma descoberta científica que traz o benefício pode, em decorrência da falta de conhecimento prévio, levar a seqüelas desastrosas.

Assim, analisaremos os laboratórios de pesquisa destinados a manipular agentes patogênicos com classe de risco 1, 2, 3 e 4 em biossegurança. É, portanto essencial, abraçando os ensinamentos de Silva (1996, p.188) que “todo laboratório forneça barreiras de contenção e um programa de segurança cujo objetivo seja a proteção dos profissionais de laboratório e outros que atuem na área, assim como a

proteção ao meio ambiente, eficiência das operações laboratoriais e garantia do controle de qualidade do trabalho executado”.

Desta forma, o conceito de desempenho da edificação durante a sua vida útil, considerando o caso em estudo, trata-se de elaboração de projetos de laboratórios, onde a ótica aponta um produto final que contemple as normas de Biossegurança. O projeto deve atender às exigências construtivas, observando-se a saúde do trabalhador e do meio ambiente. É importante que, através do projeto, diminua-se e/ou controle-se os riscos e se proporcione condições de trabalho que venham emprestar credibilidade aos resultados das pesquisas.

A as barreiras secundárias são concernentes aos artifícios elaborados no projeto de arquitetura e engenharia e servem de ferramenta para o controle de contaminação, de acordo com o nível de biossegurança. Outrossim, a aplicação das condicionantes locacionais está relacionada à biosseguridade, além de melhorar o desempenho dos espaços destinados ao trabalho de pesquisa biológica em contenção. Ainda permite promover a ação ou intervenção no espaço físico, propiciando a melhoria da qualidade e satisfação dos usuários, bem como produzindo informação sob a forma de banco de dados, de modo a gerar conhecimento sistematizado sobre o ambiente e suas relações com o ser humano, especialmente quando o homem é submetido a condicionantes particulares.

O esforço no sentido de desenvolver modelos matemáticos de localização industrial deveu-se, inicialmente, à existência de um problema concreto: transformar um sistema de informações estruturado em nível metodológico em instrumento eficiente de política industrial. Os primeiros modelos foram publicados na Revista Pesquisa e Planejamento Econômico, do IPEA, Cosenza (1975). Na definição do modelo de localização, considera-se inicialmente a classificação dos fatores de localização para cada tipo de indústria como: cruciais (A), condicionantes (B), pouco condicionantes (C) e irrelevantes (D). Em seguida, constrói-se uma matriz (tipo de indústria x fatores estratégicos) onde aquela classificação é substituída por critérios de pesos apoiados nas seguintes premissas:

- ⇒ o número de pontos atribuído a um fator condicionante deve ser maior que a soma dos pontos atribuídos aos demais fatores pouco condicionantes e irrelevantes.
- ⇒ o número de pontos atribuído a um fator pouco condicionante deve ser maior que a soma dos pontos atribuídos aos fatores irrelevantes.
- ⇒ a inexistência de um fator crucial elimina a alternativa de localização.

Como passo seguinte, define-se uma segunda matriz (fatores estratégicos x zonas elementares) que fornece uma indicação da existência ou ausência de um determinado fator estratégico numa zona elementar. A definição de existência é bastante flexível, ou seja, pode-se definir um fator como existente se e somente se esse fator tem disponibilidade (oferta) igual ou acima de um nível pré-determinado.

O produto da primeira matriz pela segunda resulta numa nova matriz (tipos de indústrias x zonas elementares), que indica, para cada tipo de atividade industrial, aquelas zonas elementares mais bem dotadas em termos dos fatores considerados. Segundo Cosenza (1995), tal matriz fornece, ainda, informações para orientação da política governamental de investimentos e incentivos, a saber:

- ⇒ a média ponderada dos elementos de cada linha fornece um índice para o território relativo a cada tipo de indústria;
- ⇒ a média ponderada dos elementos de cada coluna fornece um índice para cada zona elementar relativo ao conjunto de atividades industriais.

A aplicação das barreiras secundárias e a aplicação das condicionantes locais melhoram o desempenho dos espaços destinados ao trabalho de pesquisa biológica em contenção. Também permite promover a ação ou intervenção no espaço físico, propiciando a melhoria da qualidade e satisfação dos usuários, bem como produzindo informação sob a forma de banco de dados, de modo a gerar conhecimento sistematizado sobre o ambiente e suas relações com o ser humano, especialmente quando o homem é submetido a condicionantes particulares.

Espera-se estar contribuindo para a formação de conhecimento em arquitetura e engenharia voltadas para biossegurança, estabelecendo ações que possam nortear construções de ambientes afins, ao fornecer subsídios que contribuam para a erradicação de improvisos em novas construções e facilitem manutenções futuras. Entende-se que este campo de pesquisa ainda está carente de informações que possam realimentar o processo de projeto da maneira esperada. Encontra-se em aberto um novo campo de investigações, tanto para arquitetos como para outros profissionais interessados no assunto.

## **2. BIOTECNOLOGIA E RISCOS BIOLÓGICOS – Criação e Progresso ou Destruição e Perigo?**

Sendo considerado um conjunto de técnicas que usam organismos vivos, ou partes destes, a biotecnologia atua na produção ou modificação de produtos, no melhoramento genético de plantas e animais, ou no desenvolvimento de microorganismos para fins específicos (CORDEIRO apud SANTOS & SOUZA JR, 2003).

Nodare & outros (2003, p.71) definem que as áreas da biotecnologia, “no sentido mais amplo, compreendem a utilização de microorganismos, plantas e animais e determinadas células humanas, objetivando a obtenção de processos, produtos e serviços”, e abordam o potencial e a natureza da biotecnologia.

A proposição da biotecnologia seria a de contribuir com vantagens reais e potenciais para as áreas da indústria de alimentos, da preservação do meio ambiente, da medicina, da agropecuária e da farmácia. Entretanto, ainda existem dúvidas no que diz respeito a esse benefício alegado.

Desta forma, admite Schramm (1998, p. 217) que o ser humano, neste século, alcançou “a competência biotecnocientífica, que visa transformar e reprogramar o ambiente natural, os outros seres vivos e a si mesmo em função de seus projetos e desejos” e que este fenômeno torna-se “motivo de grandes esperanças e angústias, consensos e conflitos, em particular do tipo moral”.

Alega Gorgulho (2003) que o homem é racional, sabe dominar a natureza e desenvolve tecnologias para as suas conquistas e para seu bem-estar. No entanto, ele deve ser prudente em suas atitudes e ter o entendimento de que muitas coisas vitais que a natureza lhe oferece não podem ser produzidas artificialmente.

Assim, segundo Santos & Souza jr. (2003, p.27) “muitas decisões cruciais que devem ser tomadas na área de biotecnologia pelas empresas privadas, governos e indivíduos, afetarão o futuro da humanidade, os recursos naturais e a biodiversidade do planeta”. Porém, as decisões deveriam ser baseadas na melhor informação científica, com a finalidade de permitir a escolha política mais adequada.

Outrossim, o homem tem direito de explorar os recursos naturais, bem como de avançar os seus estudos tecnológicos, porém evitando os impactos negativos que esses estudos possam causar ao planeta Terra. Os trabalhos científicos devem ser

produzidos visando a biossegurança, através de boas práticas e utilização de áreas físicas seguras, assim como incorporação da bioética em suas investigações.

Isto posto, torna-se imprescindível compreender as vantagens, potenciais de riscos, desafios e impactos desta área sobre o bem-estar, os direitos humanos e a sobrevivência da espécie humana. Para tanto, focalizaremos, a seguir, conceitos que venham elucidar este tema, através de estudos e reflexões sobre o progresso da ciência e tecnologia, bem como sobre o futuro de nosso planeta, considerando a utilização de agentes biológicos.

## **2.1. Bioética**

### **2.1.1 Direitos Humanos: Categorias Ética, Política, Jurídica e Social**

Estudos sobre a bioética não podem ter lugar sem, antes, adentrarmos em especificidades conceituais do que seja a ética. Esta matéria, por sua vez, encontra-se intrinsecamente relacionada com a idéia da justiça e dos direitos humanos.

Os direitos humanos podem ser conceituados como os direitos fundamentais às pessoas e o reconhecimento da dignidade inerente a todos os membros da família humana e de seus direitos iguais e inalienáveis. A mais alta aspiração do homem comum encontra-se vinculada ao advento de uma humanidade que goze de liberdade de expressão, de crença, e do direito de viver a salvo do temor e da indigência (PEQUENO, 2002)

Na seara da ética, os direitos humanos podem ser entendidos sob a égide de dois paradigmas principais. Um deles tem como referencial a lei natural, que se fundamenta numa origem divina da natureza e tem a pretensão de investir em defesa dos direitos humanos, validando-os para todos os indivíduos em todos os lugares.

O paradigma da lei positiva surge como reação ao da lei natural e estabelece que o critério ético passa a ser o que foi escrito e promulgado após as diversas instâncias de discussão. Com isso, evitar-se-ia a arbitrariedade e poder-se-ia apelar para algo objetivo, formulado e promulgado (GUARESCHI, 1998).

Sob o ponto de vista político, os direitos humanos devem ser garantidos e, para tal, faz-se mister haver uma incessante luta para não permitir a violação dos mesmos. O grande desafio concerne ao fundamento político em defesa desses direitos. Todo o poder deve emanar da vontade popular e, conseqüentemente, é imprescindível que a escolha dos nossos representantes políticos seja realizada de forma coerente e

responsável, a fim de que o sufrágio venha, de fato, avalizar a manutenção dos preceitos de cidadania.

A idéia dos direitos humanos, sob o prisma da justiça, provoca a questão da reação às arbitrariedades causadas por leis e normas injustas. A justiça exige, acima de tudo, a igualdade nas oportunidades, na mesma situação e função, mas não o igualitarismo, que manda tratar igualmente os desiguais, fato que redundaria numa injustiça (GUARESCHI, 1998).

A resistência às leis injustas, que vão de encontro aos princípios fundamentais dos direitos humanos, não se faz desobedecendo-as, pois a própria justiça só é possível no bojo da ordem estabelecida. Destarte, a reação civil à lei injusta deve processar-se dentro da ordem, nos parlamentos, nos meios de comunicação, na obra dos juristas e, porque não acrescentar, também na consciência dos pesquisadores e profissionais da saúde.

É de se ver, ademais, que a ética está profundamente imbuída do conceito de responsabilidade social. Para sermos mais objetivos, a responsabilidade social diz respeito à cultura e à ética da organização, ao relacionamento desta com seus profissionais, fornecedores, meio ambiente, enfim, com a sociedade em geral. Assim, temos que raciocinar que a responsabilidade social implica em pensar nas pessoas e no meio ambiente antes de agir – ou agir sempre considerando se aquilo que se pretende fazer vai ou não impactar as pessoas e o meio ambiente de maneira construtiva.

Portanto, patenteia-se a complexidade que implica debruçarmo-nos sobre um tema tão vasto como os direitos humanos como Categoria Ética, Política Jurídica e Social que constituem, afinal, o baluarte para a verdade, o fundamento da liberdade, da cidadania, da justiça e – universalizando mais a questão – da própria paz no mundo.

### 2.1.2 A Ética e a Ética Médica

Desde a origem da civilização e do pensamento ocidental, há sinais de interesse pelo valor humano e pelo respeito a ele. No século V a.C., a medicina era regida por uma série de regras de comportamento codificadas na tradição chamada Ética Médica. De acordo com os estudos realizados sob a égide da tradição hipocrática, fica claro o interesse em não lesar ou danificar as pessoas, de forma geral, e os enfermos, de modo específico. A primeira grande norma de conduta

eticamente correta relativa aos profissionais de medicina e do cuidado da saúde foi a de não causar prejuízo ou dano (KIPPER & CLOTET, 1997).

Entende-se a ética como o estudo dos juízos de apreciação concernentes à conduta humana suscetível de qualificação sob a perspectiva do bem e do mal, seja com relação à determinada sociedade, seja de modo absoluto. O autor Engelhardt Jr. (1998) afirma que o conceito da palavra ética é ambíguo em si mesmo, porque como dá a entender a sua etimologia, pode significar o que é costumeiro. É similar à raiz da palavra moral, mos -plural mores, os costumes de um povo. Porém, em suas obras, quando o médico grego Hipócrates reflete sobre a ética médica, trata de valores e expectativas morais considerados certos, que constituem o caráter do dia-a-dia da prática da medicina.

A Ética Médica de tradição hipocrática é baseada em dois “deveres” absolutos daquele que exerce a medicina. Estes são considerados necessários e suficientes para determinar se o agir do médico é ou não correto. Estes deveres constituem a “deontologia médica” (do grego deon, “dever”): a não maleficência (*primun nihil nocere*) e a beneficência (*bonun facere*). Eles se referem, essencialmente, à personalidade do médico, a seu “bom caráter” ou às suas “virtudes”.

É importante frisar que a escola hipocrática diferenciou a medicina da religião e da magia; separou as crenças de causas sobre-humanas das doenças e estabeleceu os alicerces da medicina racional e científica. Atrelado a essa mudança, deu também um sentido de dignidade à profissão médica, constituindo as normas éticas de conduta para nortear a vida do médico, tanto no exercício profissional, como fora dele. Na bibliografia de Hipócrates destaca-se o juramento hipocrático (460 anos a.c.) que é considerado um patrimônio da humanidade por seu elevado sentido moral e, durante séculos, tem sido repetido como um compromisso solene dos médicos, ao ingressarem na medicina (REZENDE, 2005).

Porém, a evolução do pensamento e dos costumes trouxe novos conceitos. Novos aspectos relativos à ética médica e à validade do juramento de Hipócrates passaram a ser questionados, se não em seu significado simbólico, pelo menos em seu conteúdo. A partir do século XX, com toda a evolução científica e biomédica e com o pensamento moderno ocidental do paciente como sujeito autônomo, com desejos e direitos, e não mais objeto da prática médica, o modelo da Ética Médica hipocrática baseada em dois princípios absolutos vem mostrando seus limites. Foi preciso incorporar um novo princípio moral norteador da prática médica: o respeito à autonomia do paciente.

Mais recentemente, principalmente com a questão da Saúde Pública, outro princípio tem se tornado importante na Ética Médica: o princípio da justiça que levanta, entre outras questões, a dificuldade de alocar recursos finitos de forma justa e eqüitativa.

### 2.1.3 Origem da Bioética

A partir do contexto histórico e cultural, e com ampliação da complexidade das exigências do indivíduo e da coletividade, a Ética Médica se deparou com conflitos e dilemas morais trazidos pela emergência da medicina tecnocientífica e dos usuários / consumidores de saúde. Recorde-se que, durante a Segunda Guerra Mundial, o planeta, estarecido, tomou conhecimento de práticas experimentais em seres humanos, conduzidas sob o nazismo, por médicos e cientistas. (KIPPER & CLOTET, 1997).

Fica, assim, patenteado que a bioética nasceu no bojo de fatos históricos, reveladores de práticas de pesquisa, das quais estavam ausentes parâmetros de consideração da dignidade do ser humano. Surgiu, portanto, a bioética, sob a pressão da necessidade de uma nova configuração na seara da Ética Médica, fazendo parte do campo mais amplo das Éticas Aplicadas, enquanto âmbito da moralidade da prática médica e das tecnociências biomédicas.

Faz-se mister enfatizar-se a diferença fundamental entre a Ética Médica e a Bioética: observe-se que, enquanto a primeira se fundamenta em valores absolutos, válidos *a priori*, a segunda baseia-se em valores *prima facie*, contextualizados e evolutivos.

Quem primeiro utilizou a cognominação bioética foi o cancerologista norte-americano Potter, cuja obra o referenciou historicamente à área. A bioética, para este estudioso, estava atrelada a um compromisso mais global, frente ao equilíbrio e preservação da relação dos seres humanos com o ecossistema e a vida do planeta. Sua caracterização inicial era a seguinte:

*“nós temos uma grande necessidade de uma ética da terra, uma ética para a vida selvagem, uma ética de populações, uma ética de consumo, uma ética urbana, uma ética internacional, uma ética geriátrica e assim por diante...Todas elas envolvem a bioética, (...)”* (POTTER, 1970, p.14),

Tratava-se de um conceito extremamente abrangente, incluindo diferentes campos do conhecimento e ação. Posteriormente, o próprio autor aplicou esta mesma definição para Ética Global ou Bioética Global.

Em 1978 Warren Reich, do Instituto Kennedy de Ética, da Universidade de Georgetown / EUA, organizou a primeira versão da Enciclopédia de Bioética. A definição de bioética se restringia ao estudo sistemático da conduta humana na área das ciências da vida e atenção à saúde, enquanto que esta conduta era examinada à luz dos princípios e valores morais.

Conforme se depreende em sua primeira definição de bioética mencionada supra, Potter já afirmava que a mesma era uma ética interdisciplinar, constituindo-se uma ponte entre a ciência e as humanidades. Com Roy (1979, p.65) esta característica ficou ainda mais marcante: “bioética é o estudo interdisciplinar do conjunto das condições exigidas para uma administração responsável da vida humana, ou da pessoa humana, tendo em vista os progressos rápidos e complexos do saber das tecnologias biomédicas”.

Neste mesmo sentido, Durant (1995, p.15) assim conceituou a bioética: “a pesquisa de soluções para os conflitos de valores no mundo da intervenção biomédica”.

Na Segunda edição da Enciclopédia de Bioética, Reich (1995, p.22) modificou sua definição inicial de bioética, sintetizando as principais idéias existentes. Passou a conceituá-la como “o estudo sistemático das dimensões morais – incluindo visão moral, decisões, conduta e políticas – das ciências da vida e atenção à saúde, utilizando uma variedade de metodologias éticas em um cenário interdisciplinar”.

#### 2.1.4 A Bioética Principlista

No nascedouro da bioética, dois documentos elaborados tiveram importância fundamental: o Relatório de Belmont realizado em 1978 e a obra de Beauchamp e Childress, *Principles of Biomedical Ethic*, em 1994. Tais trabalhos foram concebidos como resultado da reflexão acerca do descontrole ético em que se achavam os procedimentos investigativos desenvolvidos na área médica.

A partir da década de 60, surgiu nos Estados Unidos a preocupação com o controle social da pesquisa com seres humanos, principalmente depois que três casos notáveis mobilizaram a opinião pública em torno do assunto (PESSINI & BARCHIFONTAINE, 1998):

- ⇒ desde os anos 30, no estado do Alabama, 400 negros portadores de sífilis foram deixados sem tratamento, para a realização de uma pesquisa da história natural da doença;
- ⇒ entre 1950 a 1970, no hospital estatal de *Willowbrook* (NY) o vírus da hepatite foi injetado em crianças com retardos mentais;
- ⇒ no ano de 1963, em Nova York, no Hospital Israelita de doenças crônicas, foram injetadas células cancerosas em idosos enfermos.

Reagindo a estes escândalos, o governo e o congresso norte-americanos criaram, em 1974, a *National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research* (Comissão Nacional para a Proteção dos Seres Humanos em Pesquisa Biomédica e Comportamental). O objetivo desta comissão era desenvolver uma pesquisa completa, que identificasse os princípios éticos básicos para orientar experimentos em seres humanos nas ciências do comportamento e na biomedicina (PESSINI & BARCHIFONTAINE, 1998).

Em 1978, esta Comissão publicou o que ficou conhecido como Relatório de Belmont, causando grande impacto, sendo aplicada não somente para a ética ligada à pesquisa com seres humanos, mas igualmente para a reflexão bioética em geral. O Relatório de Belmont identificou três princípios basilares:

- 1) o princípio do *respeito pelas pessoas* (autonomia);
- 2) o princípio da *beneficência*;
- 3) o princípio da *justiça*.

De acordo com o relatório supra, as pessoas deveriam ser respeitadas em sua autonomia e aquelas cuja autonomia estivessem diminuídas, teriam que ser protegidas. Deste princípio derivam dois procedimentos práticos: o consentimento informado e a tomada de decisões de substituição, quando uma pessoa é incapaz de tomar decisões.

No que tange à beneficência, o relatório a considerava como obrigação. Formulava, como expressões complementares dos atos de beneficência, as regras seguintes:

- ⇒ não causar dano
- ⇒ maximizar os benefícios
- ⇒ minimizar os possíveis danos.

Finalmente, com relação ao derradeiro princípio, o da justiça, este seria fundamentado na imparcialidade na distribuição dos riscos e benefícios (PESSINI & BARCHIFONTAINE, 1998).

O Relatório de Belmont surgiu a partir de uma proposta de se elaborar um documento abrangente e doutrinário, com o estilo ético de abordagem aos problemas envolvidos na pesquisa com os seres humanos. A partir deste relatório, as questões passaram a ser analisadas sob a luz dos três princípios (*respeito pelas pessoas, beneficência e justiça*), e seus procedimentos práticos decorrentes, e não mais pelos códigos e juramentos.

Embora este relatório se ocupasse de questões relacionadas à pesquisa com seres humanos, deixava de fora a reflexão sobre a prática clínica e assistencial. *Beauchamp e Childress* publicaram, em 1994, a famosa obra *Principles of Biomedical Ethics*, aplicando para a área clínico-assistencial o “sistema de princípios”. Esta obra transformou-se na principal fundamentação teórica do novo campo da ética biomédica. Os três princípios foram decompostos em quatro, distinguindo beneficência de não-maleficência.

De acordo com Pessini & Barchifontaine (1998) a bioética tornou-se principialista, fundamentalmente pelas seguintes razões:

- ⇒ a ética normativa foi um “terreno” agradável para os primeiros bioeticistas, pois ela se encontrava entre a terra árida da metaética e as riquezas da ética teológica;
- ⇒ o Relatório de Belmont elaborou normas públicas numa declaração simples e clara das bases éticas necessárias para regulamentar a pesquisa;
- ⇒ os profissionais de saúde foram introduzidos nos dilemas éticos através da linguagem dos princípios, o que ajudou a clarear e chegar a acordos de procedimento em questões difíceis e polêmicas, trazidas pela tecnociência;
- ⇒ os clínicos adotaram o modelo principialista, que lhes forneceu um vocabulário e categorias lógicas para percepções e sentimentos morais não verbalizados anteriormente, assim como os meios para resolver os dilemas morais num determinado caso.

Estes acontecimentos levaram a um fortalecimento do princípalismo, e muito do que a bioética se tornou, nesses 30 anos de existência, resultou, principalmente, do trabalho de bioeticistas da perspectiva princípalista.

#### 2.1.4.1 O Princípio da Beneficência e da Não-Maleficência

O princípio da beneficência tem como foco o bem do paciente, seu bem-estar, seus interesses. Este princípio está fundamentado na imagem do médico, sob a perspectiva da tradição hipocrática. De acordo com o Relatório de Belmont, é entendida como uma dupla obrigação: em primeiro lugar, não causar danos e, em segundo lugar, a de maximizar os possíveis benefícios e minimizar os prejuízos. No entanto, para Beauchamp & Childress (1994), não causar danos é um princípio diferente do princípio da beneficência.

Segundo Frankena (1969), o princípio da beneficência requer não causar danos, prevenir danos e retirar os danos ocasionados. Beauchamp & Childress (1994), adotam os elementos de Frankena e os reclassificam da seguinte maneira: não maleficência ou a obrigação de não causar danos, e beneficência ou a obrigação de prevenir danos, retirar danos e promover o bem.

De acordo com Kipper & Clotet (1998) nem sempre o princípio da não-maleficência é entendido corretamente, pois sua prioridade pode ser questionada. A prática da medicina pode às vezes causar danos, por exemplo: um paciente pode ter o pé amputado para salvar-lhe a vida. Os autores recomendam, então, que em diversos casos, os princípios da beneficência e da não-maleficência devem ser examinados em conjunto.

O princípio da não-maleficência não tem caráter absoluto e, conseqüentemente, nem sempre terá prioridade em todos os conflitos. Sugerem ainda Kipper & Clotet (1998) que, em casos de dúvidas, o princípio da não-maleficência deve ser considerado sob a ótica do respeito a todo ser humano. O profissional de saúde somente poderia justificar a dor ou dano causado a uma vida humana, no caso onde o próprio paciente seria a pessoa a ser beneficiada.

#### 2.1.4.2 - O Princípio da Autonomia e o Consentimento Livre e Esclarecido

A autonomia é um termo derivado do grego *auto* (próprio) e *nomos* (lei, regra, norma) significando, portanto, autogoverno, e autodeterminação da pessoa de tomar decisões que afetem sua vida, sua saúde, sua integridade físico-psíquica, suas

relações sociais. Refere-se à capacidade do ser humano decidir o que é “bom” ou o que é seu “bem-estar”.

Para que aconteça uma ação autônoma, faz-se necessário que haja também alternativas de ação, pois, se existe apenas um caminho a ser seguido sem outras opções, não há propriamente autonomia. A conquista do respeito à autonomia é um fenômeno histórico bastante recente, que vem deslocando, pouco a pouco, os princípios da beneficência e da não-maleficência, como prevaletentes nas ações de saúde.

O respeito pela autonomia está relacionado com o princípio da dignidade da natureza humana, aceitando que o ser humano é um fim em si mesmo, não somente um meio de satisfação de interesses de terceiros, comerciais, industriais, ou dos próprios profissionais e serviços de saúde. Respeitar a autonomia pressupõe a aceitação do pluralismo ético-social, característico de nosso tempo (MUNOZ & FORTES, 1998).

O consentimento livre e esclarecido é um desdobramento da noção de autonomia. Através dele, o indivíduo tem o direito de consentir ou recusar propostas de caráter preventivo, diagnóstico ou terapêutico, que afetem ou venham a afetar sua integridade físico-psíquica ou social.

#### 2.1.4.3 O Princípio da Justiça

No que tange ao Relatório de Belmont, os membros da Comissão entendem justiça como sendo a “imparcialidade na distribuição dos riscos e benefícios”. A questão levantada seria em relação a quem deve receber os benefícios, bem como qual seria o melhor modo de se obter uma distribuição justa, de acordo com os riscos que as pesquisas acarretam.

Por outro lado, Beauchamp & Childress (1994) conceituam o Princípio da Justiça como sendo a expressão da justiça distributiva, a distribuição justa, eqüitativa e apropriada na sociedade.

#### 2.1.5 As Múltiplas Abordagens da Bioética

A bioética, conforme se depreende do supradito, trata da ética específica das questões biológicas, traduzindo o valor da pessoa humana. Desenvolve uma metodologia multidisciplinar de abordagem dessa mesma problemática, indicando os caminhos e modos de se respeitar a dignidade e integridade física do ser humano.

Afirmam Pessini & Barchifontaine (1998) que, atualmente, o *principialismo* vem sofrendo críticas, e que não pode mais ser visto como um procedimento dogmático infalível na resolução de conflitos éticos. Para eles, a competência da bioética não deve ser limitada a uma ética da eficiência aplicada de forma predominante em nível individual.

Surgiram várias perspectivas de abordagem bioética para além dos princípios. Temos o modelo da *casuística* (Albert Jonsen e Stephen Toulmin); das *virtudes* (Edmund Pellegrino e David Thomasma); do *cuidado* (Carol Gilligan), e do *direito natural* (John Finnis) entre outras.

De acordo com Segre (1995) atualmente as várias tendências em bioética podem ser divididas em dois grandes grupos. De um lado, temos as teorias *deontológicas*, que se referem ao caráter do agente. O caráter virtuoso do profissional de saúde garante, a princípio, a moralidade de seu agir. É a concepção prevalecente na tradição da ética médica. De outro lado, temos as teorias *teleológicas*, ou *consequencialistas* que centram sua atenção não na moralidade do agente, mas na qualidade do que é feito, na qualidade do ato.

#### 2.1.6 A Bioética no Brasil

A implantação da Bioética no Brasil foi alavancada, principalmente, através de três importantes eventos, quais sejam, consecutivamente:

- ⇒ a fundação, no ano de 1992, da Sociedade Brasileira de Bioética, que vem realizando congressos e praticando diversas atividades no campo da Bioética;
- ⇒ a criação, pelo Conselho Federal de Medicina, da revista Bioética, que em seu contexto contém discussões e artigos propiciando ao profissional de saúde atualização constantes;
- ⇒ a homologação da Resolução CNS nº 196/96, de 10 de outubro de 1996, pelo CNS - Conselho Nacional de Saúde, que criava normas éticas, suprimindo a lacuna que havia na pesquisa envolvendo seres humanos.

A Resolução 196/96 fornece um direcionamento para uma análise de pesquisa, fundamentada em entendimentos internacionais e nacionais, de forma a harmonizar critérios e exigências em pesquisas envolvendo seres humanos.

Esta resolução mencionada regulamenta diretrizes e normas de pesquisa, envolvendo seres humanos, preocupação esta de longa data dos pesquisadores e estudiosos, e que faltava consolidar-se em forma de norma. De modo que se fundamentou em documentos internacionais, de onde emanam declarações sobre pesquisas, além de basear-se na Resolução 196/96 e, igualmente, em consultas a vários segmentos da sociedade brasileira, tendo como base a Legislação Nacional. São estas as peculiaridades contidas no preâmbulo da resolução:

*“esta resolução incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, e visa assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado.” (RESOLUÇÃO 196, 96)*

Como não se trata de uma Lei e sim de uma resolução, a adesão de se criar um CEP – Comitê de Ética em pesquisa nas instituições, constituído por membros de forma multidisciplinar, é voluntária. Porém, até o final de 2001, já existiam 400 CEPs registrados no CONEP – Conselho Nacional Ética em pesquisa. Cada vez mais são introduzidos mecanismos indiretos, com fins de legitimar o acompanhamento ético nas instituições (TELLES, 2003).

O mesmo autor ressalta a importância de se criar uma cultura ética nos centros de pesquisas, porque os “princípios bioéticos de respeito à autonomia do sujeito da pesquisa, de beneficência, de não-maleficência e de justiça são referências para análise de cada projeto de pesquisa e fundamentam os mecanismos pelos quais se dá a defesa da dignidade da pessoa humana”.

As discussões de temas sobre bioética vão além da revisão de um protocolo de pesquisa envolvendo seres humanos. Segundo (SCHRAMM, 2001) a bioética estrutura-se como um campo multi, inter e transdisciplinar, mantendo-se em sinergia com as demais disciplinas que tratam de problemas relativos à vida, no intuito de superar dogmas antigos e superar novas e falsas promessas.

Assim, Telles (2003, p.172) admite que nesse cenário de “incertezas, diante dos usos possíveis, pelas sociedades, dos artefatos biotecnológicos; a bioética (...) vem se configurando como importante movimento no sentido da reflexão crítica e da busca por caminhos eticamente sustentáveis”.

#### 2.1.7 Bioética: uma ética aplicada

No contexto da ética, vislumbram-se algumas vertentes fundamentais, quais sejam:

- ⇒ a ética teórica;
- ⇒ a ética prática;
- ⇒ a ética aplicada.

Segundo Kipper & Clotet (1998) a *ética teórica* tem como objetivo conhecer o que é bom, o bem, e seus opostos; o que é mau e o mal; os princípios e argumentos que os fundamentam, justificam e diferenciam. Já a *ética prática* se ocupa das ações das pessoas, se o seu agir pode ser qualificado de bom ou de mau. Finalmente, a *ética aplicada* constitui o raciocínio ético aplicado a problemas concretos do dia-a-dia.

De acordo com estes autores, a bioética é uma ética aplicada, integralizando-a e abrangendo os problemas relacionados com a vida e a saúde. Ela tem como foco o fenômeno da vida humana relacionada aos grandes avanços da tecnologia, das ciências biomédicas e do cuidado à saúde de todos que necessitam, independentemente de sua condição social.

Telles (2003, p.198) explica que o desafio ético mais urgente “é o de colocar, a serviço da humanidade, como um todo, os avanços do conhecimento científico, minimizando seus riscos e ampliando o máximo possível as suas potencialidades de produzir o bem-estar social”.

Afirma Goldim (1997) que a ética aplicada surge como uma resposta a problemas, sendo uma reflexão com base na realidade. A bioética, atualmente, é considerada como a *Ética Aplicada* às questões da saúde e da pesquisa com seres humanos. Aborda estes problemas de maneira original, secular, interdisciplinar, contemporânea, global e sistemática. Assim, estimula novos patamares de discussão e reflexão, que podem possibilitar soluções adequadas.

Ainda explica o autor acima, o caráter secular e global da bioética. De uma parte, isto se dá pela participação de diferentes profissionais de saúde, filósofos, advogados, sociólogos, administradores, economistas, teólogos e leigos. Doutra parte, por não considerar apenas a relação médico-paciente. A bioética compreende processos de tomada de decisão, relações interpessoais de todos os segmentos, além das pessoas envolvidas como: o paciente, seu médico, demais profissionais, sua família, a comunidade e as demais estruturas sociais e legais Goldim (1997). A bioética cria, portanto, um espaço de diálogo interdisciplinar.

## 2.2 Biossegurança

### 2.2.1 Biossegurança e Bioética

Nos últimos trinta anos, devido ao contínuo avanço tecnológico e científico nos campos da biologia e da saúde, a humanidade vem se deparando com situações inimagináveis. O homem tecnológico, por um lado consegue chegar a grandes descobertas, trazendo esperanças no que diz respeito à melhoria da qualidade de vida. Por outro lado, cria incertezas provenientes da utilização de novos métodos investigativos e de técnicas desconhecidas.

Coadunado às benesses para a vida humana aparecem, com as tecnologias, dificuldades e riscos para a espécie. Assim, é importante ressaltar que o desenvolvimento de qualquer tecnologia nova, antes de se lançar como produto comercial, deve analisar e demonstrar seu impacto potencial ao meio ambiente. Destaca-se, como tentativa de atenuar tais preocupações, o fato de vários países, inclusive o Brasil, estarem delineando normas de segurança biológica, desde meados de 1970.

Segundo Santos & Souza Jr. (2003) está se estabelecendo, neste e em outros países, conceitos de biossegurança, bem como uma infra-estrutura institucional específica para regular a utilização da engenharia genética e a liberação no meio ambiente, e para consumo humano de organismos geneticamente modificados. Desta forma, para minimizar estes problemas, estabeleceram-se, na década de 70, três níveis de complexidade:

- 1) riscos especiais, aos quais estão submetidos os trabalhadores das empresas dedicadas à manipulação biológica;
- 2) perigos do ambiente, para os seres humanos cujo habitat esta fora das ditas fábricas;
- 3) limites que se devem fixar para a realização das tais manipulações.

“Das transformações em curso as que mais vêm desafiando os valores morais tradicionais, são aquelas ocorridas no âmbito das biociências” Telles (2003, p.171). Porém a dificuldade prática fixa-se em que essas tecnologias adiantaram-se aos controles estatais normativos e às orientações éticas que iluminam os comportamentos dos investigadores em seus laboratórios (HOYOS, 1994).

De acordo com Amaral (1999, p.35) o mundo atual direciona seu desenvolvimento científico, principalmente em duas grandes vertentes – uma, no

campo da medicina e a outra no campo da biologia. “A primeira diz respeito aos avanços obtidos na prevenção e tratamento de doenças e na pesquisa clínica”. A segunda abrange as “experiências realizadas com novos fármacos, medicamentos e vacinas, transplante de órgãos e enxertos, epidemias, modalidades de tratamento e novos estudos sobre a morte com o progresso técnico na prática”.

Desta forma, Betto (2000) afirma que a palavra desenvolvimento contem certo componente ético, porque se imagina que o benefício proveniente desse desenvolvimento será estendido a todas as pessoas. Por outro lado, hoje a palavra em evidência é modernização, que tem uma forte conotação tecnológica e não conteúdo humano. O mesmo autor critica que modernizar é equipar-se tecnologicamente, competir, de forma a conseguir que a nossa empresa, a nossa cidade, o nosso país, estejam próximos do modelo primeiro-mundista, ainda que este fato consista em sacrifício para toda uma população.

A ética, por sua vez, convoca o homem a colocar a seu serviço todos os recursos e produtos de sua técnica, de tal modo que promovam o desenvolvimento integral em benefícios de todos. Portanto, quando se aborda assunto referente à pesquisa biomédica, não se pode olvidar os valores morais e éticos, porque a Ciência e o Progresso Tecnológico devem se desenvolver visando o bem da sociedade e a preservação da biodiversidade. Afinal, há que se ter a percepção de que a tecnologia desencadeia poderes de criação, mas também de destruição.

Neste sentido, Degrave (1999, p.19) afirma que a “Ciência tem como objetivo a construção de um modelo consistente, abrangente e unificado do Universo” e essa evolução realiza-se “a partir de fenômenos observados e postulados, a verificação do(s) modelo(s) simulados da ”realidade”, construir previsões sobre fenômenos futuros, e transformar o conhecimento em progresso tecnológico e melhoria da qualidade de vida do ser humano.”

Por seu turno, Pegoraro (1998, p.30) comenta que, em ocasiões na história, houve a proibição da investigação científica, em alguns casos, por medo de que os resultados fossem utilizados para o mal. Entretanto, o resultado disto sempre foi a manipulação camuflada. “Portanto não adianta proibir; melhor seria promover o entendimento e o consenso das liberdades convertido em legislação pública. Enfim, a ética orienta a decisão das liberdades sobre o uso dos resultados da pesquisa”.

Nos antigos paradigmas biotecnocientíficos, ressalta Garrafa (1998) devem ocorrer mudanças. No entanto, não se faz necessário a dissolução de valores pré-existentes e sim sua transformação, a fim de incitar o desenvolvimento da ciência

dentro de suas fronteiras humanas e, simultaneamente, de desestimular quando essa tende a alcançar “limites” desumanos.

Na tentativa de se balizar e normatizar essas questões, faz-se mister a criação de novas disciplinas. Assim, surgiu a biossegurança, como uma nova disciplina científica, e a bioética, como uma nova disciplina filosófica, visando ponderar os prós e os contras e, se for o caso, propor leis, normas e diretrizes com o intuito de minimizar riscos, abusos, conflitos e controvérsias, sem prejudicar, entretanto, os avanços biotecnocientíficos. A primeira quantifica e pondera riscos e benefícios, ao passo que a segunda analisa os argumentos racionais que justificam ou não os riscos. (PEGORARO, 1998).

Afirma Guerrante que, diante da irreversibilidade e da imprevisibilidade inerentes das pesquisas e das inovações, permanece a impressão de que nada pode assegurar quais dentre as descobertas científicas são seguras e quais são os limites dos riscos que esta tecnologia pode proporcionar. Ainda os mesmos autores, com muita propriedade, asseveram que:

*“Desta forma, resta à sociedade pensar qual seria, eticamente, a melhor posição frente aos riscos que, ao mesmo tempo em que causam perplexidade, revelam grandes possibilidades futuras. Neste contexto, a bioética se tornou o terceiro e, até o presente momento, último pilar fundamental na discussão e sustentação dos argumentos pró e contra essa tecnologia. A bioética tem representado importante movimento social e acadêmico no sentido de buscar analisar, de forma mais racional, imparcial e prudente possível, as conseqüências advindas do novo paradigma biotecnocientífico. Esta mesma bioética deve ser capaz de legitimar, perante a sociedade, os riscos que vale a pena correr, tendo em vista tanto os objetivos pragmáticos dessa tecnologia quanto à eficácia da biossegurança em prever e controlar a probabilidade de riscos”.* (GUERRANTE & OUTROS, 2003, p.66)

Apesar de os conceitos de biossegurança e de bioética sugerirem ter o mesmo tipo de desígnio ou aptidão, afirma Schramm (1998) que cada disciplina opera de acordo com a sua especificidade e com seus próprios instrumentos, legítimos e em princípio diferentes. Acredita ainda, o citado autor que, uma vez respeitando-se determinadas condições, há uma cooperação inter e transdisciplinar entre as duas disciplinas, principalmente quando se considera que existem preocupações comuns como: a qualidade do bem-estar presente e futuro dos seres humanos; o grau de aceitabilidade das várias formas de risco; legitimidade de intervir no dinamismo intrínseco dos processos biológicos em geral e da vida humana em particular.

### 2.2.2 Biossegurança e Saúde do Trabalhador

A Biossegurança tem como objeto a segurança, “que deve ser entendida tanto no sentido objetivo, isto é, associada à probabilidade aceitável do risco que pode ser medida ou inferida, quanto em sentido subjetivo, quer dizer, associada ao sentimento (feeling) de bem-estar”. Os dois sentidos devem ser considerados pois, embora, na lógica, sejam distintos, “ambos são necessários para uma política de segurança legítima e eficaz” (SCHRAMM, 1998, p. 220).

Desde a década de 1930, os riscos biológicos tornaram-se uma relevante preocupação, devido às doenças adquiridas em laboratórios biomédicos. Esta constatação levou os norte-americanos Pike e Sulkin a estudarem sobre essa questão, fato este que contribuiu como referência na área de biossegurança. Isto porque essas contaminações, de forma geral, deram-se por infecções que tiveram origem bacteriana e resultaram na morte de 168 profissionais que, em seu trabalho, manipularam tais microorganismos (TEIXEIRA & VALLE, 2003).

Outro fator importante para ampliar as discussões sobre aspectos de biossegurança no meio de profissionais de saúde, foi o impacto que causou o aparecimento da AIDS. A partir desta enfermidade, abriram-se debates para se compreender “as relações de trabalho nos ambientes de saúde, as formas de transmissão pela via ocupacional (...)” (TEIXEIRA & VALLE, 2003, p.206).

É evidente que ocorrências de acidentes de trabalho e os casos de doenças ocupacionais, sempre existiram e vêm causando, ao longo dos anos, enormes problemas para as instituições. Os acidentes de trabalho, bem como as doenças ocupacionais, não somente acarretam prejuízos aos trabalhadores, como também afetam profundamente a imagem e as finanças das empresas e dos cofres públicos (PACHECO JR, 1995).

Por estas razões, o mesmo autor assegura que as empresas, os governantes, os próprios trabalhadores e vários segmentos sociais se empenham, cada vez mais, no sentido de definir meios que diminuam e previnam as ocorrências prejudiciais à segurança e higiene do trabalho, assim como a eliminação de suas conseqüências. De acordo com a OIT – Organização Internacional do Trabalho, dois milhões de trabalhadores morrem, todos os anos, devido a acidentes e doenças relacionadas a empregos insalubres, nos quais aqueles são expostos a riscos, tais como produtos químicos perigosos, estresse e fumo passivo.

Atualmente, as infecções obtidas através de trabalhos realizados em laboratórios por pesquisadores, técnicos, pessoal auxiliar e demais profissionais de

saúde vêm sendo estudadas como potencial risco ocupacional. Corroborando com o supradito, a OMS assegura que “os profissionais que atuam em laboratório de pesquisa e diagnóstico, constituem o grupo de maior risco do total dos profissionais que trabalham na área de saúde.” (PESSOA & LAPA, 2003, p.230).

Ressalta Majerowicz (2003, p.319) que “os aspectos de biossegurança relacionados às atividades com animais de laboratórios são amplos, uma vez que podem estar envolvidos diferentes riscos (...)” e que estes animais são reservatórios naturais de diversas zoonoses. “São, também, produtores de alérgenos e que, dependendo da sensibilidade individual, podem levar a problemas respiratórios graves ou a outras formas de alergia.” Acrescenta, ainda, o autor que:

*“as infecções associadas à experimentação animal são o resultado de numerosos fatores: o agente infeccioso, animais que servem de reservatório, a suscetibilidade do técnico envolvido no manuseio, uso, observação, manejo ou outras atividades associadas à experimentação e manutenção animal. Se o propósito do uso de animais é o estudo de doença que envolva agente infeccioso, o agente e o reservatório estão presentes. Quando esse não é o caso, a presença do agente é dependente de infecções ou estado de doença do animal. A utilização de animais obtidos de criações confiáveis e que certifiquem o padrão sanitário dos animais, reduz o potencial de portarem agentes infecciosos.”* (MAJEROWICZ, 2003, p.319)

Pode-se confirmar que as pesquisas realizadas com animais são relatadas desde a pré-história, quando o homem observava o organismo dos animais, objetivando conhecê-los melhor, para adquirir resultados em seu próprio benefício. Neste período, os homens já reconheciam que o coração era um órgão vital e, portanto, para que a caça fosse bem sucedida era necessário atingí-lo. (CLARK apud PAIXÃO, 2001). Em 384-322 a.C., Aristóteles fez estudos mais detalhados por meio de dissecação de mais de 50 espécies animais e foi considerado o fundador da anatomia comparada (DUNLOP & WILLIAMS apud PAIXÃO, 2001).

À medida que os questionamentos científicos foram surgindo, a prática da experimentação animal foi crescendo e evoluindo no sentido de captar mais informações sobre o funcionamento do corpo humano. Posteriormente, tal evolução se deu na verificação do efeito de vacinas, na medição da toxicidade de remédios, nas pesquisas com microorganismos e com organismos geneticamente modificados, entre outros.

Paralelamente ao avanço científico e tecnológico, houve a necessidade de se introduzir o conceito de risco de forma mais complexa e abrangente. Então, essa

mudança do conceito de risco atingiu a própria concepção do papel da biossegurança, que ampliou a sua abrangência, incluindo a segurança contra diversos riscos presentes em atividades de laboratório, tais como: riscos físicos, químicos, radioativos, ergonômicos e outros. Em seguida, foram agregados os riscos ambientais, o desenvolvimento sustentado, a preservação da biodiversidade e a avaliação dos prováveis impactos advindos da introdução de OGMs – Organismos Geneticamente Modificados, no meio ambiente (ODA apud SCHRAMM, 1998)

É importante frisar que, em laboratórios de microbiologia, as condições de risco são provocadas pela equipe de laboratório ou por equipamentos utilizados por eles. Já as salas de animais apresentam problemas específicos, pois as próprias atividades dos animais podem apresentar novos riscos por meio de aerossóis, mordidas, arranhões e por estes estarem infectados por doenças (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

Portanto, na área de pesquisa com agentes biológicos, o trabalho envolve, além dos riscos gerais, outros específicos a cada área de atividade, podendo ser classificados em riscos físicos, químicos e biológicos. Assim, visando comentar as definições legais dos agentes potenciais de danos – riscos – à saúde do trabalhador, citamos os itens que seguem, enunciados na Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho nº9 - NR-9 - BRASIL (1978), da portaria nº 3214/78:

*“Consideram-se agentes físicos, dentre outros: ruídos, vibrações, temperaturas anormais, pressões anormais, radiações ionizantes, radiações não-ionizantes, iluminação e umidade. Consideram-se agentes químicos, dentre outros: névoas, neblinas, poeiras, fumaça, gases e vapores. Consideram-se agentes biológicos, dentre outros: bactérias, fungos, rickettsia, helmintos, protozoários e vírus. Consideram-se, ainda, como riscos ambientais, para efeito das Normas Regulamentadoras da Portaria 3214, os agentes mecânicos e outras condições de insegurança existentes nos locais de trabalho capazes de provocar lesões à integridade física do trabalhador.” (NR-9 – BRASIL, 1978).*

Com o intuito de minimizar a exposição das pessoas que trabalham em laboratório e evitar a contaminação do meio ambiente com os agentes potencialmente perigosos, necessário se faz valer-se da contenção, que é entendida como o conjunto de métodos de segurança empregados na manipulação ou estocagem de materiais infecciosos e outros agentes de risco. O objetivo da contenção, segundo Majerowicz, (2003, p.321) é “reduzir a exposição do agente de risco, do técnico, de outras pessoas, do ambiente laboratorial e do ambiente externo.”

Segundo escritos contidos em capítulo de livro com a participação da própria autora, Pessoa & Lapa (2003, p.233) a classificação para a contenção pode ser primária e secundária. “A primeira, refere-se à proteção da equipe de trabalho e das próprias pesquisas. Já a segunda, refere-se à proteção do ambiente externo ao laboratório”.

Sobre a contenção primária, Majerowicz (2003, p.321) afirma que “é a proteção pessoal e do ambiente laboratorial contra exposição do agente infeccioso. Essa contenção se dá pelo emprego de boas técnicas de microbiologia e o uso apropriado de equipamentos de segurança. (...)”. Ainda é de opinião que a contenção secundária “é a proteção do ambiente externo ao laboratório, contra a exposição de material infeccioso e é proporcionada por uma combinação de instalações e práticas operacionais”.

Desta forma, a fim de que uma contenção seja adequada, deve-se realizar o planejamento e a construção de barreiras de proteção, para a equipe que trabalha e para as pessoas que estão fora do laboratório, para os animais e o meio ambiente, contra estes agentes infecciosos que, acidentalmente, possam ser disseminados pelo laboratório.

Esta contenção deve ser pensada a partir do reconhecimento do risco do trabalho a ser elaborado. Este “determinará a combinação apropriada de três componentes fundamentais: as boas práticas e técnicas laboratoriais, a presença dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o projeto das instalações.” (PESSOA & LAPA, 2003, p.233).

É sabido que os laboratórios são elementos primordiais em indústrias, estabelecimentos de saúde, de ensino e de pesquisa, e que os riscos existentes nesses locais são numerosos. Deste modo, nos últimos anos têm proliferado manuais, códigos de procedimentos e legislações de segurança, para salvaguardar a saúde dos trabalhadores.

A incidência de acidentes e doenças entre as pessoas que trabalham em laboratórios torna evidente e necessária a difusão de técnicas de segurança do trabalho. No entanto, as condições de trabalho são por vezes inseguras, devido ao layout não apropriado e ausência de equipamentos de proteção coletivos ou individuais.

Neste sentido, estudos realizados por Pessoa & Lapa (2003, p.233) asseguram que, “além da capacitação técnica, os profissionais da saúde necessitam de instalações adequadas para desempenhar suas atividades e enfrentar com segurança

os perigos a que estão freqüentemente expostos, sobretudo ante aos avanços tecnológicos“. Após o ressurgimento de doenças infecciosas e o advento do bioterrorismo, as condições de biossegurança nas instituições de ensino, pesquisa, desenvolvimento tecnológico e de prestação de serviços para a saúde têm sido amplamente discutidas.

O estado imunológico do técnico também influencia nas infecções associadas à experimentação animal. Mencionam-se três fatores adicionais que podem estar presentes nas doenças relacionadas ao trabalho: “se ocorre o escape do agente da área de experimentação, se o agente pode ser transmitido para o técnico e se o agente invade o local de trabalho.” (MAJEROWICZ, 2003, p.319).

É de se ver que as instituições que atuam na pesquisa, na produção de insumos e na prestação de serviços na área de saúde propiciam notáveis bens à sociedade. No entanto, estas se defrontam com inúmeras dificuldades, na medida em que buscam controlar os impactos ambientais oriundos de suas atividades que incidem, direta ou indiretamente, sobre a saúde do homem.

Sobre a implantação de programas de biossegurança nas instituições de saúde, Starling (2003, p.227) assevera que a ausência destes acarretam falta de controle e minimização dos riscos biológicos, além de propiciar uma subnotificação dos casos de acidente no trabalho. Corroborando, o mesmo autor, com a afirmativa de que, uma vez implantado um programa, este contribuiria na “melhoraria da qualidade de vida dos profissionais de saúde e a responsabilidade com o ambiente extra-institucional, no que concerne ao descarte de resíduos biológicos, químicos e radioativos e em decorrência na maior eficiência e satisfação dos usuários dos serviços existentes nessas Instituições”.

### 2.2.3 Biossegurança, Saúde Pública e Sustentabilidade

O homem antigo era um ser nômade, portanto os detritos, frutos de suas atividades, não proporcionavam nenhuma preocupação. À medida que estes se reuniram em grupos e se fixaram em determinados locais, começaram a surgir os centros populacionais produtores de quantidades e variedades de resíduos. A partir desse processo de desenvolvimento, os problemas com o lixo foram inevitáveis (SISINNO, 2000).

A cidade, no século XVIII, era um foco de problemas sanitários. Isto porque os moradores que habitavam próximos ao mar arremessavam, na praia, detritos; enquanto os que moravam junto a lagoas, pântanos ou rios lançavam ali seus

despejos. E os que residiam em outras partes atiravam seus lixos indiscriminadamente.

Existia “uma grande vala que atravessava uma parte muito habitada da cidade e que recebia, além de lixo, grande parte do esgoto produzido. Esta vala descoberta e mal nivelada transbordava por ocasião das chuvas torrenciais, espalhando todos os dejetos depositados”. Após as enchentes, comumente as populações lidavam com o surgimento de surtos epidemiológicos diversos (AIZEN & PECHMAN apud SISINNO, 2000, p.42).

O tratamento dos detritos advindos das cidades “passou a ser objeto de atenção, na medida em que o lixo começou a ser associado aos surtos epidêmicos que assolavam a população”. Com a evolução dos tempos onde outros resíduos mais perigosos foram fabricados com a utilização de novas tecnologias, o tratamento destes se tornou um fator essencial em prol da saúde pública (SISINNO, 2000, p.42).

As conquistas tecnológicas trazem esperanças de uma melhoria na qualidade de vida, mas, por outro prisma, também criam inúmeras contradições que precisam ser avaliadas de forma responsável, com vistas ao equilíbrio e bem-estar futuro do ser humano, assim como da própria vida do planeta (GARRAFA, 1998).

Desta forma, o autor supra adverte que as “invenções” do “homem tecnológico” são responsáveis pela origem de novas enfermidades infectocontagiosas, de vários tipos de câncer, bem como o prejuízo da camada de ozônio, a destruição de florestas e a persistência de problemas referentes à saúde do trabalhador. Desta forma, mostra que a ação do homem oscila entre a criação de novos benefícios extraordinários e a insólita destruição de si mesmo e da natureza.

Portanto, Albuquerque (2001) observa que, no caso onde o debate é a ciência, a sociedade permanece mobilizada e atenta aos temas que tratam dos efeitos negativos e positivos das tecnologias disponíveis. Nesse sentido, a Biossegurança abarca essa preocupação, pois compete a ela afiançar cientificamente as bases dos controles dos efeitos positivos e negativos, ponderando a relação entre risco e benefício dessas tecnologias. Ela ainda persegue o objetivo de cuidar da segurança da vida e de diminuir, assim, a distância da história que se construiu entre sociedade e os laboratórios.

Considerando a consolidação desse lastro, Angeli (2003, p.21) é de opinião que o homem pode utilizar os recursos da natureza, mas da forma menos agressiva possível. E, que “o homem precisa deixar de ser súdito da rainha da poluição e da destruição,(...)”.

Assim, Lacerda lembra que a ISO - Organização Internacional para Normalização (International Organization for Standardization) – criou as normas ISO 14000 como ferramenta gerencial, “contribuindo para a redução de custos e o aumento da conscientização ambiental de seus colaboradores, clientes e toda a comunidade, promovendo os recursos necessários para controlar e reduzir os impactos ambientais resultantes das atividades empresariais”. E esclarece abaixo o conceito de impactos ambientais:

*“entende-se por impacto ambiental qualquer conseqüência, adversa ou benéfica, que resulte ou que possa resultar da interação dos aspectos ambientais ou elementos de processo, operações, serviços e produtos de uma organização com o meio ambiente, através de todo o ciclo de atividades do negócio desta organização e sobre os quais ela tenha capacidade de exercer controle direto ou tenha capacidade de influenciar a identificação de aspectos ambientais e a análise de impactos ambientais associados abrangem, portanto, não somente aqueles negativos ao meio ambiente, como também trata de impactos reais e potenciais, tanto diretos como indiretos. Analisar impactos ambientais significa proceder os seguintes passos: identificação dos aspectos ambientais que geram impactos ambientais; caracterização e exame dos impactos ambientais gerados; e avaliação da significância de cada impacto ambiental” (LACERDA, 2002, p.1)*

Sendo, o Brasil, um país possuidor de uma megabiodiversidade, merece uma atenção especial no que diz respeito á introdução de plantas, animais e microorganismos alienígenas em *habitats* nos quais anteriormente não ocorriam. Isto porque, o impacto decorrente da introdução de espécies alienígenas vegetal ou animal, seja por fins benéficos ou por efeito acidental, pode trazer prejuízos financeiros e risco de extinção de algumas espécies locais. Seguindo esse mesmo raciocínio, Mendonça-Hagler (2001, p.18) ressalta que “essencialmente, qualquer forma de atividade humana, não sustentável, pode resultar em impacto ambiental, afetando a abundância relativa das espécies e, em casos extremos, levando-as à extinção”.

Esta preocupação é relevante, pois existe o risco potencial na introdução desses organismos para a conservação e uso da biodiversidade. Serão listadas algumas das espécies alienígenas que foram introduzidas no Brasil e que tiveram efeitos catastróficos:

*“O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas campestris pv. citri*, foi introduzido em 1957. Mais de cinco milhões foram expendidos na tentativa da erradicação da doença, a qual ainda continua presente em São Paulo e em outras partes do país. O míldio do sorgo (*Peronosclerospora sorghi*), o mocó da bananeira (*Pseudomonas solana cearum**

*raça 2), a ferrugem do café (Helmínea vastatrix) e, mais recentemente o bicudo do algodoeiro (Anthonomus grandis) e o nematóide de cisto de soja (Heterodera glycines) são alguns dos exemplos de doenças e pragas exóticas introduzidas no país.” (VARELLA & OUTROS, 1999, p. 35).*

Os mesmos autores Varella & outros (1999 p. 32) enfatizam que “(...) os vetores mais importantes para introduções acidentais de espécies indesejáveis encontram-se relacionados ao transporte internacional, isto é, ao comércio e viagens de turismo”. E que, quando se ambiciona intencionalmente introduzir uma espécie alienígena, faz-se mister se realizar uma análise cautelosa “antes da introdução e de proceder a um balanço adequado entre os benefícios do uso da espécie e os custos envolvidos, incluindo os impactos a longo prazo, fazendo as considerações devidas às incertezas.”

Na era atual, vivenciamos um cenário com uma economia globalizada. Esta situação proporcionou o aumento do fluxo de viajantes entre os mais diversos países, acarretando, nos casos de epidemia, maior celeridade de disseminação dos microorganismos através dos meios de transportes, em especial, os aviões.

Com o surgimento, na China, do vírus letal denominado de *síndrome respiratória aguda grave* (pneumonia asiática), verificou-se que o mesmo é transmitido facilmente pelo ar, de forma semelhante ao de uma gripe comum. Desta maneira, este novo vírus ultrapassou fronteiras e oceanos, espalhando-se rapidamente e transformando-se na primeira epidemia mundial do século XXI.

Segundo a OMS – Organização Mundial de Saúde, a transmissão desse vírus também se deu através do esgoto sanitário no conjunto residencial Amoy Gardens, em Hong Kong, onde mais de 300 pessoas foram infectadas. Em todo o mundo, foram registrados oficialmente, no início de maio, mais de 6.000 casos desta síndrome, com aproximadamente 400 óbitos, em 28 países. No Brasil, tivemos 30 casos suspeitos, mas sem nenhuma confirmação, até o momento.

A posição da Organização Panamericana de Saúde, com relação às discussões sobre as maneiras de se obter a extinção de uma determinada doença, é que esta pode ser erradicada em consonância com algumas condições. A principal delas é que a mesma somente abranja os seres humanos, sem ter os animais como elementos hospedeiros ou transmissores.

As vias indiretas preponderantes de contato do homem com os resíduos são através dos vetores, dentre os quais os mais importantes são os roedores e os insetos. As conseqüências são, direta ou indiretamente, nocivas ao homem. De um

lado, ocorrem as transmissões de inúmeras doenças. Doutra parte, os roedores podem, ademais, provocar estragos em instalações e máquinas, podem roer tubulações e revestimentos isolantes de cabos de energia elétrica. Quando penetram em laboratórios ou quando têm contato com os esgotos contaminados, podem espalhar contaminação pelos arredores.

As maneiras mais freqüentes de transmissão de doenças por estes animais são, por fezes, urina, mordedura ou mediante a ação de seus ectoparasitas. Essas principais moléstias estão descritas por Sisinnio abaixo:

*“Peste bubônica: causada pelo bacilo Yersinia pestis. É endêmica entre ratos. A transmissão se faz de roedor para roedor e deste ao homem através de pulgas do gênero Xenopsylla;*

*Tifo murino: causado pela Rickettsia moseri, transmitida pelas fezes de pulgas infectadas;*

*Leptospirose ou moléstia de Weil ou icterícia hemorrágica: causada pela espiroqueta Leptospira icterohemorrhagiae que vive nos rins dos roedores, sendo liberada pela urina. A transmissão é feita através do solo úmido ou água contaminada com a leptospira;*

*Febre por mordedura de rato: causada pelos bacilos Spirillum minus e Streptobacillus moniliformis e é transmitida através da mordidada dos roedores;*

*Triquinelose: causada pela Trichinella spiralis. A transmissão acontece quando um homem ingere carne de porco mal cozida e este animal tenha se alimentado de um rato infectado;*

*Salmonelose: causada pela Salmonella sp e transmitida através do alimento contaminado com fezes de roedores”.* (SISINNO, 2000, p.46)

A mesma autora adverte que os insetos também são responsáveis pela transmissão de doenças sendo elas:

*“Febre tifóide e diarréias infecciosas: transmitidas através de moscas e baratas, que transportam nas patas os microrganismos, depositando-os em alimentos, utensílios etc;*

*Peste bubônica: causada pelo bacilo Yersinia pestis, transmitidos pelas pulgas;*

*Leishmanioses: causadas pela Leishmania donovani (Leishmaniose visceral) e Leishmania brasiliensis (Leishmaniose cutânea), transmitidas pela picada de mosquitos do gênero Phlebotomus;*

*Febre amarela: causada por flavivírus, transmitido através de picada do mosquito Aedes aegypti;*

*Tifo murino: causado pela Rickettsia typhi, transmitido por pulgas ( geralmente Xenopsylla cheopis) infectadas;*

*Malária: causada por Plasmodium vivax, P. malariae, P. falciparum e P. ovale, transmitidos através da picada de mosquitos do gênero Anopheles;*

*Filariose: causada pelo nematóide Wuchereria bancroffi, transmitido pela picada de mosquitos de várias espécies, como: Culex fatigans, C. pipiens, Aedes polynesiensis, A. pseudoscutellaris e vários anofelinos;*

*Dengue: causada por flavivírus transmitidos pelos mosquitos Aedes aegypti, A.albopictus e A. scutellaris". (SISINNO, 2000, p.46)*

Esta demonstração dos principais males transmitidos ao homem pelos animais, leva à reflexão sobre como é fundamental que um laboratório de pesquisa seja construído com base na biossegurança. Esta preocupação é necessária, porque as pesquisas não podem ser contaminadas por vetores externos que adentrem ao laboratório, bem como as mesmas não podem propiciar a contaminação de pessoas ou animais através de descartes sólidos, líquidos ou por aerossóis, de forma inadequada.

Segundo Castiel (2003, p.146) a idéia de biossegurança tem ampliado o seu vulto no instante em que se discute "(...) a segurança da utilização generalizada de vegetais tratados geneticamente, a ameaça de bioterrorismo em grande escala, a necessidade de difusão e adoção de medidas protetoras para conter epidemias de doenças infecciosas (...)".

Então, o papel da biossegurança é o de discutir sobre os impactos e os riscos dos produtos oriundos da biotecnologia. Em decorrência do potencial de disseminação das doenças causadas pelos microorganismos, torna-se imprescindível serem elaboradas práticas para controle de contaminação do meio ambiente nas construções de laboratórios. Assim, o incremento científico sobre o dinâmico processo natural e o aprimoramento de estratégias de administração dos riscos conduzirá às benfeitorias do avanço biotecnológico, de forma sustentável, preservando a biodiversidade, o meio ambiente e a saúde humana(MENDONÇA-HAGLER, 2001)

Nos laboratórios de pesquisa já é pré-estabelecido o tipo de microorganismo que será manipulado. Há que se ter em mente que o trabalhador/ pesquisador está em contato permanente com elementos contaminados. Igualmente, há que se observar que o entorno das instalações laboratoriais através dos resíduos fabricados e dos aerossóis formulados nesses ambientes, pode acarretar contaminação. Dessa forma,

medidas de biossegurança de controle ambiental devem ser adotadas, objetivando evitar a transmissão das doenças infecciosas aos trabalhadores.

Esses recintos de trabalho devem ser elaborados de forma que os seus microorganismos perigosos, utilizados na pesquisa, permaneçam confinados nos laboratórios. Para tanto, devem ser previstos exaustores com filtros especiais, a fim de que as doenças não sejam alastradas pelo ar. Ao mesmo tempo, deve ser previsto, no projeto hidro-sanitário, tratamento dos resíduos líquidos, para que seja evitada a contaminação dos efluentes.

Os resíduos advindos das atividades dos serviços de saúde devem ser gerenciados de forma que sejam separados os materiais recicláveis, bem como esterilizados e desinfetados os materiais contaminados e perfurocortantes. O acondicionamento desse resíduo deve ser realizado em recipiente estanque e rígido, que não venha a oferecer riscos aos trabalhadores que o manuseiam (FERREIRA, 2000).

De acordo com Sisinho (2000) os principais problemas que podem ser gerados pelos resíduos são:

- ⇒ *poluição do solo: ocorre nos casos em que os vegetais terrestres e os animais tiveram contato com o solo contaminado e posteriormente são ingeridos;*
- ⇒ *poluição das águas superficiais e subterrâneas: a exposição pode ser pela ingestão direta da água pela pessoa ou através dos animais e vegetais aquáticos ou irrigados que tiveram contato com água contaminada. Poderão trazer problemas para saúde humana nos casos de serem consumidos;*
- ⇒ *poluição do ar: se processa da mesma forma da água. Poderá contaminar populações distantes dos locais de disposição dos resíduos. A poluição do ar é responsável por diversos tipos de patologias no homem;*
- ⇒ *poluição visual: afeta o bem-estar por existir o impacto visual e emotivo proveniente de áreas que permanecem com resíduos urbanos e industriais em exposição.*

A mesma autora afirma que todas estas formas de alterações ambientais podem interferir na saúde do homem, seja através da veiculação de agentes

patogênicos ou substâncias químicas, seja influenciando no seu bem-estar (SISINNO, 2000, p.48)

O gerenciamento adequado dos resíduos dos serviços de saúde promove uma diminuição nos riscos de infecção hospitalar, de maneira proporcional à qualidade de limpeza do local. O descarte de material de pesquisa diretamente no esgoto comum é uma preocupação, pois este se torna um risco potencial quando disposto inadequadamente no meio ambiente.

Segundo Ferreira (2000, p.37) a “principal característica de um sistema de resíduos deve ser a sua adequação à realidade local, procurando, dentro de critérios técnicos, potencializar a capacidade de recursos disponíveis”. Outrossim, o “primeiro item no estabelecimento de um sistema de gestão de resíduos é a correta identificação dos resíduos gerados e seus efeitos potenciais no ambiente”.

Ainda adverte o autor que a estrutura de um sistema de gerenciamento de resíduos deve se realizar da forma a seguir:

*“1. identificação dos resíduos produzidos e seus efeitos na saúde e no ambiente;*

*2. conhecimento do sistema de disposição final para resíduos sólidos e líquidos;*

*3. estabelecimento de uma classificação dos resíduos segundo uma tipologia clara, compreendida e aceita por todos;*

*4. estabelecimento de normas e responsabilidades na gestão e eliminação dos resíduos;*

*5. previsão de formas de redução dos resíduos produzidos;*

*6. utilização efetiva dos meios de tratamento disponíveis”.* (FERREIRA, 2000, p.37)

O Assessor Científico do Globo Ecologia em 2004 e ex-biólogo da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro, Ricardo Nehrer, julga que, no Brasil, os resíduos são, geralmente, descartados de forma imprópria. Admite que muitos nem mesmo são coletados, acarretando aumento da poluição e contaminação das águas, do ar, do solo e da proliferação de vetores de doenças, reduzindo a qualidade dos recursos naturais.

Explica Gorgulho (2003, p.12) que é imperativo que o homem continue produzindo e consumindo, sempre buscando no meio ambiente o seu estoque de produtos de primeira necessidade. E que é no processo de usar sem exageros os recursos naturais, de produzir riquezas sem degradar e de consumir vantagens sem

comprometer que está a equação do equilíbrio. “O ecossistema será - para todo o sempre – a sua grande placenta para a vida ou para a morte”.

Desta forma, “antes que a engrenagem emperre, cada um pode dar sua contribuição para lubrificar e ajudar na sua manutenção. Isso se chama sustentabilidade”. Por estas razões o autor acima indicou os dez mandamentos da sustentabilidade que qualquer empresa responsável deve adotar para garantir a continuidade da vida:

*“1) toda empresa, na fabricação de um produto, não pode considerar só os custos econômicos. Devem ser levados em conta também os custos sociais e ambientais;*

*2) todos os custos econômicos, sociais e ambientais devem levar em conta toda vida útil do produto. Desde sua fabricação até o descarte;*

*3) toda empresa deve levar em conta, também, o que vai acontecer com o produto quando ele for descartado;*

*4) toda empresa deve levar em conta que a reciclagem e o reuso são apenas partes de um todo;*

*5) empresas sustentáveis levam em conta que todo processo de fabricação de qualquer produto produz rejeitos e impactos dos mais variados;*

*6) toda empresa que tem responsabilidade social leva em conta que não basta o produto ser considerado limpo lá na frente se os rejeitos que ficaram para trás comprometem o ambiente;*

*7) a sociedade e as autoridades ambientais devem levar em conta que toda empresa que troca de dono ou de gerência, tanto os novos como os antigos donos ou gerentes têm a mesma responsabilidade sobre o passivo ambiental daquela empresa;*

*8) as empresas são responsáveis pelas ações que envolvem a fabricação e descarte de um produto, mas os consumidores também têm que levar em conta sua responsabilidade na escolha, no bom uso e no descarte do produto;*

*9) as empresas têm o dever de orientar, conscientizar e apoiar os consumidores no uso correto e na destinação final de cada produto;*

*10) a ação de toda e qualquer empresa tem que levar em conta que todos negócios e ações devem garantir um futuro onde a vida seja sempre possível e melhor”. (GORGULHO, 2003, p.12)*

Saliente-se que o descarte de resíduos é de responsabilidade de toda a sociedade, quais sejam pesquisadores, administradores, técnicos ou cidadãos

comuns. É imperativo que sejam observados os impactos ambientais negativos dos depósitos de resíduos sólidos urbanos e industriais, e que sejam verificados os riscos de segurança ecológica.

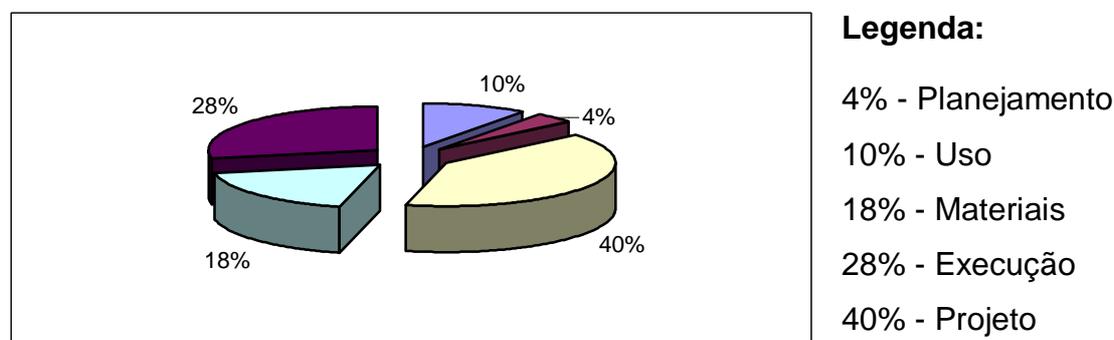
De acordo com a CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente – considera-se impacto ambiental “qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas”. Este impacto pode afetar, de forma direta ou indireta, a saúde, a segurança e o bem-estar da população, assim como as atividades sociais e econômicas, as condições sanitárias e estéticas do local e a qualidade dos recursos naturais (SISINNO & OLIVEIRA, 2000, p.71).

Isto posto, conclui-se ser de vital importância o estudo do impacto ambiental de empreendimentos da área de saúde e, posteriormente, no momento da concepção do projeto de arquitetura e engenharia, realizar investigações de todas as possíveis técnicas de tratamento no descarte no meio ambiente, evitando quaisquer contaminações. Tais procedimentos devem ser analisados dentro de uma perspectiva que atenda a preocupação sobre o comprometimento do ambiente às futuras gerações, unindo o desenvolvimento tecnológico à proteção ambiental.

### 3. BIOINSTALAÇÕES

A garantia para a obtenção de um edifício saudável e para a manutenção das instituições de saúde inicia-se no momento da concepção do projeto arquitetônico. Pois é neste momento que se detalha toda a edificação nos desenhos executivos, através dos elementos e características construtivas constantes na edificação.

Confirmando o supradito, preconiza Helene (1992) que “uma elevada percentagem das manifestações patológicas tem origem nas etapas de planeamento e projeto (...). As falhas de planeamento e projeto são, em geral, mais graves que as falhas de qualidade dos materiais ou de má execução”. Como se pode demonstrar na figura 1 colocada a seguir:



Fonte: (GRUNAU, 1981) apud (HELENE, 1992)

**Fig. 1 - Origem dos Problemas Patológicos com Relação às Etapas de Produção e Uso de Obras Civis**

Neste cenário, ao se abordar assuntos como saúde e posto de trabalho, não se pode deixar de mencionar o conceito de biossegurança, pois este envolve a proteção à saúde dos homens, dos animais, da flora, do meio ambiente e das próprias pesquisas. Neste sentido, NOGUEIRA (1996) ressalta que a Biossegurança, antes de ser uma disciplina em sentido estrito, deve ser visualizada como um campo de ações de práticas técnicas e sociais designadas a conhecer e controlar os riscos que as tarefas em setores biomédicos pode aportar ao ambiente e à vida.

Destarte, o projeto arquitetônico de espaços para pesquisa biomédica, seja de biotérios, de laboratórios e/ou de enfermarias, deve incorporar conceitos de biossegurança. Através destes, planeja-se o monitoramento e/ou a minimização dos efeitos nocivos que possam suceder da inadequação deste tipo de edificação,

comprometendo a integridade humana, ambiental e da própria pesquisa.

De acordo com nossos estudos realizados anteriormente, Pessoa (1999) explica que existe uma gama de etapas imprescindíveis para a elaboração de um projeto com qualidade. O primeiro passo é, sem dúvida, analisar os detalhes das tarefas a serem executadas no ambiente de trabalho. Dessa análise depende o funcionamento do sistema laboral, a fim de se chegar ao objetivo pretendido.

É com apreensão que Amaral & Carvalho (2003, p.415) comentam o fato de que “grande parte dos laboratórios das instituições de pesquisa e das universidades, encontra-se em situação inadequada ou mesmo com instalações improvisadas”. São raros os laboratórios concebidos sem improvisos, elaborados por profissionais experientes que desenvolveram o projeto a partir de layout bem definido.

Nunca é demais enfatizar que cuidados específicos no momento da concepção dos projetos poderiam evitar grande parte dos problemas detectados na fase de execução, de uso e de manutenção das edificações. Qualquer omissão ou falta existente no projeto afetará a execução da obra, gerando improvisos que normalmente culminam em pontos suscetíveis à ocorrência de erros.

De forma geral, o profissional de saúde está exposto a riscos no recinto de trabalho. Portanto, o reconhecimento, a antecipação e a avaliação dos riscos são necessários para a adoção de medidas que visam a sua minimização – a segurança.

Ao tratar sobre o conhecimento e reconhecimento dos riscos, Torreira (1997) revela haver uma série de prioridades a se observar, as quais seguem a seguinte ordem de importância: eliminar os perigos, reduzir o nível de riscos, proporcionar dispositivos de segurança, providenciar advertências e estabelecer procedimentos de segurança e equipamentos de proteção.

De acordo com Brito (1995), risco é todo perigo ou probabilidade de perigo, existindo a probabilidade de perda ou de acarretar algum dano. Desta forma, os fatores de riscos à saúde no laboratório e no entorno estão contidas nas definições legais da Norma Regulamentadora do nº 9 da NR-9 – BRASIL (Ministério do Trabalho, 1978) da portaria nº 3214/78 – e definem os fatores potenciais de risco à saúde do trabalhador relativos à cada área de atividade. Os riscos são classificados em:

⇒ **riscos mecânicos:** arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, iluminação e instalação elétrica inadequadas, probabilidade de incêndio e explosão, armazenamento impróprio, presença de animais peçonhentos, bem como outras situações de risco que poderão

contribuir para ocorrência de acidentes, a exemplo da sinalização incorreta.

- ⇒ **riscos ergonômicos:** campo do conhecimento que abrange a biomecânica, fisiologia do trabalho, antropomorfismo e interface homem-máquina. No projeto de ambientes biomédicos deve constar todos os itens descritos abaixo para evitar e/ou reduzir os riscos de doenças ocupacionais - iluminação, ventilação, umidade, nível de ruído, mobiliário e distribuição de equipamentos adequada às atividades desenvolvidas e à características antropométricas das pessoas.
- ⇒ **riscos físicos:** ruído, radiações ionizantes (radiação alfa, beta, gama e raios X), radiações não ionizantes (ultravioleta e laser), temperaturas extremas (frio e calor), umidade, pressões anormais, vibrações.
- ⇒ **riscos químicos:** produtos químicos utilizados em laboratórios, resíduos de mercúrio e de outros metais pesados, medicamentos, domissanitários, gases medicinais, produtos químicos utilizados na manutenção.
- ⇒ **riscos biológicos:** os riscos biológicos são considerados os agentes de risco mais expressivos constantes nos laboratórios biomédicos, porque os patógenos estão presentes nas amostras do objeto em estudo. O INSERM (1998) aborda o risco biológico tanto no singular como no plural, advertindo que este tema pode-se intitular como “*Risques biologiques e Risque biologique?* Bem mais que uma questão de ortografia, esta escolha representa uma vontade de distingui-los.”
  - singular - risco biológico representa a finalidade e as atribuições de todo o ser vivo, no seu ambiente, em equilíbrio instável e permanente. É a expressão da vida e, portanto inevitável por aceção;
  - plural - riscos ou os perigos biológicos representam o fruto ou a consequência advinda da atividade humana. Dentro da pesquisa ou de qualquer outra atividade experimental, estes riscos são sempre relacionados aos agentes biológicos manipulados.

Considerando os três últimos riscos, é importante aplicar o princípio da precaução, no sentido de nortear as ações de prevenção em relação à saúde e ao meio ambiente, para se minimizar a exposição aos agentes potencialmente perigosos à equipe de trabalho e ao meio ambiente.

Os agentes biológicos possuem características singulares, como o poder de invasão, o grau de patogenicidade, a resistência a processos de esterilização, a virulência e a capacidade mutagênica. Outrossim, consistem em riscos biológicos os fungos, bactérias, vírus, parasitas, protozoários, insetos e qualquer outra forma de “vida”, como os Príons. Desta forma, justifica-se e se torna imprescindível dar-se uma atenção particular para este tipo de risco.

É fato que os agentes biológicos apresentam um risco real ou potencial para o homem, os animais e para o meio ambiente. Desta forma, é essencial preparar uma estrutura física que favoreça a precaução aos riscos presentes nos laboratórios de pesquisa (TEIXEIRA, 1996).

Geralmente, determina-se o nível de biossegurança para a manipulação de agente de risco de forma concomitante, isto é, considerando a classificação do risco potencial do agente e a natureza da pesquisa. Por vezes, esta avaliação de risco pode indicar a necessidade de um enquadramento superior, de acordo com a função ou atividade do laboratório. Este fato pode ocorrer nos casos onde o organismo patogênico é manipulado em maior escala e/ou nos casos onde se trabalha com patógenos pertencentes a classes diferentes de risco. Neste último caso, deve-se considerar sempre o nível do maior risco presente no laboratório.

Portanto, o projeto laboratorial deve seguir as diretrizes e princípios de biossegurança, obedecendo aos procedimentos e às ações que visam prevenir, minimizar ou eliminar os riscos provenientes das atividades de pesquisa com risco biológico. Para tanto, mostraremos um Complexo Laboratorial de atividades de pesquisa no sentido de indicar a evolução e às novas exigências construtivas de acordo com os requisitos e normas de biossegurança vigentes.

### **3.1 Biocontenção**

A História do mundo pode ser delimitada por meio de fatos econômicos, grandes descobertas e idéias, lutas de classes sociais e, sobretudo, doenças que devastaram populações, as epidemias. Desta forma, podemos afirmar que os seres humanos vivem o seu cotidiano em convivência com microorganismos que já habitam o planeta muito antes do *homo sapiens* e que resistiram fervorosamente a condições ambientais onde se acreditava ser impossível qualquer sobrevivência (UJVARI, 2003).

Assegura o mesmo autor que existem bactérias e fungos que sobrevivem à água fervente, outras se nutrem de substâncias radioativas, outras se proliferam em

meios ácidos capazes de dissolver metais, outras sobrevivem em meios alcalinos praticamente estéreis. Neste caso, o corpo humano se torna um alojamento confortável para estas obterem abrigo e alimento. O que se torna um prognóstico a doenças e sabe-se que, em determinados casos, uma enfermidade pode levar a uma rápida disseminação, alçando-se ao nível de epidemia.

O autor supra afirma que a Grécia conheceu, no século V a.C., os apontamentos de um médico que influenciaria os anos seguintes e até os próximos séculos. A teoria dele era que as doenças aconteciam por influência da natureza e os sintomas seriam a reação do organismo. Ele, Hipócrates, foi conhecido como o “pai da medicina”, por desvincular os Deuses como as causas das doenças. Mesmo com a evolução tecnológica do século XX, as altas taxas de mortalidade pelas doenças infecciosas em países pobres persistem. Nessas nações, no século XXI, “a cada três segundos, uma criança morre, principalmente por infecção”. Existem casos, onde uma em cada cinco crianças falece antes de completar cinco anos.

Os povos antigos – fato que ainda se verifica em algumas civilizações contemporâneas – acreditavam que tanto os fenômenos da natureza quanto as infecções eram enviadas pelas Entidades Divinas. Os doentes que morriam por não se curarem dos seus males eram considerados pessoas que não tinham se purificado adequadamente. Porém, certos povos da Antigüidade como os etruscos, apesar de possuírem suas crenças, já expressavam em sua cultura noções de higiene e saneamento. Drenavam os pântanos porque acreditavam que estes eram relacionados à origem das doenças (UJVARI, 2003).

Por outro lado, segundo estudos desenvolvidos com a participação da própria autora Pessoa & Lapa (2003 p.229) “a relação do trabalho com a doença só começou a ser estudada, sistematicamente, há cerca de 300 anos”. O médico italiano Bernardino Ramazzini teve destaque no que concerne aos primeiros estudos sobre doenças advindas de processos de trabalho. Em livro escrito no ano de 1700, ele catalogou uma série de doenças relacionadas ao trabalho. Conforme inferimos, “contudo, apenas a partir do advento da Revolução Industrial, entre 1760 e 1830 – quando se estabelece a relação capital x trabalho – os acidentes relacionados com o processo de trabalho passam a ser percebidos por setores organizados da sociedade”.

As mesmas autoras afirmam que, nessa ocasião, “a Grã-Bretanha toma as primeiras atitudes em prol da saúde da segurança no trabalho, seguida por países como França, Espanha e Estados Unidos”. Somente em junho de 1959, na 43ª Conferência Internacional do Trabalho, a Organização Internacional do Trabalho – OIT

e a Organização Mundial de Saúde – OMS, sensibilizam-se quando é emitida a recomendação de nº 112, denominada “Recomendação para Serviços de Saúde Ocupacional”. Entre seus objetivos sobressai “a proteção dos trabalhadores contra qualquer risco de saúde que pudesse decorrer de seu trabalho ou das condições em que era realizado”.

Então, pode-se afirmar que o controle das infecções no setor de microbiologia é fundamental, isto porque, no preparo e manejo das culturas, são produzidas quantidades significativas de microorganismos infecciosos. De modo que o indivíduo pode permanecer exposto a uma concentração maior de micróbios, do que ocorreria com a exposição direta ao paciente que originou o espécime (BOLICK, 2000).

Os serviços médicos, no Brasil, relativos à saúde do trabalhador são, de certa forma, recentes. O número crescente de acidentes e de doenças profissionais fez com que o governo federal, em 1972, baixasse a portaria de nº 3.237, estabelecendo a obrigatoriedade dos serviços médicos e de Higiene e Segurança do Trabalho, para todas as empresas com 100 ou mais trabalhadores. A partir desse evento, deu-se início a uma nova era na segurança e medicina do trabalho no país. Posteriormente, em 08 de junho de 1978, todas as normas relativas à segurança e medicina do trabalho foram consolidadas pela portaria de nº 3.214 e os Serviços Especializados de Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT, passam a ter papel fundamental na prevenção de acidentes e de doenças profissionais.

Estas normas foram implantadas, tendo entre seus objetivos proporcionar a proteção dos trabalhadores contra qualquer risco de saúde que pudesse decorrer devido às condições e do trabalho realizado. No mesmo diapasão, a incidência dos acidentes de trabalho e os casos de doenças ocupacionais sempre existiram e trazem muitos problemas às empresas (PACHECO JR, 1995).

Sabemos que as instituições que atuam na pesquisa, na produção de insumos e na prestação de serviços na área de saúde, proporcionam bens à sociedade. No entanto, estas se defrontam com inúmeras dificuldades, na medida em que buscam controlar os impactos ambientais oriundos de suas atividades que incidem direta, ou indiretamente, sobre a saúde do homem.

Ressalta Silva (1996, p.187), que nos últimos 100 anos “as infecções laboratoriais têm sido reconhecidas como potencial de risco ocupacional para pesquisadores, técnicos e pessoal auxiliar”. É de se ver que o trabalho em laboratório envolve uma multiplicidade de pesquisas onde a higiene é fundamental. Portanto, conforme esclarece este estudioso, a OMS elaborou pesquisas que demonstraram

que o grupo de maior risco do total dos profissionais que trabalham na área de saúde são os que atuam em laboratório.

Neste sentido, afirma Pessoa (2004, p.89), em capítulo de livro escrito pela autora, que “ao conceber tal ambiente de trabalho como um produto final saudável, há que se buscar a harmonia entre as partes; a preservação do meio ambiente, a credibilidade do resultado das pesquisas e a saúde do trabalhador”.

Neste contexto, ao se abordar assuntos como trabalho seguro em laboratórios, é imprescindível serem implantados os conceitos de biossegurança e biosseguridade. O primeiro lida com o risco real e o segundo “trata também do risco percebido, não importando se o material biológico oferece risco à saúde, mas sim o que as pessoas percebem como risco.” (VALLE, 2005, p.2). Portanto, o projeto arquitetônico de laboratórios deve incorporar conceitos de biossegurança e biosseguridade, tendo em vista o monitoramento e/ou a minimização dos efeitos nocivos que possam suceder da inadequação deste tipo de edificação, podendo comprometer a integridade humana, ambiental, da própria pesquisa e da imagem do estabelecimento de saúde.

Isto posto, pode-se conceituar a biossegurança como “o conjunto de saberes direcionados para ações de prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, as quais possam comprometer a saúde do Homem, dos animais, das plantas e do ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos”(FIOCRUZ, 2005, p.11). Já para a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio (2005, p.1) o conceito de biossegurança é o “processo voltado para a segurança, o controle e a diminuição de riscos advindos da biotecnologia.” Enquanto para WHO (2004) a biossegurança relacionada-se diretamente com os princípios de contenção às exposições e contaminações ambientais acidentais. Portanto, a biossegurança é um conjunto de políticas e medidas voltadas para conter contaminação acidental e/ou deliberada por ataques de bioterrorismo, visando a proteção dos recursos naturais, alimentos e agricultura de uma nação (CAMPOS, 2005).

Um conceito atual que vem crescendo gradativamente no país é o da biosseguridade que, segundo WHO (2004), além de incluir as medidas de biossegurança, envolve outros aspectos, como as medidas de segurança institucionais e individuais para prevenção da perda, roubo, uso indevido ou liberação intencional de patógenos e toxinas no ambiente. Então, a biosseguridade está relacionada às práticas de biossegurança em instalações adequadas pelo provimento de barreiras arquitetônicas.

Finalmente, diante do exposto e considerando os microorganismos manipulados em laboratórios, sabe-se que a inserção de barreira física é fundamental para projetá-los dentro das Normas de Biossegurança vigentes e em condições de segurança. O desenvolvimento de um projeto laboratorial requer um estudo específico de maneira a se adotar os requisitos técnicos adequados a cada nível de contenção exigido, de modo a conquistarmos espaços com níveis de biossegurança para manipulação de microorganismos de classes de risco 1, 2, 3 e 4 em biossegurança.

### 3.1.1 O Projeto e a Classificação de Risco

Será apresentado a posteriori um estudo contemplando as áreas de nível 1, 2, 3 e 4 em biossegurança, com o desígnio de se obter uma ocupação desses espaços de forma racional e segura. As barreiras de contenção estarão presentes como meio de atender o nível de segurança adequado para as áreas de trabalho com esse tipo de agente de risco. Neste sentido, será apresentada uma proposta de estruturação e funcionamento de cada um dos ambientes biomédicos mais utilizados para pesquisa. Estes permeiam por laboratórios, biotérios, insetários, enfermarias e áreas fundamentais de infra-estrutura.

Todas as dependências biomédicas devem ser analisadas quanto à classe de risco dos seus patógenos utilizados na pesquisa, antes de se iniciarem os projetos para suas instalações. Para tanto, a OMS (2004) define que os laboratórios são classificados de acordo com a respectiva classe de risco (classes 1, 2, 3, e 4), alusivo aos perigos relativos aos microorganismos infecciosos, conforme elencamos a seguir:

- ⇒ **classe 1 de risco:** fraco risco na escala individual e coletiva. Os microorganismos podem ser manipulados em laboratórios básicos, de nível de biossegurança 1 – NB 1. Note-se, com respeito à matéria, que estes dificilmente contaminam os homens e animais, plantas e meio ambiente;
- ⇒ **classe 2 de risco:** moderado risco individual e limitado para a comunidade. Os microorganismos podem ser manipulados em laboratórios de nível de biossegurança 2 – NB 2, laboratórios de diagnóstico. São os germes patogênicos capazes de provocar doenças em seres humanos ou animais, mas que geralmente não representam um perigo sério para quem os manipula em condições de contenção, para a comunidade ou para o ambiente. Embora a exposição possa trazer contágio por doenças infecciosas, o tratamento é eficaz e a capacidade de propagação é baixa;

- ⇒ **classe 3 de risco:** elevado risco na escala individual e limitada na escala coletiva. Os microorganismos devem, em geral, ser manipulados em laboratórios de nível de biossegurança 3 – NB 3, laboratórios de diagnóstico especializado. São germes patogênicos que geralmente provocam doenças graves no homem e nos animais, podendo representar um risco sério para quem os manipula, havendo a possibilidade de disseminar na sociedade. Embora existam medidas de prevenção e tratamento, as medidas profiláticas não são eficazes;
- ⇒ **classe 4 de risco:** elevado risco individual e para a comunidade. Os microrganismos necessitam ser, geralmente, manipulados em laboratórios de nível de biossegurança 4- NB4, laboratórios de contenção biológica, nos quais se trabalha com germes altamente patogênicos que, comumente, provocam doenças fatais no homem e nos animais e se propagam com facilidade, de forma direta ou indireta. Via de regra, não existe tratamento ou prevenção satisfatória.

Em publicações da Fundação Nacional de Saúde – (FUNASA, 2001) a classificação de risco dos Biotérios de Experimentação considerando o Nível de Biossegurança Animal – NBA de acordo com o patógeno utilizado com trabalhos com animais, é o que depreende-se a seguir:

- ⇒ **classe 1 de risco:** normalmente, o biotério deverá possuir Nível de Biossegurança Animal 1 (NBA - 1). É recomendado para o trabalho que envolva agentes bem caracterizados, que não sejam conhecidos por provocarem doenças em humanos adultos sadios e que apresentem um risco potencial mínimo para a equipe laboratorial e para o meio ambiente.
- ⇒ **classe 2 de risco:** normalmente, o biotério deverá possuir Nível de Biossegurança Animal 2 (NBA - 2). Envolve práticas para o trabalho com agentes associados a doenças humanas. Esse nível é indicado tanto para riscos advindos da ingestão, quanto para exposições da membrana mucosa e cutânea. O NBA-2 baseia-se nos requisitos de práticas padrões, procedimentos, equipamentos de contenção e instalações do NBA -1.
- ⇒ **classe 3 de risco:** normalmente, o biotério deverá possuir o Nível de Biossegurança Animal 3 (NBA - 3). Envolve as práticas adequadas para o trabalho com animais infectados por agentes nativos ou exóticos

que apresentem potencial elevado de transmissão por aerossóis e risco de provocar doenças fatais ou sérias. O NBA – 3 baseia-se nos requisitos de práticas padrões, procedimentos, equipamentos de contenção e instalações do NBA - 2.

⇒ **Classe 4 de risco:** normalmente, o biotério deverá possuir o Nível de Biossegurança Animal 4 (NBA - 4). Envolve as práticas adequadas para o trabalho com animais infectados com agentes perigosos ou exóticos que exponham o indivíduo a um alto risco de infecções que podem ser fatais, além de apresentarem um potencial elevado de transmissão por aerossóis ou de agentes relacionados com um risco de transmissão desconhecido. O NBA – 4 baseia-se nos requisitos de práticas padrões, procedimentos, equipamentos de contenção e instalações do NBA - 3. Os procedimentos deverão ser desenvolvidos no próprio local, para direcionar as operações específicas das cabines de segurança biológica Classe 3 ou no “laboratório escafandro”.

Assim, observou-se que os microrganismos foram agrupados em quatro classes crescentes de risco, a partir de critérios como a patogenicidade para o homem e os animais; a virulência; o modo de transmissão; a endemicidade e a existência ou não de profilaxia e de terapêutica eficazes.

### 3.1.2 O Projeto e os Requisitos para Área Física

Para melhor esclarecimento, estão abordados, em forma resumida, as necessidades para instalações que atendem aos níveis 1, 2, 3 e 4 em biossegurança. Esse resumo foi elaborado para a Comissão de Biossegurança da FIOCRUZ e refere-se às características físicas dos ambientes em relação ao nível de biossegurança. Estas estão descritas no Anexo 1 e 2 sendo que o primeiro contém as características físicas para elaboração de um laboratório, enquanto o segundo, abrange os biotérios .

Para a Fundação Nacional de Saúde (2001), a classificação de risco dos Laboratórios de acordo com o Nível de Biossegurança (NB) está relacionada ao patógeno utilizado nas pesquisas. São escalonados em 4 níveis crescentes, de acordo com o risco oferecido pelo patógeno.

Outros aspectos também devem ser considerados no projeto. Isto porque as edificações também estão sujeitas a exposições diversas, como ações da natureza (chuva, vento, umidade do ar, radiação solar, etc.) e utilização do prédio (fogo, ataque químico, impactos de uso, etc.). Para que os edifícios atinjam um nível adequado de

desempenho, os projetos devem contemplar requisitos que forneçam ao empreendimento capacidade de atender ao uso a que se destinam.

A norma ISO 6241 expressa as exigências do usuário, através do estabelecimento de 14 critérios mínimos de desempenho da edificação, quais sejam: segurança estrutural, segurança ao fogo, segurança de uso, estanqueidade, conforto higrotérmico, pureza do ar, conforto acústico, conforto visual, conforto tátil, condições de higiene, conforto antropodinâmico, adaptabilidade, durabilidade e economia.

Neste sentido, em trabalho realizado anteriormente pela autora abaixo foram analisados estes critérios para elaboração de projetos de ambientes biomédicos sob a ótica de se obter um desempenho adequado ao longo de sua vida útil. Desta forma, com a intenção de melhorar o desempenho dos laboratórios, durante a sua vida útil, foram estudados esses ambientes, tomando por base critérios estabelecidos pela ISO 6.241.

*Segurança estrutural: deve garantir que a construção resguarde a sua integridade, conservando-se edificada;*

*Segurança ao fogo: deve contemplar todos os pormenores de prevenção e de fuga, abrangendo: localização adequada da edificação, instalações prediais e circulações de emergência bem como detalhes, materiais, equipamentos, entre outros;*

*Segurança ao uso: está relacionada, principalmente, aos equipamentos, como as cabinas biológicas e lava-olhos, à sinalização das áreas de risco, ao controle de entrada e saída de pessoas, resíduos e animais. São também considerados, nesse item, os aspectos de infraestrutura que favorecem o bom funcionamento dos equipamentos e dos laboratórios, mesmo nos casos de falta de energia elétrica. Nesse sentido, faz-se a previsão de geradores, de tomadas ligadas num sistema de emergência e aterramento. Essas iniciativas influenciam tanto na proteção contra acidentes, como na prevenção e limite da ação dos agentes infecciosos sobre o trabalhador;*

*Estanqueidade: prevenir a entrada de poluição externa, vazamentos de gases e/ou água. Isto evita a contaminação dos ambientes através da circulação de águas servidas e/ou de ar contaminado, vindos de outros laboratórios, ou de outros setores;*

*Conforto higrotérmico: refere-se ao controle da temperatura, umidade, radiação térmica e outros. A falta de cuidados com os acertos deste item não só pode provocar doenças nos ocupantes das salas, como contaminar pesquisas;*

*Pureza de ar: diz respeito ao fato de se manterem controladas as fontes de poluição de qualquer espécie, podendo ser encontrada em vários níveis, de acordo com a concentração de partículas e/ou contaminantes presentes no*

ambiente. Esse controle deve ser observado em projeto como fonte primordial, para que se escolha o sistema adequado de condicionamento de ar, que venha atender às exigências de risco de cada tipo de laboratório e, com isso, salvaguardar as pesquisas e pessoal no ambiente de trabalho;

*Conforto acústico:* atua diretamente contra a saúde do trabalhador, nos casos em que a construção está situada em local impróprio pelo barulho externo. Não se pode deixar de mencionar barulho interno que muitas vezes é transmitido através de equipamentos necessários aos trabalhos. O ruído, quando ultrapassa os limites permitidos nas normas, provoca desatenção nas atividades diárias, como também pode levar o indivíduo ao estresse;

*Conforto visual:* enfocam-se os princípios de nível de aclaramento, das cores e luz natural. Confere-se então a condição de se ter um laboratório com claridade, passando a sensação de tranquilidade. Isto porque, não se pode realizar trabalhos minuciosos e de precisão sem a iluminação adequada. Ademais, o uso incorreto de cores trazem problemas emocionais e orgânicos, podendo ainda influenciar negativamente na tarefa devido a cansaço na vista ou desvio de atenção;

*Conforto tátil:* diz respeito à eletricidade estática e à propriedade da superfície quanto à porosidade, rugosidade, temperatura e outros. A primeira pode transmitir corrente para os operadores através de equipamentos, podendo causar danos ao operador. A segunda pode implicar em risco, quando do derramamento de substância contaminadas no local, devido à sua penetração e dificuldade de limpeza. Por último, o contato com o calor excessivo pode também causar desconforto ou mal-estar;

*Condições de higiene:* as instalações devem propiciar cuidados corporais, limpeza dos ambientes, abastecimento de água e eliminação de resíduos. O abastecimento de água sem contaminantes, a manutenção dos ambientes limpos e os cuidados de higiene ajudam ao andamento das pesquisas, no sentido de se precaver contra os microorganismos. Ao mesmo tempo, o descarte de resíduos líquidos, sólidos e/ou gasosos feitos de maneira adequada, evita a transmissão de doenças, tanto aos próprios funcionários como às populações adjacentes;

*Conforto antropodinâmico:* refere-se à harmonia entre o homem e a máquina. Neste caso, é considerado o ambiente de trabalho de forma a permitir que o usuário realize seu trabalho sem dificuldades, o que não se daria caso fossem utilizados equipamentos mal especificados que viessem a prejudicar a postura, manobras operacionais e outros, interferindo, pois, na comodidade e, conseqüentemente, na produtividade;

*Adaptabilidade:* está relacionada com flexibilidade do ambiente, relações de espaço e previsão de equipamentos, mobiliários e outros. A localização correta dos laboratórios, de acordo com a lógica de trabalho, influencia na previsão de

*propagação de possíveis contaminações através da circulação de pessoas. Portanto, trata-se de pensar numa arquitetura com layout adaptável a mudanças, a espaços com fluxos que ajudem a fluir o trabalho e ao mesmo tempo impeça a contaminação cruzada;*

*Durabilidade: está atrelado ao desgaste do material especificado para a construção da edificação e/ou dos laboratórios, de acordo com as condições previstas para o uso, durante a sua vida útil. Estas dependências devem proporcionar ao trabalhador um ambiente saudável que influencie positivamente na sua saúde e que atenda sua função de projeto. Enfim, conserve o seu desempenho ao longo do tempo previsto;*

*Economia: implica em custo global adequado a saber; custo de produção, somado ao de manutenção e ao de operação. É possível alcançar a economia nos casos em que, durante a elaboração do projeto, sejam previstos detalhes que venham facilitar a manutenção. Isto se consegue através de detalhes construtivos, de especificação de material adequado ao uso e acessos fáceis para se proceder à manutenção. Desta feita se faz possível uma intervenção precoce de falhas e/ou defeitos, evitando-se interrupções e dispêndios desnecessários. (PESSOA, 1999 p. 138)*

Durante a concepção dos projetos, de acordo com estudos realizados pela própria autora, deve-se ter em mente que a edificação mal concebida pode trazer doenças ocupacionais. Assim, há que se atender às normas de biossegurança, pois esta tem a conotação de perseguir e beneficiar a saúde dos seres humanos, do meio ambiente e dos animais. Desta maneira, enfocando-se a biossegurança sob o ponto de vista de projetos de espaços para pesquisas biomédicas, devem-se considerar alguns pontos, tais como:

- ⇒ *analisar o microrganismo que será manipulado no laboratório / biotério /Insetário em relação ao nível de risco que este provoca, antes da elaboração das plantas de arquitetura, a fim de se verificar em que nível de biossegurança essas salas se enquadram;*
- ⇒ *determinar o nível de biossegurança para fins de projeto sempre considerando o organismo de maior classe de risco a ser manipulado no local.*
- ⇒ *elaborar o mapeamento do risco, afim de que esses espaços de trabalho onde se manipulam microrganismos de níveis mais elevados permaneçam localizados em setores resguardados e em pavimentos baixos;*
- ⇒ *verificar e quantificar o número de pessoas que vão trabalhar e quais os tipos de animais que serão utilizados nas pesquisas, antes de se dimensionar os laboratórios biomédicos e os biotérios de experimentação;*
- ⇒ *observar o impacto que este novo complexo formado por laboratório/biotério/enfermaria possa causar em seu entorno, para que*

*a sua localização não venha a prejudicar alguma outra atividade que funcione na sua vizinhança;*

- ⇒ *estudar os fluxos de acesso, de forma a se favorecer o escape de pessoas e a aproximação de carros de bombeiro, em caso de incêndio;*
- ⇒ *seguir as normas de biossegurança sabendo-se que estas foram, a princípio, elaboradas no intuito de normalizar os laboratórios que se manipulam com transgênicos e que, posteriormente, foram estendidas para os laboratórios biomédicos e biotérios de experimentação;*
- ⇒ *dimensionar os espaços de forma racional, não apenas para evitar que a manutenção destas áreas controladas seja demasiadamente dispendiosa, mas também, para propiciar um melhor controle de contaminação;*
- ⇒ *projetar espaços técnicos verticais e/ou horizontais, inclusive nas bancadas, para permitir a passagem dos principais dutos de infra-estrutura. Este procedimento auxilia à manutenção, pois propicia que qualquer reparo seja executado de forma mais rápida e em grande parte no exterior do empreendimento;*
- ⇒ *conceber a estrutura da edificação atentando para o tipo de uso, devendo-se ter de antemão, a listagem dos equipamentos com os seus respectivos pesos;*
- ⇒ *verificar, nos casos de projetos de instalações complementares, as necessidades reais de cada equipamento para alcançar o adequado funcionamento, ou seja, investigar as exigências quanto ao tratamento de esgoto, carga elétrica, gases, lógica, entre outros;*
- ⇒ *aplicar questionários para captar as necessidades dos técnicos e pesquisadores, a fim de se elaborar levantamento de dados para garantir que:*
  - ✓ *o fluxo do trabalho seja rigorosamente obedecido;*
  - ✓ *a execução das tarefas se dê nos locais adequados;*
  - ✓ *os equipamentos (autoclave, cabine de segurança biológica - CSB, etc.), sejam corretamente utilizados;*
  - ✓ *os sistemas de infra-estrutura, cujos equipamentos subordinados não possam parar, estejam ligados à instalação elétrica de emergência e à emergência do gerador, a exemplo do ar condicionado, envolvendo filtragem, exaustão e diferença de pressão (PESSOA, 2004, p.90)*

De acordo com Vieira (2004) na elaboração de projeto para empreendimentos biomédicos deve-se estar atento às exigências de eficiência tecnológica e racionalização construtiva. Além disso, as características do processo de trabalho que envolve questões de biossegurança precisam ser especialmente consideradas por impactarem na definição de layout, na disposição de barreiras físicas e nas especificações de materiais empregados. Todos esses cuidados necessitam ser considerados seguindo os requisitos de desempenho e funcionalidade da edificação. De modo que o planejamento laboratorial deve conter:

- ⇒ *os impactos da fase de projeto nas etapas de construção e pós-construção dos ambientes, com a inclusão de variáveis concernentes à biossegurança e à gestão ambiental;*
- ⇒ *as alternativas tecnológicas a serem empregadas desde a fase de concepção dos projetos;*
- ⇒ *avaliação dos riscos, considerando: as condicionantes locais, a localização, restrições de acesso, a formação de aerossóis, o volume/concentração de microrganismos, o número de pessoas que trabalham no local e equipamentos necessários à execução das tarefas, os fluxos de trabalho, o uso de produtos perigosos, a proteção contra insetos e roedores;*
- ⇒ *a segurança e facilidade de uso, operação e manutenção;*
- ⇒ *a flexibilidade / adaptabilidade dos espaços;*
- ⇒ *o dimensionamento racional, não apenas para evitar que a manutenção das áreas controladas seja demasiadamente dispendiosa, mas também para propiciar um melhor controle de contaminação;*
- ⇒ *iluminação, temperatura, ventilação, umidade, nível de ruído, mobiliário e distribuição de equipamentos adequados às atividades desenvolvidas e às características antropométricas, a fim de reduzir os riscos de doenças ocupacionais, de acordo com a legislação e normatização pertinentes;*
- ⇒ *as informações advindas de avaliações de desempenho e o estabelecimento de ações que possam nortear construções de ambientes afins, fornecendo subsídios que contribuam para a erradicação de improvisos em novas construções e facilitem manutenções futuras.*

De acordo com o levantamento realizado dos requisitos para projetos de laboratório e biotério, elaborou-se uma simulação dessas instalações de pesquisa com microrganismos de classes 1, 2 e 3 em biossegurança. Para tanto, adotaram-se as barreiras secundárias necessárias para o adequado funcionamento. Igualmente, foram abolidos do projeto os fluxos críticos, mantendo-se apenas os que não têm cruzamentos de serviços. A contenção do risco biológico e o fluxo adequado de trabalho ganharam, no projeto, uma total relevância. Este ficou, portanto, em conformidade com as Normas e Procedimentos de Biossegurança. Ver Anexos 1 a 12.

A racionalização dos espaços contribui para organizar o trabalho, eliminar a duplicação de serviços, reduzir o número de pessoal que elabora idênticos procedimentos de laboratório, e melhorar a qualidade do resultado final dos trabalhos.

### 3.1.3 O Projeto e o Princípio de Contenção

Em construções biomédicas é fundamental que sejam previstas barreiras de proteção – contenção secundária – relacionadas à proteção ao ambiente externo. Estas devem ser planejadas para evitar que agentes infecciosos se disseminem dentro dos laboratórios e/ou em áreas contíguas aos mesmos.

É, portanto, essencial, abraçando os ensinamentos de Silva (1996, p.188) que “todo laboratório forneça barreiras de contenção e um programa de segurança cujo objetivo seja a proteção dos profissionais de laboratório e de outros que atuem na área, assim como a proteção ao meio ambiente, eficiência das operações laboratoriais e garantia do controle de qualidade do trabalho executado.”

O termo “contenção” é elucidado por MAJEROWICZ (2003) como o método de segurança na manipulação ou estocagem de agentes infecciosos no ambiente. A finalidade da contenção é reduzir a exposição do técnico, de pessoas, do próprio ambiente de trabalho e do ambiente externo aos agentes de risco. Uma contenção adequada determina a combinação apropriada de três elementos fundamentais: as boas práticas e técnicas de trabalho, a disponibilidade de equipamentos de proteção individual e coletiva, e as instalações físicas. A figura 2 ilustra o ciclo da contenção adequada.

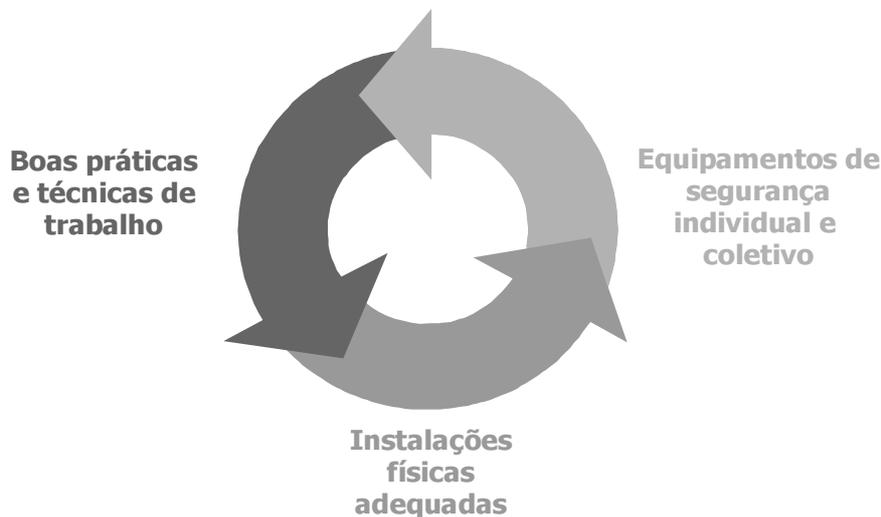


Figura 2 - Elementos de Contenção  
Fonte: (VIEIRA, 2004)

O papel das barreiras de contenção é de separar as áreas contaminadas das outras dependências, através de antecâmaras, autoclaves com dupla porta e outros tantos artifícios imprescindíveis para situações de risco de contaminação. Fica, pois, patente, que estas instalações somente se tornarão adequadas ao uso, nos casos onde essas barreiras de contenção estiverem presentes no projeto. Elas podem ser classificadas como primárias e secundárias. No primeiro caso, trata-se da proteção da

equipe de trabalho e das próprias pesquisas e, no segundo, refere-se à proteção do ambiente externo às áreas biomédicas.

Em investigações realizadas com a participação da autora por Pessoa & Lapa (2003, p.235) aferiu-se que de acordo com o risco de propagação desses agentes é que serão determinadas as barreiras secundárias que, por sua vez, deverão ser contempladas no local. “No caso da maior exposição ao risco pelo contato direto, as barreiras devem incluir a restrição de acesso público à área de trabalho, a existência de local para descontaminação e local próprio para a lavagem de mãos, entre outros.” E, que nas normas vigentes de biossegurança estão contidas algumas práticas e requisitos que norteiam “a elaboração dos projetos de arquitetura e engenharia no que concerne ao tipo de sistema de ar a ser empregado, a localização dos laboratórios, (...) e dos revestimentos de paredes, pisos e tetos, dentre outras”.

Outrossim, afirmam as supracitadas autoras que, nos casos onde a exposição ao risco biológico for por aerossóis, deverá ser requerido um nível mais elevado de contenção. “O projeto destas instalações deve incluir sistemas especiais de ventilação, onde é possível assegurar o fluxo de ar unidirecionado e uma filtragem adequada, para descontaminação”. Coadunado às outras exigências, deve-se promover um acesso ao laboratório controlado, com entradas antecedidas por uma antecâmara pressurizada.

Quanto ao descarte de material com risco biológico, deve ser realizado após descontaminação obrigatória, de preferência deve ser precedido por autoclavação, antes de ser disponibilizado como lixo comum. “As carcaças e derivados animais devem ser incinerados” (MAJEROWICZ, 2003, p. 338).

Essencialmente, as recomendações para trabalhos envolvendo agentes infecciosos *in vivo* e *in vitro* também são válidas para os trabalhos com animais de laboratório, com algumas particularidades. No caso de biotérios de experimentação, as suas dependências possuem particularidades que devem ser imperiosamente consideradas para contribuir favoravelmente no controle de contaminação. A primeira exigência é que as instalações se localizem em ambientes separados da área de laboratório.

Os biotérios são, na verdade, um tipo especial de laboratório. Nestas instalações, durante o projeto e a construção, há que se visar à facilidade da limpeza e da manutenção do empreendimento. O fluxo de pessoas, de material e de animais também devem ser observados, de forma a não provocar fluxos cruzados. (MAJEROWICZ, 2003).

Em trabalho publicado do qual a autora participou, constatou-se que em biotérios é fundamental que seja elaborada uma avaliação quanto à classificação de risco e tipos de animais a serem utilizados. É através desses dados que se pode propor soluções para biotérios de experimentação, a fim de que estes se tornem seguros e que não propiciem a contaminação (PESSOA & LAPA, 2002).

Segundo MICHELIN (1992) quando se trata de construções biomédicas, a flexibilidade chega a confundir-se com a própria luta contra a obsolescência da edificação. É que a natureza intrinsecamente dinâmica deste tipo de construção representa uma ameaça constante com relação à obsolescência. Ainda o mesmo autor afirma que uma pesquisa americana do início da década de 70, em 1992 (Relatório da Coordenação Geral de Saúde ao Congresso dos E.U.A.) consta que um incremento de 40% nos investimentos iniciais num empreendimento de construção pode resultar numa economia anual em torno de 10% sobre os custos operacionais relacionados ao edifício.

Portanto, nos casos onde os ambientes possuem características especiais, a utilização de espaços técnicos entre pavimentos – que abrigam as instalações – é essencial e afasta o edifício hospitalar vertical do fantasma da obsolescência. Isto porque “permite o desenvolvimento de serviços de manutenção e reformas com menores interferências com os serviços médicos e logísticos” (MICHELIN, 1992, p.192)

Observe-se que esse espaço técnico entre pavimentos deve ser construído com pé direito inferior ao convencional, abrangendo, aproximadamente, 1,80m. Isto porque, de acordo com o que temos presenciado, quando esse espaço atinge um patamar de conforto maior, há uma tendência em se mudar sua função original, aproveitando-o para ocupação administrativa entre outros, prejudicando a manutenção.

Diante do já exposto, fica patente que a etapa da concepção de um projeto de arquitetura e engenharia é fundamental, pois é neste momento que se planeja a edificação por inteiro, devendo contemplar todos os detalhes que elucidem sua execução.

#### **3.1.4 O Projeto e as Soluções para o Caso Proposto**

Esse panorama discutido anteriormente construiu ainda transformações gerenciais importantes, desde o início de 1998, quando a FIOCRUZ lançou um manual contendo as Normas de Biossegurança. Posteriormente, a FUNASA, em 2001,

realizou, neste mesmo sentido, uma tradução de normas internacionais. Até então, os laboratórios edificados não possuíam, em seu escopo, esse tipo de exigência.

Outra constatação importante é que esses edifícios biomédicos são, paulatinamente, beneficiados com a incorporação e uso das técnicas mais avançadas de construção. Este esforço de concretização de normas na construção estabelece um padrão de qualidade que influi na antecipação dos riscos e, por conseguinte, evita a contaminação cruzada. Desta forma, ocorre uma profunda mudança na maneira de se olhar um novo complexo de pesquisa. O planejamento das construções passa a ser um fator preponderante para garantir a aplicação das normas vigentes. E toda a filosofia de concepção de projeto baseia-se na possibilidade de minimização dos riscos, através da maior eficácia do edifício.

Apesar do forte direcionamento que apresentam as normas é essencial frisar que cada projeto tem uma solução peculiar. Não existe um padrão único para a construção deste tipo de empreendimento, pois, a sua localização, o tipo de microorganismo a ser utilizado, a quantidade manipulada de patógenos e outras tantas variáveis, é que induzem a uma singularidade na solução.

Como parte das ações de benfeitorias para as instalações biomédicas da FIOCRUZ serão identificadas, a posterior, as necessidades em relação aos níveis de biossegurança de acordo com avaliação do cenário deparado. O conjunto de orientações servirá para facilitar o planejamento para reforma e será uma importante fonte de referência à medida que os recursos injetados supram a estimativa de custo.

A proposta para ambientes com nível 1, 2 e 3 em biossegurança também está incluída no estudo mostrando as barreiras secundárias e as preocupações que devem ser consideradas no projeto, para que estas instalações permaneçam seguras. Os Anexos 8 a 12 mostram onde estão projetadas e discriminadas todas as dependências de um complexo biomédico, com todas as inter-relações de fluxos de trabalho.

Em consonância com essa nova visão, os serviços de mesmas características, mas pertencentes a departamentos distintos, foram concentrados considerando os ambientes afins. Por sua vez, os equipamentos ficam localizados num mesmo recinto, dando margem para que várias pessoas trabalhem simultaneamente e para que se diminua o tempo de ociosidade do aparelhamento.

Alertam Teixeira & Valle (2003) que, apesar das preocupações com o risco de contaminação das equipes de trabalho envolvidas, a maioria dos laboratórios no Brasil não foi projetada, portanto foram realizadas inúmeras adaptações que podem deixar a saúde dos profissionais exposta. Destarte, para se obter instalações físicas de

laboratórios seguras, que atendam aos requisitos da Biossegurança – Bioinstalações, deve-se reconhecer cada um dos fatores de risco, bem como as implicações que estes possam acarretar ao ambiente construído.

Na hipótese de ser fundamental a existência de uma barreira secundária, esta pode ser planejada com a inclusão de um isolamento da área de trabalho em relação ao acesso público e um acréscimo de área de descontaminação e lavagem de mãos. A partir daí, pode-se avançar no processo construtivo, obedecendo às exigências necessárias e tendo em vista a concepção de um espaço que traduza a perfeita harmonia tripartite: preservação do meio ambiente, saúde do trabalhador e credibilidade do resultado das pesquisas.

Outrossim, verificou-se que os laboratórios e biotérios existentes na FIOCRUZ podem resolver seus problemas de biocontenção com a inclusão de barreiras secundárias. Doutra parte, para a implantação de um complexo de laboratório de nível de biossegurança 3 “plus” e 4 – que manipulam patógenos letais – é imperativo que se estude detalhadamente a sua localização (onde a expressão “plus” alude a acréscimos de barreiras em relação à classificação de nível de biosegurança). A obediência a tais requisitos contribui para evitar a contaminação do meio ambiente e dos seres humanos

É importante frisar que, nestes empreendimentos de classe de risco 4 em biossegurança, não podem existir falhas que comprometam a estanqueidade dos ambientes projetados, pois qualquer deslizamento pode acarretar contaminações letais. Destarte, o projeto de implantação deste tipo de edificações deve atender às exigências locacionais e construtivas, observando-se a saúde do trabalhador, da população e do meio ambiente. É importante que através do projeto de implantação diminua-se e/ou controle-se os riscos de contaminação e se proporcione condições de trabalho que venham auxiliar a biocontenção.

É fundamental que, ao se conceber um local, onde se realizam pesquisas com o intuito de salvar vidas e/ ou melhorar a qualidade de vida de pessoas, não se incorra no erro de fabricar malefícios que influenciem negativamente a saúde do ser humano e do meio ambiente. Ressalta-se que, nesse tipo de construção, é obrigatório o empenho e a precaução no sentido de se evitar contaminações. O planejamento e o projeto de implantação tem como principal função o de favorecer a proteção ambiental e evitar a transmissão das doenças letais.

A dificuldade no desenvolvimento de projetos de espaços para pesquisa manifesta-se devido às especificidades inerentes a este tipo de construção. Portanto,

torna-se basilar que participem destes empreendimentos profissionais multidisciplinares experientes, que dominem o conhecimento em todos os requisitos de biossegurança. Ademais, há que se assegurar de que a compatibilização de todos os projetos seja realizada antes da construção.

## **4 PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO – COMPLEXO DE PESQUISA COM NÍVEL DE BIOSSEGURANÇA 3 E 4.**

### **4.1 Planejamento Urbano**

Analisando as funções urbanas, Benevolo (2003) acolhe a hipótese de destinar a cada função uma zona separada na cidade. É fato que da década de trinta em diante, os planos reguladores fazem distinção entre as zonas residenciais, as zonas industriais, as zonas de serviços e outras. Dessa forma, os inconvenientes que procedem da miscelânea de funções existentes nas cidades tradicionais reduzem-se. O racional é conservar os espaços com uma distribuição de atividades em harmonia, não privilegiando a moradia ou as áreas de lazer etc., de modo que o conjunto de diversidades de serviços, infra-estrutura e atividades oferecidas tenham equilíbrio no todo.

Assim, entende-se que o desenvolvimento de uma cidade esquematizada com um plano urbanístico busca a melhoria da qualidade de vida da população. Então, Pereira (1997 p.2) admite que, em havendo esta previsão antecipada intrinsecamente para o “futuro da cidade estaria implícita a busca de um melhor bem-estar, uma melhor qualidade de vida para a população”, porque no que se refere à cidade é correto associar o conceito de qualidade de vida ao de qualidade do espaço urbano.

Quando as cidades se desenvolvem sem o planejamento necessário, o seu crescimento acontece de forma desordenada acarretando, na maioria das vezes, problemas como aglomerações em determinada área, enquanto em outros núcleos urbanos impera a ociosidade. Segundo Gouvêa (2002) o desenvolvimento de espaços novos ou a revitalização de espaços antigos devem ser feitos com uma perspectiva sustentável, procurando reconhecer as necessidades sociais e culturais da população, além de estabelecê-los com baixo custo de energia e baixo impacto ambiental.

O planejador ou o projetista necessita ter um envolvimento intelectual e emocional com os acontecimentos da vida, de forma a conquistar uma capacidade crítica que lhe dê condição de estabelecer conceitos, normas, parâmetros que representem um futuro desejável e proposto. Deve-se planejar não com o objetivo utópico, mas com o escopo de definir vetores e permitir estratégias transformativas da sociedade (WILHEIM, 2003).

Todas as construções são representativas e a cidade é o produto de toda a história que se cristaliza e se manifesta. Neste contexto, a função cultural dos arquitetos é a recuperação da cidade e organização do espaço em concordância com as legítimas necessidades materiais e espirituais dos nossos povos, no sentido de afirmar uma cultura (RIBEIRO, 1975).

No espaço, a realização de uma intervenção tecnológica suscita os objetos sociais – que são produzidos pelo homem – que coadunados com os objetos naturais – os produzidos pela natureza, formam a paisagem. Esta composta através do tempo, portanto pode ser considerada como uma acumulação de tempos da mesma forma que o espaço. Desta forma, a paisagem, assim como o espaço, sofre contínua modificação para poder acompanhar as transformações da sociedade (SANTOS, 1978).

Pode-se afirmar que um produto arquitetônico é, um objeto social que é parte constitutiva de uma paisagem urbana, e deve ser pensado em sintonia e de forma integrada com as reais circunstâncias e possibilidades da sociedade em que será inserida. Esta idéia mostra que a tecnologia não deve ser copiada inteiramente dos países de primeiro mundo e sim desenvolvida seguindo o nosso próprio caminho.

De acordo com Freitas (2001) as medidas de prevenção e controle são preponderantes e compõem o estabelecimento de ações, a fim de evitar a ocorrência de perigos e riscos da saúde e da segurança dos moradores. São tomadas decisões necessárias para controlar quaisquer situações que eventualmente venham ocorrer, como acidentes e demais situações de emergência.

Neste sentido, corrobora Vargas (1982) quando afirma que tecnologia não se compra, se aprende e que, atualmente, o desenvolvimento de um país está vinculado à sua capacidade de produção de tecnologia. Em qualquer investimento em ciência e em tecnologia não se tem efeito instantâneo, porém a produção tecnológica é a única forma de chegar a um processo cumulativo, e evitar os problemas causados pelos abusos tecnológicos e danos gerados pela transferência e implantação de tecnologia dos países desenvolvidos.

Considera-se uma tecnologia adequada quando esta possui em suas principais características:

- ⇒ *satisfação das necessidades básicas da população;*
- ⇒ *ordenamento progressivo do território;*

- ⇒ *absorção do maior volume possível de insumos locais, inclusive mão de obra;*
- ⇒ *baixo custo de produção e manutenção do produto tecnológico;*
- ⇒ *compatibilidade com o meio ambiente e suas exigências ecológicas, sociais e culturais;*
- ⇒ *potencial de desenvolvimento para adaptar-se gradualmente às necessidades cambiais de uma sociedade em evolução;*
- ⇒ *potencial de convivência com tecnologias mais complexas;*
- ⇒ *capacidade de difusão que assegure a apropriação social dos benefícios gerados pela inovação tecnológica (CEPAL, 1976).*

É importante mencionar que, antes da instalação de algum empreendimento, deve ser executado todo um planejamento identificando a disponibilidade de infra-estrutura urbana e o compromisso em relação a essa implantação. “Dentre os principais suportes para o funcionamento do estabelecimento, apresentam-se, a seguir, as infra-estruturas urbanas consideradas imprescindíveis para possibilitar condições e qualidade de subsistência ao novo ambiente a ser construído”.

- ⇒ *“sistema viário, transporte coletivo, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta municipal de lixo, redes locais de drenagem, fornecimento de energia elétrica, previsão de iluminação pública, telefonia, equipamentos públicos e estabelecimentos comerciais ” (FREITAS, 2001, p.26).*

Afirma Pereira (1997, p.2) que, não obstante os objetivos do planejamento urbano se modificarem no transcorrer do tempo, a forma escolhida para se materializar permanece quase sempre a mesma: o seu entorno físico. Historicamente, averigua-se que o planejamento urbano tem procurado proporcionar a melhoria do entorno físico como forma de influenciar positivamente no bem estar social e na qualidade de vida. “Ou seja, a partir do controle dos aspectos físicos da qualidade de vida, pretende-se garantir as bases físicas para uma vida melhor”.

Portanto, cabe ao planejador tomar uma postura ética não fundamentalmente seguindo determinadas escolas ou ideologias, mas sim, ter uma atitude lúcida e uma posição realista dentro do que se almeja. De acordo com a situação encontrada, há que se desvendar os obstáculos e refletir sobre o que se pretende e o que verdadeiramente pode ser atingido. Portanto, os estabelecimentos devem seguir o mapeamento da cidade com o zoneamento apropriado para cada ramo de atividade, objetivando impedir que poluições advindas de fábricas ou mesmo que riscos biológicos e tantos outros fatores negativos venham ameaçar ou se estabelecerem próximos a áreas residenciais.

Nota-se que é imprescindível o estudo planejado no que se refere à implantação de um Complexo Laboratorial onde pode ser manipulado patógenos de classe de risco 4 em biossegurança. Dessa forma, fica claro que, para implantação desse empreendimento, necessitamos seguir o planejamento urbano da cidade, além de se incorporar em projeto os requisitos referentes à biossegurança e à biosseguridade. Isto porque a finalidade da implantação deste Complexo Biomédico não é expandir o risco, provocando enfermidades em pessoas e contaminando o meio ambiente que se situa em seu entorno. Então, é essencial que seja pesquisado um local adequado para edificação que permita a elaboração de pesquisas com o intuito de salvar vidas e evitar possíveis epidemias.

#### **4.2 Localização Laboratorial: Um Estudo Adaptado da Matriz de Localização Industrial da COPPETEC – COSENZA.**

Como já foi mencionado anteriormente existe, no Brasil, a necessidade de se construir um Complexo laboratorial de nível de biossegurança 3 “Plus” ou 4. É que nos casos de surtos ou epidemias não podemos ficar dependentes de outros países para conhecer os resultados das nossas amostras com doenças. Primeiro, porque as amostras, por vezes, podem se estragar quando do envio e ficaremos sem o diagnóstico. Segundo, porque precisamos diagnosticar as doenças de forma imediata para que haja intervenção rápida e se evite a sua disseminação. Outrossim, fica patente que o país deve conservar a sua pesquisa cerceando-se, assim, o perigo da biopirataria.

Para essa construção deve-se escolher uma localização como fator fundamental para o controle de contaminação, por se tratar de um laboratório onde se manipula patógenos letais devendo, portanto, permanecer distante de áreas residenciais. Há que ser uma área segura onde se possa controlar totalmente a entrada de pessoas intrusas para que o material permaneça intocável e, por conseguinte, evitar-se a biopirataria e até mesmo o bioterrorismo.

É mister salientar que, para a implantação de um empreendimento desse porte, é fator básico que exista, próximo ao terreno, uma infra-estrutura relativa à alimentação de rede elétrica, água, esgoto, força, rede viária, ou seja, todos os elementos imprescindíveis para alimentar um complexo tecnológico com eficiência. Deste modo, garante-se a criação de uma estrutura adequada à atividade a que se propõe com segurança, cerceando-se a contaminação, facilitando-se a acessibilidade e propiciando-se uma manutenção ideal.

A intenção é de se elaborar um estudo que identifique o terreno ideal para a implantação de um Complexo Laboratorial de nível de biossegurança 3 e 4. Para tanto, será adaptado o modelo de Localização Industrial da COPPETEC – COSENZA, que é a versão Crispi da Lógica *fuzzy*. Com base neste modelo será montada uma nova Matriz para localização de laboratórios que possua uma metodologia que oriente a instalação de espaços laboratoriais considerando os aspectos de biossegurança, biosseguridade e planejamento urbano.

Não se pode negligenciar os aspectos que propiciem a contaminação do homem e do meio ambiente. Portanto, o modelo se fixa em um programa de informações onde seus dados são atualizados. Ademais, contem um formato que viabiliza hierarquizar as vocações de áreas urbanas que comportem a construção de ambientes biomédicos que possam ser manipulados microorganismos exóticos.

#### 4.2.1 Aspectos Norteadores para a Localização de Complexo de Laboratório de Nível de Biossegurança 3 e 4.

Para instalações de Laboratórios de pesquisa que possua risco biológico há que se considerar a premissa da utilidade social, por se tratar de um empreendimento que terá como objetivo maior salvar vidas. Esta é uma instalação que prima pela tecnologia e requer uma manutenção dispendiosa para se garantir o adequado controle de contaminação do risco biológico em potencial.

Outro aspecto a se desenvolver é a consciência que deve estar voltada para o fato de que os recursos naturais não são ilimitados. Assim, os problemas ambientais atuais, no mundo, apontam para um forte investimento em pesquisas com fins de se obterem medidas e ações específicas com uma visão sistêmica para proporcionar o menor impacto ambiental quando da construção de um estabelecimento (FREITAS, 2001).

Neste sentido, foi mostrado, no capítulo anterior, que os laboratórios inseridos num prédio biomédico e que recebem patógenos de classe de risco 1 e 2 e 3, podem resolver os problemas de biossegurança relativos às áreas físicas, quando acrescentam as barreiras secundárias, contemplando respectivamente os níveis de biossegurança 1, 2 e 3, em projeto.

Os laboratórios que acolhem, para pesquisa, os microorganismos de classe de risco 4 em biossegurança são obrigados a se manterem afastados de quaisquer outras

construções (OMS, 2005). Outrossim, quando um laboratório é construído observando-se as barreiras secundárias exigidas para o nível de biossegurança 3 “Plus” e 4, este se qualifica para receber patógenos de classe 4 de risco em biossegurança. Destarte, é imperativo, neste caso, que se elabore um estudo minucioso dos fatores principais que influenciam a localização deste complexo antes de sua implantação.

É fato que os laboratórios NB3 “Plus” devem tomar como ponto de partida para o projeto os laboratórios NB3, acrescidos de algumas características do laboratório NB4, de forma que se torne seguro para o uso de patógenos de classe de risco 4. Ou seja, o NB3 “Plus” corresponde a um ambiente de nível 3 em biossegurança, adicionado a barreiras de contenção, de forma que se torne viável a manipulação de microorganismos de classe superior. Portanto, nesses casos devem ser observados nas instalações os itens de biossegurança para classe 4 de risco.

Ratificando o supradito, considera-se que para a adequada contenção dos patógenos de classe de risco biológico 4, necessita-se incorporar ao projeto uma linha de investigação quanto à adequada localização. Este estudo será fundamental na implantação deste tipo de complexo de pesquisa, no sentido de se alcançar a biossegurança e a biosseguridade do empreendimento. Afinal, é preciso garantir uma proteção integral, quais sejam: o risco real coadunado ao risco percebido.

É fundamenal adotar-se um plano de contingência para resolver o risco real. Com igual cuidado deve ser tratado o risco “percebido”. Ou seja, ainda que não haja um risco real, é preciso que a população veja o prédio como algo perfeitamente seguro e confiável, que não inspire nenhum tipo de temor, porque a imagem de um estabelecimento de saúde pode ser prejudicada devido a estes dois riscos. Isto acontece devido à percepção da opinião pública que entende tais problemas como sendo de idêntica gravidade (VALLE, 2005). Então, o laboratório tanto deve passar uma imagem de segurança, como deve ser construído de forma a efetivamente controlar os riscos nele inerentes, a ponto de prevenir qualquer contaminação e de impedir qualquer ato de bioterrorismo.

Para a elaboração e teste da Matriz laboratorial escolheu-se o campus da FIOCRUZ – incluindo os centros de pesquisas regionais – para a implantação de um complexo laboratorial, por se tratar de uma instituição de renome no Brasil e que pleiteia essa condição de aportar em seu Campus um Complexo Biomédico de nível de biossegurança 3 “Plus” e/ ou 4 para desenvolver suas pesquisas. É relevante frisar que a instituição mencionada está tão empenhada nesta aquisição que já possui um projeto

concluído de um laboratório NB3 “Plus”. Outrossim, também deve ser esclarecido que incluiu-se na pesquisa os laboratórios NB 3 para se ampliar a investigação, porém a ênfase do estudo se dará ao Complexo Laboratorial de nível de biossegurança 3 “Plus” e/ou 4.

A FIOCRUZ possui, além de sua sede principal no Rio de Janeiro, outros centros de pesquisas regionais distribuídos pelo país. As localidades onde seus terrenos serão estudados são os listados a seguir: o Rio de Janeiro que tem várias instalações, porém somente duas serão analisadas, a sede principal que se localiza no bairro de Manguinhos e a segunda que se situa em Jacarepaguá; em Pernambuco temos o Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães; no Amazonas existe o Centro de Pesquisa Leonidas e Maria Deane; na Bahia, o Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz e, em Minas Gerais, o René Rachou. Estas áreas acima mencionadas são as zonas elementares que são potencialmente dotadas para o fim proposto.

Ratificando o supra citado, podemos observar que, somente no Rio de Janeiro, serão investigadas duas áreas – uma em Manguinhos e outra em Jacarepaguá e, nas demais regiões, apenas foi escolhida uma única área. Essa preferência aconteceu, pois se priorizaram as localidades com instalações mais modernas e com maior desenvolvimento no campo da pesquisa biológica. Então, o primeiro passo foi definir as zonas elementares que serão observadas como possíveis projetos futuros, onde serão verificados, dentre os itens abaixo, o local que melhor se adequa à situação desejada. As seis localidades serão representadas da forma a seguir:

- **Zonas Elementares:** Amazonas (projeto-1), Pernambuco (p-2), Bahia (p-3), Rio de Janeiro – Manguinhos (p-4), Rio de Janeiro – Jacarepaguá (p-5), Minas Gerais (p-6).

Traduzindo o supra exposto verificamos, sucessivamente, que o primeiro projeto contempla o Estado de Amazonas que é o p-1, o segundo trata-se do p-2 e refere-se ao Estado de Pernambuco, o terceiro é o p-3 na Bahia, o quarto é o p-4 no Rio de Janeiro em Manguinhos, o quinto é o p-5 no Rio de Janeiro em Jacarepaguá e o sexto é o p-6 em Minas Gerais. Essas são as demandas da FIOCRUZ para o estudo sobre a locação ideal.

O segundo passo será o de se ordenar a classificação dos fatores de localização, objetivando encontrar as condições adequadas para a implantação de um complexo biomédico de nível de biossegurança 3 “Plus” e/ou 4. O esforço é no sentido de desenvolver modelos matemáticos de localização para laboratórios NB3 Plus e NB4

devido, inicialmente, à existência de um problema concreto: transformar um sistema de informações estruturado em nível metodológico em instrumento eficiente de implantações de laboratórios dessa natureza. O modelo a ser seguido é o de localização industrial da COPPETEC – Cosenza, que será adaptado à localização para fins laboratoriais com risco biológico, principalmente quando se trata de manipulação de microorganismos letais.

Os primeiros modelos de localização Industrial foram publicados por Cosenza em 1975, na Revista Pesquisa e Planejamento Econômico, do IPEA. Na definição do modelo de localização, considera-se, inicialmente, a classificação dos fatores de localização para cada tipo de indústria como: cruciais (A), condicionantes (B), pouco condicionantes (C) e irrelevantes (D). Em seguida, constrói-se a primeira matriz que corresponde ao tipo de *indústria x fatores estratégicos* que, no caso em estudo, será substituída pela matriz tipo de *laboratório x fatores estratégicos*, onde aquela classificação é substituída por critérios de pesos apoiados nas seguintes premissas:

- ⇒ *“o número de pontos atribuído a um fator condicionante deve ser maior que a soma dos pontos atribuídos aos demais fatores pouco condicionantes e irrelevantes.*
- ⇒ *o número de pontos atribuído a um fator pouco condicionante deve ser maior que a soma dos pontos atribuídos aos fatores irrelevantes.*
- ⇒ *a inexistência de um fator crucial elimina a alternativa de localização”*  
(COSENZA, 1995, p.32)

Com base no anteriormente exposto, aderiu-se à mesma classificação para os fatores de localização referentes a cada tipo de Laboratório:

- Cruciais – A
- Condicionantes – B
- Pouco Condicionantes – C
- Irrelevante – D

Como passo seguinte, define-se uma segunda matriz (fatores estratégicos x zonas elementares) que fornece uma indicação da existência ou ausência de um determinado fator estratégico numa zona elementar. A definição de existência é bastante flexível, ou seja, pode-se definir um fator como existente se e somente se esse fator tem disponibilidade (oferta) igual ou acima de um nível pré-determinado. Estes fatores estratégicos devem ser pensados em relação ao Complexo laboratorial, ou seja, devem

ser identificados quais os fatores que influenciam a implantação dos laboratórios NB3, NB3 Plus e o NB4, conforme estão explanados a seguir:

▪ **Tipos de Laboratórios (Complexo Laboratorial):**

- 1) NB3
- 2) NB3 Plus – É o próprio NB3 somado a requisitos do NB4
- 3) NB4

A terceira matriz equivale ao produto da primeira matriz versus a segunda matriz, resultando numa nova matriz que possui correlação entre os tipos de *indústrias x zonas elementares*. Neste caso do estudo adaptado, esta última matriz será substituída por tipos de *laboratório x zonas elementares*, ou seja, cada tipo de *atividade industrial* passará a equivaler a *atividade biomédica*, assim, esta nova matriz verificará aquelas zonas elementares mais bem dotadas em termos dos fatores considerados. Segundo Cosenza (1995) tal matriz fornece, ainda, informações para orientação da política governamental de investimentos e incentivos:

- ⇒ *a média ponderada dos elementos de cada linha fornece um índice para o território relativo a cada tipo de indústria;*
- ⇒ *a média ponderada dos elementos de cada coluna fornece um índice para cada zona elementar relativo ao conjunto de atividades industriais* (COSENZA, 1995, p.32)

Ajustando-se o modelo locacional para a escolha do sítio mais adequado para comportar um Complexo Laboratorial NB3 Plus e NB4, torna-se mister que, no nosso estudo, desenvolvamos a pesquisa seguindo os parâmetros de biossegurança e biosseguridade.

Formulação Inicial do Modelo:

Matriz A =  $(a_{ij})_{h \times n}$  : Demanda Laboratorial

Matriz B =  $(b_{jk})_{n \times m}$  : Oferta Territorial

Observe-se que  $A = (a_{ij})_{h \times n}$  e  $B = (b_{jk})_{n \times m}$  são matrizes binárias representadas, respectivamente, pela letra  $h$  como o complexo laboratorial,  $n$  como fatores de localização e  $m$  como zonas elementares de planificação. Sendo que os elementos das matrizes obedecerão à seguinte convenção, seja no caso da oferta, ou da demanda:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o fator é } \begin{cases} \text{-crucial} \\ \text{-condicionante} \end{cases} \\ 0, & \text{se o fator é } \begin{cases} \text{-pouco condicionante} \\ \text{-irrelevante} \end{cases} \end{cases}$$

$$b_{jk} = \begin{cases} 1, & \text{se existe o fator no nível estabelecido} \\ 0, & \text{se não existe o fator no nível estabelecido} \end{cases}$$

- **Desenvolvendo o Modelo da Matriz de Oferta e Demanda para Complexo Laboratorial NB3 Plus e NB4:**

### **Matriz A**

Tipo de Laboratório x Fatores Gerais

### **Matriz B**

Fatores Gerais x Zonas Elementares

### **Matriz C**

Tipos de Laboratório x Zonas Elementares

As escolhas dos fatores estratégicos, sejam eles gerais ou específicos, são fundamentais para que o estudo de localização do empreendimento seja analisado sob os aspectos relevantes para o adequado funcionamento, principalmente no que se refere à segurança do trabalhador e a do meio ambiente. Esses fatores foram analisados sempre com vistas a contemplar os aspectos de biossegurança e biosseguridade.

Os fatores gerais se dizem respeito às condições geográficas encontradas no terreno, à infra-estrutura existente, à vocação do terreno em relação ao código de postura urbana, à situação das ruas de acesso até o local e ao nível de poluição.

⇒ **Análise dos Fatores Gerais:**

### **1) Condições Geográficas**

#### **1.1-Topografia**

Note-se que a topografia do terreno deve conter depressões naturais ou artificiais, visando retirar o edifício da linha de projéteis e, ao mesmo tempo, proporcionar condições de acesso fácil para a sua manutenção.

#### **1.2-Proximidade de rios, canais e córregos: (área sem inundações)**

Sob nenhuma hipótese deve-se permitir a ocorrência de infiltração em laboratórios, porque esta pode acarretar contaminação dos experimentos e, até mesmo, disseminar os elementos contaminantes no meio ambiente.

### **2) Infra-estrutura urbana:**

Para se obter o funcionamento adequado desse tipo de laboratório, necessário se faz prover o terreno de alimentação de infra-estrutura urbana – água, luz, telefone, esgoto tratado e vias públicas.

### **3) Localização e área útil: (Terreno Compatível)**

A que se analisar se o terreno disponível é dotado de tamanho compatível para implantação deste complexo laboratorial. (é evidente que para esse estudo, independente do nível de biossegurança, estamos considerando que todos os terrenos respeitam, de forma taxativa, o código de postura da cidade).

### **4) Malha Urbana:**

Este laboratório deve ser facilmente acessado - ruas de fácil acesso. É importante que o prédio esteja próximo a um aeroporto para que as amostras cheguem com celeridade ao seu destino, ademais, deve localizar-se nas proximidades de um Corpo de Bombeiros, afim de que estes possam velozmente intervir em caso de incêndio. Enfim, a infra-estrutura deve contemplar todos os requisitos que promovam o rápido acesso aos especialistas em situações de emergência.

## 5) Condicionantes Ambientais :

### 5.1- Poluição

A localização do prédio deve levar em consideração a ausência de poluição sonora, a qual prejudica a concentração do pesquisador podendo induzi-lo a acidentes consigo (talvez letais) ou com o seu experimento; bem como ao erro de raciocínio e, portanto, ao prejuízo ou inutilização da pesquisa. Igualmente, a que se evitar a poluição do ar, capaz de modificar e prejudicar os resultados da pesquisa, devido à intervenção dos poluentes. A não observância das normas básicas referentes à poluição, seja ela qualquer tipo e procedência gerará gastos mais onerosos, uma vez que, fatalmente, observá-se-á a necessidade de aquisição e instalação de elementos e filtros especiais adicionais para isolar o problema.

#### ▪ Aplicando a Matriz A: Tipos de Laboratórios x Fatores Gerais

A partir da análise dos fatores gerais configurou-se a seguinte matriz de demanda:

<b>Fatores Gerais</b>	Topografia	Área s/ Inundação	Infra-estrutura Urbana	Terreno Compatível	Malha Urbana	Área s/ Poluição
<b>Tipos Laboratórios.</b>						
NB3	1	1	1	0	1	1
NB3 Plus	1	1	1	1	1	1
NB4	1	1	1	1	1	1

OBS. Nesta matriz de demanda atribuiu-se o valor 1 (um) para os casos onde havia demanda daquele fator e deveria se aplicar o 0 (zero) caso existisse ausência do fator.

De acordo com a oferta geral das regiões, montou-se a seguinte matriz de oferta dos fatores gerais:

▪ **Aplicando a Matriz B: Fatores Gerais x Zonas Elementares**

<b>Zonas Elementares</b>	Projeto-1 Amazonas	Projeto-2 Pernambuco	Projeto-3 Bahia	Projeto-4 Manguinhos- RJ	Projeto-5 Jacarepaguá - RJ	Projeto-6 Minas Gerais
<b>Fatores Gerais</b>						
Topografia	1	1	1	1	1	1
Área s/ Inundação	1	1	1	1	1	1
Infra-estrutura Urbana	1	1	1	1	1	1
Terreno Compatível	0	0	0	1	1	0
Malha Urbana	1	1	1	1	1	1
Área s/ Poluição	1	1	1	1	1	1

No caso  $C_{ij} = A \times B = C_{n \times m}$  a Matriz produto representativa das possibilidades de localização os  $i$  tipos de Complexo laboratorial nas  $k$  zonas elementares de planificação, de forma que  $\text{Max}_{ik} = C^*_{i1}$  indica a melhor localização do tipo  $i$  e o  $\text{max}_i C_{ik} = C^*_i$  indica o melhor tipo de Complexo Laboratorial para a zona elementar  $k$ .

Para montar a Matriz  $C = A \Phi B$ , é necessário obedecer ao operador  $\Phi$ .

Demanda	Oferta	
$\Phi$	0	1
0	1/n!	1/n
1	0	1

Note-se que  $n$  é o número de fatores considerado.

▪ **Aplicando a Matriz C: Tipo de Laboratório x Zonas Elementares (C = AΦB)**

<b>Zonas Elementares</b> <b>Tipos Laboratórios</b>	Projeto-1 Amazonas	Projeto-2 Pernambuco	Projeto-3 Bahia	Projeto-4 Manguinhos-RJ	Projeto-5 Jacarepaguá - RJ	Projeto-6 Minas Gerais
NB3	5	5	5	5,17	5,17	5
NB3 Plus	5	5	5	6	6	5
NB4	5	5	5	6	6	5
Total Σ	15	15	15	17,17	17,17	15

Os fatores específicos listados a seguir são referentes à biossegurança e à biosseguridade. Foram identificados a partir de questionamentos e estudos realizados por dois pesquisadores de renome em trabalhos com risco biológico - sendo que um representa o Brasil na América Latina em assuntos relativos a bioterrorismo, entre outras funções, e a segunda realiza pesquisas sobre AIDS que se trata de um vírus de classe de risco 3.

Outros profissionais também foram abordados: um bioterista que trabalha em experimentação com animais infectados com patógenos de classe de risco biológico até 3 em biossegurança e, engenheiros de segurança do trabalho que têm como função avaliar os laboratórios da FIOCRUZ em relação aos requisitos de biossegurança com vistas a credenciá-los. Todos os pesquisadores citados foram escolhidos porque têm experiência com microorganismos de classe de risco 3 e possuem expressão Nacional e Internacional.

**Análise dos Fatores Específicos - Biossegurança e Biosseguridade:**

**1) Aglomerações Urbanas:**

O laboratório deve permanecer afastado de aglomerações de população, para minimizar as conseqüências em caso de acidentes no trabalho - distante de creches, colégios, áreas residenciais e áreas de lazer.

## 2) Segurança Patrimonial:

O controle ao acesso é importante para evitar contaminação em animais e pessoas estranhas ao trabalho e evitar ações estranhas ao objeto de pesquisa intencional ou não intencional.

## 3) Mão-de-obra Especializada:

É fundamental, para o adequado funcionamento deste laboratório, que o seu quadro de pesquisadores, técnicos de laboratórios, profissionais de apoio, seguranças e técnicos de manutenção sejam altamente qualificados.

## 4) Grandes Centros:

O laboratório ou o complexo biomédico deve ser instalado em grandes centros - cidades com vocação para turismo e comércio - onde recebem diariamente grande número de pessoas, porque estas podem ser os vetores de epidemias. Observe-se, contudo, que a localização do prédio deve obedecer aos preceitos supracitados, escolhendo-se um local reservado para tal finalidade, evitando-se poluição, aglomeração etc.

Após serem definidos os fatores específicos chegou-se, a seguir, às matrizes de demanda destes fatores. Primeiro, realizou-se a matriz referente ao tipo de Laboratório x Fatores Específicos:

### ▪ Aplicando a Matriz A\*: Tipo de Laboratório x Fatores Específicos

<b>Fatores Específicos</b>	Aglomerados Urbanos (distante)	Acesso Seguro	Mão de Obra Especializada	Turistas e executivos
<b>Tipos Laboratórios.</b>				
NB3	0	1	1	0
NB3 Plus	1	1	1	1
NB4	1	1	1	1

OBS. Nesta matriz de demanda, também se atribuiu o valor 1 (um) para os casos onde havia demanda daquele fator e aplicou-se o 0 (zero) quando existia ausência do fator.

A seguir, elaborou-se a matriz de demanda dos Fatores Específicos x Zonas Elementares:

▪ **Aplicando a Matriz B\*: Fatores Específicos x Zonas Elementares**

<b>Zonas Elementares</b>	Projeto-1 Amazonas	Projeto-2 Pernambuco	Projeto-3 Bahia	Projeto-4 Manguinhos - RJ-	Projeto-5 Jacarepaguá - RJ-	Projeto-6 Minas Gerais
<b>Fatores Específicos</b>						
Aglomerados Urbanos (distante)	0	0	0	0	1	0
Acesso Seguro	1	1	1	1	1	1
Mão de Obra Especializada	0	1	1	1	1	0
Turistas e executivos	1	1	1	1	1	1

É a conjunção das informações contidas nas duas matrizes que dá origem à matriz C\*. Neste caso, o cruzamento dos dados considera que a inexistência de algum fator estratégico específico leva o valor da matriz ser igual a zero. O operador abaixo satisfaz a esta ressalva.

$$\begin{array}{c|c} \Phi & 0 \\ \hline 1 & 0 \end{array}$$

- **Aplicando a Matriz C\*:** Tipo de Laboratório x Zonas Elementares ( $C^* = A \cdot \Phi B^*$ )

<b>Zonas Elementares</b> <b>Tipos Laboratórios</b>	Projeto-1 Amazonas	Projeto-2 Pernambuco	Projeto-3 Bahia	Projeto-4 Manguinhos - RJ-	Projeto-5 Jacarepaguá - RJ-	Projeto-6 Minas Gerais
NB3	0	3	3	3	4	0
NB3 Plus	0	0	0	0	1	0
NB4	0	0	0	0	1	0
Total $\Sigma$	0	3	3	3	4	0

⇒ **Análise Final:**

Para compatibilizar todos os dados encontrados temos o operador  $\Phi$  de  $C \Phi C^*$ .  
Seja  $\Gamma = [Y_{ik}]$   $h \times n = C \Phi C^*$ , onde para elaborar essa operação de agregação teremos que obedecer a seguinte regra, para os sistemas relacionados com fatores específicos:

		$Y_{ik}$		
		$C_{ij} \rightarrow$	$> 0$	$0$
$C^*_{ij}$	$\downarrow$			
$0$	$> 0$	$0$	$C_{ij} + C^*_{ij}$	$0$
$> 0$				$C^*_{ij}$

▪ **Aplicando a Matriz CΦC\*: Tipo de Laboratório x Zonas Elementares**

<b>Zonas Elementares</b> <b>Tipos Laboratórios</b>	Projeto-1 Amazonas	Projeto-2 Pernambuco	Projeto-3 Bahia	Projeto-4 Manguinhos - RJ-	Projeto-5 Jacarepaguá - RJ-	Projeto-6 Minas Gerais	Total $\Sigma$
NB3	0	8	8	8,17	9,17	0	32,34
NB3 Plus	0	0	0	0	10	0	10
NB4	0	0	0	0	10	0	10
Total $\Sigma$	0	8	8	8,17	29,17	0	52,34

Já a matriz colocada infra deriva da ampliação da matriz A com a matriz A\* mostrando o *outline* da demanda laboratorial para efeito de localização:

▪ **Aplicando a Matriz D: Tipo de Laboratório x Fatores Gerais e Específicos**

<b>Fatores Gerais/ Específicos</b> <b>Tipos Laboratórios</b>	Topografia pouco acidentada	Área s/ Inundação	Infra-estrutura Urbana	Terreno Compatível	Malha Urbana	Área s/ Poluição	Aglomerados Urbanos (distante)	Acesso Seguro	Mão de Obra Especializada	Turistas e executivos	Total $\Sigma$
NB3	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7
NB3 Plus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
NB4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Total $\Sigma$	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	27

▪ **Aplicando a Matriz E: Tipo de Laboratório x Tipo de Laboratório**

A matriz  $E = [e_{il}]_{h \times h}$  é uma matriz diagonal cujos elementos diferentes de zero são definidos como o inverso do somatório dos elementos  $[a_{il}]_{h \times n}$  e  $[a^*_{il}]_{h \times n}$ . Sendo que E é uma matriz  $h \times h$ , onde  $h$  = Tipos de Laboratórios:

<b>Tipo de Laboratório</b>	NB3	NB3 Plus	NB4
<b>Tipo de Laboratório.</b>			
NB3	1/7	0	0
NB3 Plus	0	1/10	0
NB4	0	0	1/10

Finalmente, a matriz de índices locacionais é definida pelo resultante do produto de E por  $\Gamma$ , onde os índices representam o nível de compatibilidade entre oferta e demanda ( $S_{ik}$ ).

▪ **Aplicando a Matriz de Índices Locacionais**

<b>Zonas Elementares</b>	Projeto-1 Amazonas	Projeto-2 Pernambuco	Projeto-3 Bahia	Projeto-4 Manguinhos - RJ-	Projeto-5 Jacarepaguá - RJ-	Projeto-6 Minas Gerais
<b>Tipos Laboratórios</b>						
NB3	0	1,14	1,14	1,16	1,31	0
NB3 Plus	0	0	0	0	1	0
NB4	0	0	0	0	1	0

Se  $S_{ik} = 1$  a zona k atende a demanda no nível requerido.

Se  $S_{ik} < 1$  pelo menos um fator demandado não foi ofertado pela região K.

Se  $S_{ik} > 1$  a zona K oferece mais condições do que a demandada.

Com a adaptação da Matriz de localização industrial foi possível desenvolver o estudo da localização do Laboratório de nível de biossegurança 3, 3 “Plus” e 4 a partir de adjetivos ambíguos e processos de julgamento em relação ao grau de pertinência de cada elemento mencionado dentro do conjunto de aspectos referenciados.

É importante frisar, que embora não faça parte deste estudo, essa matriz também foi testada para laboratórios NB1 e NB2 e foi aprovada. Verificou-se que os laboratórios NB1 e NB2 que são, respectivamente, os básicos e os de diagnósticos podem ser construídos em todas as regiões estudadas. Este modelo locacional elimina da disputa a região que não contém algum requisito fundamental entretanto, no concernente aos laboratórios NB1 e NB2, todas as regiões demonstraram que estão aptas à construção de ambos os laboratórios.

Então, fica claro que existe uma coerência na leitura dos resultados, visto como os laboratórios NB3, que possuem menor exigência construtiva que os laboratórios NB4 e onde são manipulados patógenos de classe de risco 3, podem ser construídos em quase todas as unidades da FIOCRUZ. Percebe-se que existe exceção somente nos estados do Amazonas e de Minas Gerais, devido a problemas relativos à falta de mão de obra especializada. No entanto, quando os profissionais forem treinados, esse fator impeditivo passará a não existir e essas regiões começarão a ser habilitadas.

Em Recife, o terreno fica próximo a um córrego, porém para o embasamento da construção do Centro de Pesquisa foi considerado o maior nível que as águas já tinham se elevado em todas as enchentes da cidade do Recife. Além disso, foi executada uma obra no córrego que canaliza e ajuda o escoamento das águas no local. Desta forma, esse problema foi sanado e, portanto, esses dados foram incluídos na tabulação das matrizes. Por seu turno, para o laboratório NB4, somente uma área oferece as condições adequadas.

Em relação aos laboratórios NB4, as regiões eliminadas tiveram no confronto do resultado entre fatores estratégicos e zonas elementares a ausência de algum requisito relevante, o que é suficiente para que as áreas se tornem inaptas para acolher essas instalações. Observou-se, na leitura das matrizes, que problemas como a ausência de mão de obra especializada, falta de terreno amplo, assim como, a proximidade de aglomerados urbanos foram itens determinantes na desclassificação de

alguns projetos. Portanto, quanto mais complexa for a edificação, menos áreas serão ideais para a finalidade.

Ficou constatado que o projeto 5, referente ao campus de Jacarepaguá, foi o único que atendeu aos requisitos estipulados para acolher laboratórios NB3 “Plus” e NB4. Verificou-se que este modelo locacional para laboratórios pode ser utilizado para escolher sítios para os laboratórios de níveis de biossegurança 1, 2, 3 e 4. Assim, podemos afirmar que esta ferramenta fornece o subsídio necessário na escolha de um sítio adequado para a pesquisa com risco biológico. Portanto, essa ferramenta dá a oportunidade de podermos obter uma construção laboratorial segura, que venha a minimizar os riscos de contaminação do meio ambiente e das pessoas.

## DISCUSSÃO FINAL

Cada vez se torna mais difícil o controle de doenças endêmicas, pois, devido à ampla facilidade de locomoção das pessoas e animais, os microorganismos incubados podem circular rapidamente entre países ou entre cidades. Hodiernamente, ainda podemos incluir o bioterrorismo como outro fator de disseminação das doenças.

O Brasil tem dificuldade de controlar a saúde pública, de modo que o país se torna vulnerável às epidemias. Estamos enquadrados num grupo desfavorecido, porque não possuímos laboratórios contendo mecanismos para controle de contaminação, onde se possa trabalhar com microorganismos letais. Portanto, não podemos realizar os diagnósticos e nem conter as enfermidades com a devida celeridade.

Tornar-se independente dos outros países para reconhecer o diagnóstico é basilar, pois a distância e o tempo são fatores cruciais, tanto para deteriorar amostras, como para descobrir a doença a tempo de se evitar alguma epidemia. Outrossim, ao enviar essas amostras para o exterior, os países receptores vão pesquisar e permanecer com a tecnologia e, em última instância, continuaremos a ser dependentes e reféns destas questões. Então, dispor de laboratórios bem locacionados, adequadamente projetados e construídos, munidos de tecnologia para pesquisar microorganismos exóticos, deixaria o Brasil autônomo e evitaria a biopirataria.

Por outro lado, o avanço científico e tecnológico deve ser pautado por conceitos relativos à bioética e biossegurança. Isto porque a bioética é o ramo da ética que se aplica aos problemas contemporâneos, diante das incertezas no contexto do domínio biotecnocientífico para questões de riscos biológicos. Também norteia as decisões sobre as liberdades para o uso dos resultados dos experimentos e limita a prática científica, balizando-se pela aceitação da sociedade. Já a biossegurança surgiu como uma nova disciplina científica com o desígnio de propor leis, normas e diretrizes, objetivando minimizar, prever e controlar a probabilidade de riscos inerentes às atividades que contêm risco biológico.

A preocupação com os riscos biológicos em ambientes laboratoriais tornou-se relevante, porque dados fornecidos por Órgãos internacionais como a OIT e a OMS indicam que mais de 2 milhões de trabalhadores morrem, em decorrência de acidentes e doenças relacionadas a empregos insalubres. Enfatiza-se que o grupo de risco maior,

dentre outros profissionais que trabalham na área de saúde, são os que atuam em laboratórios de pesquisa e de diagnóstico.

Nota-se que a implantação de um laboratório NB3 Plus ou NB4 se torna imperativo, uma vez que necessitamos elaborar os diagnósticos de doenças exóticas como instrumento para controlar possíveis epidemias. Esses laboratórios devem seguir os requisitos de biossegurança para que se tornem ambientes de trabalho seguro.

O labor de projetar deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar, formada por pesquisadores, engenheiros de segurança, médicos do trabalho, ergonomistas e arquitetos, aos quais cabe unir os seus conhecimentos, a fim de obter um projeto de laboratório que traduza o desempenho adequado para a edificação. A ótica concernente a projetos de laboratórios aponta um produto final que contemple os requisitos construtivos, observando-se as exigências de biossegurança. É importante que, através do projeto, diminua-se e/ou controle-se os riscos reais e riscos “percebidos”, criando-se condições de trabalho que venham ajudar à credibilidade dos resultados das pesquisas.

Na concepção do projeto de laboratórios devem estar ínsitos os conceitos de biosseguridade e de biossegurança, atentando-se para as barreiras secundárias coadunadas com as barreiras primárias, pois estes constituem procedimentos necessários para se manter o controle de contaminação. Então, fica patente que os laboratórios onde serão manipulados patógenos, sobretudo os de classe 3 e 4 de risco em biossegurança, devem ser submetidos a um estudo relevante sobre o impacto da sua implantação. A localização é um fator determinante neste controle, para que o projeto que tem como alvo salvar vidas não resulte num empreendimento que se torne um pulverizador de contaminantes no meio ambiente.

Com este escopo, foi realizado um estudo visando proceder-se à escolha do melhor sítio onde possam ser implantados os laboratórios em condições adequadas para a perfeita manipulação dos microorganismos numa situação de biocontenção. Para tanto, adaptou-se o modelo existente e já consagrado utilizado para conferir a localização industrial apropriado, transformado-o num modelo que atende as condicionantes relativas à localização laboratorial.

É importante mencionar que o universo abordado pelo estudo de caso foi a FIOCRUZ, que possui como amostra, laboratórios que contemplam o nível 1, 2 e 3 em biossegurança, de acordo com a patogenicidade das doenças pesquisadas. Todavia, não existem no país instalações adequadas para os casos de doenças letais ou epidemias

graves – o laboratório NB4. Desta forma, estudaram-se as características relevantes dessas instalações que foram introduzidas no modelo laboratorial, para que essas novas instalações sejam produzidas, de forma que o resultado obtido enseje as condições de trabalho adequadas para se lidar com os riscos intrínsecos.

Neste viés, tomou-se a Matriz de Localização Industrial da COPPETEC – COSENZA, versão Crispi da lógica *fuzzy*, adaptando-a para o modelo de localização laboratorial. Esta foi testada em 6 zonas elementares pertencentes à FIOCRUZ, escolhidas previamente. As áreas que foram estudadas possuem características diferentes e foram sujeitas aos parâmetros de biossegurança, biosseguridade e planejamento urbano, no tocante à escolha do melhor lugar para locação do complexo laboratorial.

Constatou-se, ainda, que este modelo locacional testado pode ser utilizado na escolha do sítio para implantação de todos os tipos de laboratórios com risco biológico. Todavia, foi observado que as instalações com nível de biossegurança 1, 2 e 3 conseguem, através de artifícios da biossegurança – sejam estes antecâmaras, condicionadores de ar com filtragem e outros – alcançar mais facilmente o adequado funcionamento, porque as suas barreiras secundárias demandam menores exigências físicas. Em contrapartida, para se atingir o patamar de construção segura nos casos de ambientes de nível de biossegurança 3 “Plus” e de nível 4, é vital que se faça um estudo mais detalhado e controlado no que se refere à futura localização.

No confronto de dados das matrizes, a lógica consiste em que a classificação dos fatores de localização seja substituída por critérios de pesos, de maneira que o número de pontos atribuído a fatores mais relevantes seja sempre maior que a soma dos pontos de fatores menos relevantes. A inexistência de um fator crucial elimina a alternativa de localização.

Dentro dessa perspectiva, concluímos que a área da FIOCRUZ que atende a todos os requisitos relevantes para a implantação de um Complexo laboratorial NB3 Plus ou NB4, consiste no projeto 5, correspondente à área física de Jacarepaguá, no estado do Rio de Janeiro. Por outro lado, as outras localidades foram desqualificadas para o NB3 Plus e o NB4, por não conterem algum dos requisitos básicos para essa instalação.

É de se ver que a maioria destas áreas estudadas pode acolher laboratórios NB3. Atualmente, contudo, os estados de Minas Gerais e Amazonas não estarão aptos até o momento em que tiverem a sua mão de obra treinada para esse fim. Este é o único

impedimento constatado para essas duas regiões. Por conseguinte, fica patente que apenas os laboratórios NB1 e NB2 podem funcionar com segurança em todas as regiões.

Os laboratórios menos complexos podem minimizar os problemas de contenção biológica utilizando-se de barreiras secundárias no seu espaço físico, no sentido de confinar o risco. Todavia, para os ambientes denominados como 3 “plus” e 4, a problemática inicia-se desde a sua localização, porque o tipo de patógeno manipulado é extremamente letal e qualquer escape para o ambiente pode ser fatal. É, então, mister que, antes de sua implantação, proceda-se a uma análise minuciosa do local onde será construído. Pois, a lógica destes espaços é a de salvar vidas e não a de se transformar num fator antagônico, ou seja, numa “fábrica” de contaminação do ambiente e da população.

Isto posto, a aplicação das barreiras secundárias e das condicionantes locais melhoram o desempenho dos espaços destinados ao trabalho de pesquisa biológica em contenção. Promove a ação ou intervenção no espaço físico, propiciando a melhoria da qualidade e satisfação dos usuários. Permite, ainda, produzir informação sob a forma de banco de dados, de modo a gerar conhecimento sistematizado sobre o ambiente e suas relações com o ser humano, especialmente quando este é submetido a condicionantes particulares.

Aqui fica, pois, nossa contribuição para formação do conhecimento em arquitetura e engenharia. Este trabalho descortina um leque de possibilidades para outras pesquisas sobre o tema. De um lado, fornece importantes subsídios para profissionais da área de engenharia e arquitetura voltado à biossegurança e biosseguridade. Doutra parte, norteia outros projetos biomédicos afins, de forma a eliminar o imprevisto e facilitar novas construções e manutenções ulteriores.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, elaborou-se um estudo para identificação de sítios adequados para a implantação de um Complexo Laboratorial de nível de biossegurança 3 e 4. A finalidade foi a de encontrar a melhor localização para melhorar o desempenho dos espaços quanto ao controle de contaminação. Tomou-se como base o modelo matemático de Localização Industrial da COPPETEC – COSENZA, que é a versão Crispi da Lógica *fuzzy*. O modelo proposto foi adaptado para um modelo de localização laboratorial, observando-se os fatores determinantes de especificidade sob a ótica da biossegurança, da biosseguridade e do planejamento urbano.

Para a construção de um laboratório, sobretudo de NB3 ou NB4, há que se munir de responsabilidade com ética para efetuar um estudo minucioso da edificação, contemplando-se em projeto todos os parâmetros de biossegurança e biosseguridade. Neste caso, é fundamental a existência de barreiras de contenção (secundárias), as quais podem ser planejadas isolando-se a área de trabalho do acesso público e precedendo-as por antecâmaras, no intuito de submeter-se aos requisitos básicos de descontaminação. A partir desta iniciativa, pode-se avançar no processo construtivo, obedecendo-se às exigências necessárias e tendo em vista a concepção de um espaço que traduza a perfeita harmonia tripartite: preservação do meio ambiente, saúde do trabalhador e credibilidade no resultado das pesquisas.

A pesquisa considerou as diretrizes e normatização que regem estas construções sob o ponto de vista da biossegurança. Igualmente, foram interpretadas as normas existentes e confrontadas com os tipos de espaços em estudo, onde se partiu do plano teórico para o plano prático, tendo-se como resultado um produto, qual seja: a estrutura física e funcional de cada dependência e o estudo da localização ideal para os laboratórios.

Ficou evidente que os laboratórios onde serão manipulados patógenos de classe 4 de risco em biossegurança, que são letais, devem ser submetidos a um estudo relevante sobre o impacto da sua implantação. A localização é um fator determinante neste controle, para que o projeto que tem como alvo salvar vidas não resulte num empreendimento que se torne um pulverizador de contaminantes no meio ambiente.

Para tanto, foram identificadas as classes de riscos dos microorganismos manipulados nos laboratórios de pesquisa e, a partir deste estudo, foram analisados os

níveis de biossegurança adequados aos laboratórios. Para tal, procedeu-se à avaliação dos riscos de contaminação biológica, apresentaram-se as sugestões com o intuito de controlá-los nos laboratórios de pesquisa destinados a manipular microorganismos pertencentes à classe de risco 4 em biossegurança. É de se ver que, para um melhor embasamento do tema, também abordamos, em nosso trabalho, os microorganismos pertencentes às classes de risco 1, 2 e 3.

Foi constatado em estudos que, pelo fato de os Estados Unidos da América ser um país alvo potencial de bioterrorismo, possui áreas distribuídas estrategicamente, em seu território, como patrimônio de segurança nacional. Assim, esses laboratórios de NB3 e NB4 já são construídos considerando uma área de “cobertura de espaço geográfico” pré-estabelecida, deixando o país com possibilidades de prevenção de epidemias e defesa eficiente contra ataques terroristas. *An passant*, é importante lembrar que, mesmo naquele país, há muita polêmica com respeito ao tema. Enquanto em Massachussets algumas entidades discordaram veementemente da instalação desse tipo de laboratórios em áreas de grande densidade demográfica, a Universidade de Boston ainda luta para conseguir aprovação de construção de um NB4, por não haver um padrão definitivo a respeito.

De modo que, embora os estudos relativos à localização estejam em andamento em todo o mundo, ainda não se tem uma unanimidade a respeito destas questões. Cada país ou Estado tenta estabelecer seus critérios, segundo sua própria avaliação. Tendo como exemplo Lion, na França, onde foi construído um laboratório NB4 no centro urbano, próximo à uma área de colégios e de eventos públicos, o que causou muita controvérsia.

O modelo de localização laboratorial proposto nesta Tese, foi testado em 6 localidades distintas e sua eficiência foi comprovada. É importante frisar que este estudo em tela, visando a localização de laboratório para manipulação de microorganismos de classe de risco 4, traz uma proposta inovadora e pioneira no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, Marli B. M. de. “Biossegurança: Uma Visão da História da Ciência”. Revista de Bio Tecnologia: Ciência e Desenvolvimento. 18: 42-45, Gráfica São Francisco. Brasília, edição especial. jan./fev. 2001.
- ALKIRE, Sabina; BACH, Robert L.; CLARK, Michele Anne & CLARK, William C. Human Insecurity in a Global World. Harvard University . Cambridge. 2004.
- AMARAL, Francisco. “O Poder das Ciências Biomédicas: os direitos humanos como limite”. In: CARNEIRO, Fernanda. A Moralidade dos Atos Científicos: Questões emergentes da experiência dos Comitês de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos. Rio de Janeiro. editora FIOCRUZ, 1999.
- AMARAL, Maria Alice Z. do & CARVALHO, Paulo R. “Biossegurança nas Universidades”. In: VALLE, Silvio & TELLES, J.L.(Org.) Bioética, Biorrisco – Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro. ed. Interciência, 2003.
- AMERICAN BIOLOGICAL SAFETY ASSOCIATION - ABSA. “Why Does Brazil Need a Biosafety Level 4 Facility?.” In: RICHMOND, Jonathan Y. (Ed.) Anthology of Biosafety: V.BSL – 4 Laboratories. USA. editora TK Graphics, Arlington Heights , 2002.
- ANDRADE, A. F. B. ; CAMPOS-NETO, A. ; TELES, J. C. ; UZEDA, Milton ; ARAUJO, W. C. Microbiologia Médica. tradução. 13ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan S.A. 1980.
- ANGELI, Sergio. “Rainha da Poluição”. Folha do Meio Ambiente: Ecologia & Saúde, pp.21, c-2, abril de 2003.
- BAN, J. Agricultural biological warfare: An overview. Washington: Chemical and Biological Arms Control Institute. 2000.
- BEAUCHAMP, T.T.& CHILDRESS, J.F. Principles of Biomedical ethics. 4rd.ed. New York: Oxford University Press, 1994.
- BENEVOLO, Leonardo. História da Cidade. 3ª edição. 2ª reimpressão. São Paulo. editora Perspectiva S. A. 2003.
- BERRY, Brian Joe Loblely & GARRISON, W. L. “The Functional Bases of Central-Place Hierarchy”. In: MAYER, H. M. & Kohn, C. F., Readings in Urban Geograpy. University of Chicago Press, 1959.

- BERRY, Brian Joe Loblely & HORTON, F. E., Geographic Perspectives on Urban Systems, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1970.
- BETTO, Frei. “Crise da Modernidade e Espiritualidade”. In: ROITMAN, Ari. (Org.) O Desafio Ético. 2ª edição. Rio de Janeiro, Ed. Garamond. 2000.
- BOLICK, Dianna. Safety and Infection Control. Traduzido por CONSENDEY, Carlos Henrique como Segurança e Controle de Infecção. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores. 2000.
- BRADFORD, G. M. & KENT, W. A. Human Geography: Theories and their Applications. Traduzido pelo Departamento de Geografia e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa como Geografia Humana: Teorias e Suas Aplicações, Lisboa: Gradiva – Publicações Ltda, 1987.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Biossegurança em Laboratórios Biomédicos e de Microbiologia. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, Tradução, 2001.
- BRILHANTE, Ogenis Magno & CALDAS Luiz Querino de A. (Coords.). Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2004.
- BRITO, Lúcio Flávio de Magalhães & outros. Segurança no Ambiente Hospitalar. Brasília, Ministério da Saúde, 1995.
- BRYCE, Murray D. Políticas e Métodos de Desenvolvimento Industrial. tradução: RUY, Jungmann, Policies and Methods for Industrial Development; Rio de Janeiro/ São Paulo: Forense 1970.
- CAMPOS, Adriano da Silva. Apontamentos da apresentação da aula de Biossegurança em Laboratórios de Biotecnologia do curso de Mestrado de Bio-Manguinhos – FIOCRUZ. 2005.
- CASTIEL, David L. “Bioinsegurança e Ética em Saúde Coletiva”. In: VALLE, Silvio & TELLES, J. L.(Org.) Bioética, Biorrisco – Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2003.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENICION. Biosefaty in Microbiological and biomedical laboratories. Wahington: U.S. Governement Printing Office, 4 ed. 1999.
- CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e Caribe. Informe de la Reunión Consultiva Regional Latinoamericana sobre Tecnologias de Asentamientos

Humanos. UNAM – Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 1976.

CHRISTALLER, Walter. Die Zentralen Orte in Suddeutschland, traduzido por CARLISLE, W. Baskin como Central Places in Southern Germany, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1966.

CLARK, David. Urban Geography: An Introductory Guide. Traduzido por GERARDI, Lúcia H. O. & PINTAUDI, Silvana M. como Introdução à Geografia Urbana. 2<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S. A., 1991.

COMISSÃO TÉCNICA DE BIOSSEGURANÇA DA FIOCRUZ. Procedimentos para Manipulação de Microrganismos Patogênicos e/ou Recombinados na FIOCRUZ. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2006.219 p.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. [www.ctnbio.gov.br](http://www.ctnbio.gov.br). consulta realizada em 24/10/2005.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. Portaria 89-PR. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1995.

CONFALONIERI, Ulisses & outros. “Mudanças Globais e Grandes Empreendimentos”. In: I Seminário Nacional Saúde e Ambiente no Processo de Desenvolvimento. (2) p.p.35-62. Rio de Janeiro, julho 2000.

COSENZA, C. A. N. & (colaboradores) Lima, F. R., MALHEIRO, T. M. M., VIEIRA, L. E. V. PORTO, M.M. & JUNIOR, J. L. T. Localização Industrial: delineamento de uma metodologia para hierarquização das potencialidades regionais. Apostila da disciplina Localização Industrial para doutorado, Rio de Janeiro: COPPE - UFRJ. 1995.

COSTA, Marco Antônio F. da. “Segurança Química em Biotecnologia: Uma Abordagem Crítica”. In: VALLE, Silvio & TEIXEIRA, Pedro. (Org.) Biossegurança – Uma abordagem Multidisciplinar. 3<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002.

COSTA, S. I., OSELKA, G.& GARRAFA, V. (Org.) Iniciação à Bioética. Brasília. Conselho Federal de Medicina, 1998.

CROTTY, Mary. MNA endorses legislation and regulation of biosafety laboratories Disponível em: [http://www.massnurses.org/mass\\_nurse/PDFs/April05.pdf](http://www.massnurses.org/mass_nurse/PDFs/April05.pdf). Acesso em 06 de dezembro de 2006. pp.3.

DEGRAVE, Wim. “O Poder e as Responsabilidades do Conhecimento Científico”. In: CARNEIRO, Fernanda. A Moralidade dos Atos Científicos: Questões emergentes

da experiência dos Comitês de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos.  
Rio de Janeiro. Editora FIOCRUZ, 1999.

DURANT, G. A Bioética: natureza, princípios, objetivos. São Paulo: Paulus. 1995.

ENGELHARDT JR, Hugo Tristam. Fundamentos da Bioética. 2ª ed. São Paulo. Edições Loyola.1998.

FERNANDEZ, Elói. “A função Social da Ciência”. Jornal do Brasil, Opinião, p.9, c-2 .Rio de Janeiro, 21 de agosto de 1997,

FERREIRA, João A. “Resíduos Sólidos: Perspectivas Atuais”. In: SISINNO & OLIVEIRA (Org.). Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.

FINKELMAN, Jacobo. Caminhos da Saúde Pública no Brasil. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ/ OPAS/ OMS, 2002.

FRANKENA, W. K. Ética. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.

FREITAS, Carlos G. L. de & outros. Habitação e Meio Ambiente: Abordagem Integrada em Empreendimentos de Interesse Social. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2001.

FREITAS, Carlos Machado de, PORTO, Marcelo Firpo de Souza & MACHADO, Jorge Mesquita Huet (Orgs.). Acidentes Industriais Ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.

FRIIS, Robert H. & SELLERS, Thomas A. Epidemiology for Public Health Practice. Nova York: Aspen Publishers, 2ª edição, 2003.

GARRAFA, Volnei. “Bioética e Ciência – Até onde Avançar sem Agredir”. In: COSTA, S. I.; OSELKA, G.; GARRAFA, V. Iniciação à Bioética. Brasília. Conselho Federal de Medicina, 1998.

GARRAFA, V; KOTTOW, M & SAADA, A (Coords.). Estatuto Epistemológico de la Bioética. México, UNESCO / UNAM, 2005.

GARRAFA, V. “Verbetes: Bioética de Intervención; Imperialismo moral; Bioética y política”. In: Tealdi, JC (org.). Diccionario Latino-Americano de Bioética. Buenos Aires, 2006, impresso.

GIORDINO, Gandhi. “Poluição do ar”. In: MATHIAS, Marco A.(Org.) Curso Prático de Perícias e Auditorias de Engenharia Ambiental: Estudo de Impacto Ambiental. Rio de Janeiro. CREA-RJ/ ABENC – RJ, 2001.

- GOLDIM, J. R. "Bioética e Interdisciplinariedade". In: Educação, Subjetividade e Poder. 1997.
- GOMEZ, C. M. & outros. A Construção do Sócio – Ambiente Insustentável. In: I Seminário Nacional Saúde e Ambiente no Processo de Desenvolvimento. (2) p.p.111-126 .Rio de Janeiro, 2000.
- GORGULHO, Silvestre. "Os 10 mandamentos da sustentabilidade". Folha do Meio Ambiente: Gestão Ambiental, p.12, c-1, abril de 2003.
- GOUVÊA, Luiz Alberto. Biocidade: conceitos e critérios para um desenho ambiental urbano, em localidades de clima tropical de planalto, São Paulo, Nobel. 2002.
- GRIST, N. R. Laboratory Biosafety Manual. São Paulo, Livraria Santos Editora; 2<sup>o</sup> edição;1995.
- GUARESCHI, A. Pedrinho. Ética, Justiça e Direitos Humanos. In: Psicologia, Ética e Direitos Humanos. Comissão Nacional de Direitos Humanos do Conselho Federal de Psicologia. Brasília: Conselho Federal de Psicologia, 1998.
- GUERRANTE, Rafaela Di Sabato & Outros. "Transgênicos: a Difícil Relação entre a Ciência, a Sociedade e o Mercado" . In: VALLE & TELLES (org.) Bioética & Biorrisco: Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- HELENE, Paulo. Manual de Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini ;2<sup>a</sup> edição;1992.
- HOYOS, Jose G. O. El Significado de la Bioética las Organizaciones de la Salud. Cali. Editora da Universidad del Valle. 1994.
- HOYT, H., The Pattern of Movement of Residential Rental Neighbourhoods, in: Harold, M. Mayer & C. F. Kohn, Readings in urban Geography, Chicago: University of Chicago Press, 1959.
- HOOVER, Edgar. M., The Location of Economic Activity, New Cork: McGraw-Hill, 1948.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Números do IBGE. Revista Biø, n<sup>o</sup> 1, ano V, 1993.
- INSTITUT NATIONAL DE LA SANTÉ ET DE LA RECHERCHE MÉDICALE. Risques Biologiques. Paris, França. 1991.
- ISARD, Walter., Location and Space-Economy: a General Theory Relatin to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade and Urban Structure, Cambridge: Massachusset Inst Tech Press, 1956.

- Jornal O Globo. "Esgoto Transmite o Vírus de Superpneumonia". Opinião, O Mundo/ Ciência e Vida. p.22, c-4, 19 de abril de 2003.
- JURAN, J. M. A Qualidade desde o Projeto. Tradução: Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo. Pioneiras, 1992.
- KIPPER, D. J.& CLOTET, J. "Princípios da Beneficência e Não-Maleficência". In: COSTA, S. I.; OSELKA, G.; GARRAFA, V. Iniciação à Bioética. Brasília. Conselho Federal de Medicina, 1998.
- KOHLEN, A. S. Responding to the Threat of Agroterrorism: Specific Recommendations for the United States Department of Agriculture. Michigan, Harvard University, 2000.
- LACERDA, Paulo Roberto S. B. de. ISO 14000. <http://eng.pauloroberto.sites.uol.com.br/iso14.htm>. consulta realizada em dezembro de 2002.
- LIDA, Itiro. Ergonomia - Projeto e Produção. 3ª edição, São Paulo, Editora Edgard Blücher LTDA, 1995.
- LÖSCH, August., The Economics of Location, New Haven: Yale University Press, 2ª edição. 1978.
- LUCARINY, Carmem D. "Poluição da Água". In: MATHIAS, Marco A.(Org.) Curso Prático de Perícias e Auditorias de Engenharia Ambiental: Estudo de Impacto Ambiental. Rio de Janeiro. CREA-RJ/ ABENC – RJ, 2001.
- MAJERWICZ, Joel. "Biossegurança em Biotérios de Experimentação". In: VALLE, Silvio & TELLES, J.L.(Org.). Bioética, Biorrisco – Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2003.
- MANZAGOL, Claude. Lógica do Espaço Industrial; tradução: SAMPAIO, Silvia Selingardi. São Paulo: Difel, 1985.
- MENDONÇA-HAGLER, Lêda C. "Biodiversidade e Biossegurança". Revista de Bio Tecnologia: Ciência e Desenvolvimento. (18) pp.16-22, edição especial. jan./fev. 2001.
- MICHELIN, Lauro Carlos. Anatomia dos Edifícios Hospitalares. São Paulo, ed. CEDAS, 1992.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza & MIRANDA, Ary Carvalho de (Orgs.). Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós. Rio de Janeiro. ed. FIOCRUZ / ABRASCO, 2002.

- MUNOZ, D. R. & FORTES, P.A.C., "O Princípio da Autonomia e o Consentimento Livre e esclarecido". In COSTA, S. I.; OSELKA, G.; GARRAFA, V. Iniciação à Bioética. Brasília. Conselho Federal de Medicina, 1998.
- MURANYI-KOVACS, Ivan. Le risque chimique. Paris: Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, 1993.
- NIOSH/Control of Diseases Center. International Chemical Safety Cards. <http://www.cdc.gov/niosh/database.html>, consulta realizada em maio, 2000.
- NODARI, Rubens & Outros. "Manipulação de Plantas Transgênicas em Contenção". In: "Bioética & Biorrisco: Abordagem Transdisciplinar". VALLE & TELLES (org.). Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2003.
- NOGUEIRA, R. P. "Gestão da Qualidade e Biossegurança". In: TEIXEIRA, P. & VALLE, S. (org.). Biossegurança: Uma Abordagem Multidisciplinar. 2ª edição. Rio de Janeiro: ed. FIOCRUZ, 2002.
- O Globo on Line. Especialistas Britânicos dizem que Perigo de Armas Biológicas é Real. Agências Internacionais. Disponível em <http://oglobo.globo.com/online/ciencia/146593140.asp>. Acesso em 25/10/2004 - 13h42m. 1p.
- PACHECO JR, Waldemar. Qualidade na Segurança e Higiene do Trabalho. São Paulo, Atlas S.A., 1995.
- PAIXÃO, Rita L. Experimentação Animal: Razões e Emoções para uma Ética. Tese Doutorado, Escola Nacional de Saúde Pública/ FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, 2001.
- PECCINI, L. & BARCHIFONTAINE, C. P. "Bioética: do Princípio à Busca de uma Perspectiva Latino-Americana". In COSTA, S. I.; OSELKA, G.; GARRAFA, V. Iniciação à Bioética. Brasília. Conselho Federal de Medicina, 1998.
- PEGORARO, Olinto A. "O que é o Ser Humano?" In: CARNEIRO, Fernanda. A Moralidade dos Atos Científicos: Questões emergentes da experiência dos Comitês de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos. Rio de Janeiro. ed. FIOCRUZ, 1998.
- PEQUENO, Marconi Pimentel. Ética, Direitos Humanos e Cidadania. Disponível em: [www.dhnet.org.br/educar/pbunesco/II\\_01\\_Ética.html](http://www.dhnet.org.br/educar/pbunesco/II_01_Ética.html). Acesso em 06 de dezembro de 2002. pp.1-11.

- PEREIRA, Gislene de Fátima. Planejamento Urbano e Qualidade de Vida: como o espaço opera essa relação. Rio de Janeiro. UFRJ/IPPUR, Série Estudos e Debates; nº 25.1997.
- PERES, Frederico & MOREIRA, Josino Costa (Orgs.). É Veneno ou é Remédio? – agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: editora FIOCRUZ, 2003.
- PERROW, Charles. Normal accidents: living with high risk technologies. 2ª edição. Princeton University Press: Princeton, 1999.
- PESSOA, Maria Cristina T. R. “Estrutura e Organização no Laboratório”. In: MASTROENI, Marco Fábio. (Org.) Biossegurança Aplicada a Laboratórios e Serviços de Saúde. São Paulo. Ed. Atheneu, 2004.
- PESSOA, Maria Cristina T. R. A Qualidade do Projeto e sua Influência na Produção e Uso da Edificação: Estudo de Caso dos Laboratórios de Pesquisa Biomédicas da FIOCRUZ. Dissertação M. Sc., Mestrado em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- PESSOA, Maria Cristina T. R. & LAPA, Renata. O projeto e sua Influência em Biossegurança de Biotérios. In: 8º Congresso Brasileiro e 4º Congresso Internacional de Pesquisa em Animal de Experimentação. Revista de Patologia Tropical. Gráfica e Editora Vieira. Goiás, 31(2): 12, jul./dez. 2002.
- PESSOA, Maria Cristina T. R.; CIRROTA, Paulo; LAPA, Renata; LOPES, Fernanda; PORTO, Maria Maia; SALGADO, Mônica. Experimental Biortery Laboratory: the Challenge of Environmental Comfort. Plea 2003 – The 20<sup>th</sup> Conference on Passive and Low Energy Architecture, paper A-7\_BR64, Santiago-Chile, 9-12 novembro de 2003.
- PESSOA, Maria Cristina T. R. & LAPA, Renata. “Bioinstalações”. In: VALLE, Silvio & TELLES, J.L.(Org.) Bioética, Biorrisco – Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2003.
- PINTO, Claudia A. L. A Aplicação de Sistema Geográfico de Informação na Análise de Localização Industrial Intramunicipal com base em Fatores Sócio-econômicos – Estudo de Caso os municípios de Resende e Itaipava, Dissertação M. Sc, Engenharia de Produção, Escola Politécnica. USP. São Paulo 1997.
- POTTER, V. R. Bioethics, the science of survival. Perspectives in biology and medicine. (14)pp.127,1970.
- PREFEITURA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Manual para Elaboração de Projetos de Edifícios de Saúde na Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro,

- IBAM/CPU, PCRJ/SMU, 1996.
- REASON, James T. Human Error. New York: Cambridge University press., 1990.
- REASON, James T. & HOOBS, Alan. Managing Maintenance Error: A Practical Guide. Nova York. Ashgate Pub Ltd., 2003.
- REASON, James T. Managing the Risks of Organizational Accidents. Aldershot: Ashgate, 1997.
- REICH, W. T. Encyclopedia of Bioethics. New York: Free Press-Macmillan, 1978.
- REZENDE, Joffre M. de. Caminhos da Medicina: Juramento de Hipócrates <http://usuarios.cultura.com.br/jmrezende/orkos.htm> . Acesso às 17:15 em 21/09/2005 .
- RIBEIRO, Demétrio. “Criatividade Arquitetônica e Subdesenvolvimento”. In revista CJ Arquitetura (9) p.p. 10 -14, 1975.
- RICHTER, Hildegard Bromberg & outros. Normas de Construção e Instalação do Hospital Geral. Brasília, Ministério da Saúde; 1974.
- ROY, D. La biomédecine aujourd’hui et l’homme de demain. Point de départ et direction de la bioéthique. Le Suplement. 1979.
- ROSS, J. Timothy. Engineering Applications. Copyright, 1995.
- SALGADO, M.S. Racionalização da Construção: caminhos para a habitação popular no Município do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, FAU:UFRJ, 1992.
- SANTOS, I., K.S.& TANURI, A. “Doenças Emergentes, Biossegurança e Desenvolvimento Sustentável”. In: TEIXEIRA, P.& VALLE, S. (org.). Biossegurança: Uma Abordagem Multidisciplinar. 3ª edição Rio de Janeiro: editora FIOCRUZ, 2002.
- SANTOS, Milton. Economia Espacial: Críticas e Alternativas. São Paulo. EDUSP. 2003.
- SANTOS, Milton. Da Sociedade à Paisagem: O significado do espaço Humano. Secretaria de Economia e Planejamento. São Paulo. mimeo, abril/1978.
- SANTOS, Patrícia M. dos & SOUZA JR., Manoel T. “Desenvolvimento de Plantas Transgênicas”. In: VALLE & TELLES (org.) Bioética & Biorrisco: Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2003.

- SATO, TIEDJE, HAGLER, DÖBEREINER & SANCHES. Progress i Microbial Ecology. 7<sup>th</sup> International Simposium on Microbial Ecology. Santos. Ed. Sociedade Brasileira de Microbiologia. 1997.
- SCHATZMAYR, H.G. “Brasil diante das Doenças Emergentes e Reemergentes: Realidades e Perspectivas”. In: O Livro da profecia: Brasil no Terceiro Milênio, volume 1, pp. 303-312. Brasília :Coleção Senado, 1997.
- SCHATZMAYR, H.G. A Biossegurança nas Infecções de Origem Viral. Revista de Bio Tecnologia: Ciência e Desenvolvimento. (18) p.p.12-15. edição especial. jan./fev. 2001.
- SCHRAMM, Fermin R. “Bioética e Biossegurança”. In: CARNEIRO, Fernanda. (org.).Iniciação à Bioética. Brasília: Conselho Federal de Medicina,1998.
- SCHRAMM, Fermin R. “As Diferentes Abordagens da Bioética”. In: PALACIOS, M. & outros. (org.). Ética, Ciência e Saúde: desafios da bioética. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2001.
- SEGRE, M. “Definição de Bioética e sua relação com a Ética, Deontologia e Diceologia”. In: SEGRE, M., COHEN, C., (Org.). Bioética. São Paulo: EDUSP, 1995.
- SILVA, Armando Correa da. Espaço fora do Lugar. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Hucitec, 1988.
- SILVA, Fernando Augusto Belcorso da. Modelo para Localização Geográfica de Indústrias baseadas em Regras Difusas. Dissertação M. Sc, Engenharia de Produção, Escola Politécnica. USP. São Paulo 2001.
- SILVA, Franceline H. A. Lima e. “Equipamentos de Contenção”. In: VALLE, Silvio & TEIXEIRA, Pedro. (Org.). Biossegurança – Uma abordagem Multidisciplinar. 3<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002.
- SISINNO, Cristina L. S. “Resíduos Sólidos e Saúde Pública”. In: SISINNO & OLIVEIRA (Org.). Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.
- SISINNO, Cristina L. S. & OLIVEIRA, Rosália M. de. “Impacto Ambiental dos Grandes Depósitos de Resíduos Urbanos e Industriais”. In: SISINNO & OLIVEIRA (Org.). Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.
- SOARES, Marisa da S. & outros. Enfrentamento de Doenças Transmissíveis de Origem Sócio-Ambiental: Prevenção de Impasses pelo Diálogo entre Disciplinas,

- Setores e Sujeitos. In: I Seminário Nacional Saúde e Ambiente no Processo de Desenvolvimento. (2) p.p.101-110.Rio de Janeiro. Editora FIOCRUZ, 2000.
- SOUZA, Ana Lúcia Rocha, BARROS, Mercia Maria Bottura & MELHADO, Silvio Burrattino. Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Implantação no Processo Tradicional e em Processos Inovadores. São Paulo, (texto técnico / Escola Politécnica da USP); EPUSP;1993.
- STARLING, Paulo B. Jr. “Dimensões Psicossociais do acidente com Material Biológico”. In: VALLE, Silvio & TELLES, J.L.(Org.) Bioética, Biorrisco – Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2003.
- STARLING, Paulo B. Jr. Biossegurança e AIDS: As Dimensões Psicossociais do Acidente com Material Biológico Hospitalar, Dissertação de MSc., Mestrado em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP/ FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, 2000.
- TEIXEIRA, Eleny Guimarães. Infecção Latente por Tuberculose entre estudantes de medicina no Estado do Rio de Janeiro. Dissertação M. Sc., Mestrado do Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- TEIXEIRA, Pedro & VALLE, Silvio. “Riscos Biológicos em Laboratórios”. In: VALLE, Silvio & TELLES, J.L.(Org.). Bioética, Biorrisco – Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2003.
- TELLES,J.L. “Bioética, Biotecnologia e Biossegurança: Desafios para o século XXI”. In: VALLE, Silvio & TELLES, J.L. (Org.) Bioética, Biorrisco – Abordagem Transdisciplinar. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2003.
- The Belmont Report: Ethical Guidelines for the Protection of Human Subjects. Washington: DHEW Publications (OS), 1978.
- The Ohio State University. Institutional Laboratory Biosafety Manual. Ohio State University, 2003.
- TORREIRA, Raúl Peragallo. Segurança Industrial e Saúde. São Paulo: Ministério de Ciência e Tecnologia – Produções Gráficas, 1997.
- UJVARI, S.C. A História e suas Epidemias: A Convivência do Homem com os Microorganismos. Rio de Janeiro: Editora Senac Rio/ Senac São Paulo. 2003.
- VALLE, Silvio, Riscos: Prevenindo para Controlar. Folha Qualifique, Rio de Janeiro, edit. Control Lab, [www.controllab.com.br](http://www.controllab.com.br) , p.2, 3 e 4. Jul/agost/set/2005,
- VALLE, Silvio. Regulamentação da Biossegurança em Biotecnologia. Rio de Janeiro,

Editora Fiocruz, 1996.

VARELLA, Marcelo D., FONTES, Eliana & ROCHA, Fernando G. Da. Biossegurança & Biodiversidade: Contexto Científico e Regulamentar. Belo Horizonte: Del Rey, 1999.

VARGAS, Milton. Metodología de Pesquisa Tecnológica. Ed. Globo: Rio de Janeiro, 1985.

VIEIRA, Valeria M., LAPA, Renata, PESSOA, Maria Cristina T. R.; MACHADO, Jorge M. H., MIRANDA, Carlos Roberto de T., SALGADO, Mônica S. Avaliação de Desempenho de Laboratórios Biomédicos Sob a Ótica da Biossegurança. In: Anais do Seminário Internacional do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo – Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade. São Paulo: NUTAU, 2004.

VIEIRA, V. M ; LAPA, R. C. C.; PESSOA, M. C. T. R; MÜLLER, C. A, MIRANDA, C. R. T. Requisitos para área física e instalações conforme o nível de biossegurança. Mimeo apresentado ao grupo revisor do manual sobre Procedimentos para a manipulação de microorganismos patogênicos e/ou recombinantes na FIOCRUZ. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2004.

WEBER, A., Theory of the Location of Industries, tradução de C. J. Friedrich, Chicago: University of Chicago Press, 1929.

WILHEIM, Jorge. Cidades: O Substantivo e o Adjetivo. 3ª edição. São Paulo. editora Perspectiva S. A. 2003.

WILSON, T. M.; L. LOGAN-HENFREY, R. Weller & KELLMAN, B. “Agroterrorism, biological crimes, and biological warfare targeting animal agriculture”. In: BROWN, C. & BOLIN, C. (Org.), Emerging Diseases of Animals. ASM Press, Washington, D.C. 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Groups at Risk: WHO report on the Tuberculosis Epidemia. Genebra: WHO. Geneve. Switzerland, 1996.

WHO (World Health Organization). Manual of Basic Techniques for a Health Laboratory.Genebra: WHO, 2ª ed., Genebra, 2003.

WHO. Laboratory biosafety manual. Genebra: WHO, 3ª ed., Genebra, 2004.

**ANEXOS**

**Anexo 1 - Resumo dos requisitos para área física e instalações de laboratórios  
conforme o Nível de Biossegurança (NB1 a NB4)**

<b>Requisito</b>	<b>NB1</b>	<b>NB2</b>	<b>NB3</b>	<b>NB4</b>
Sinalização com símbolo de risco biológico	R	O	O	O
Laboratório separado de passagens públicas	R	O	O	O
Laboratório isolado	-	-	R	O
Laboratório com acesso - restrito - controlado	R	O	R	O
Área para armazenar jalecos e EPIs de uso exclusivo no Laboratório de Biossegurança	-	R	O	O
Lavatório para mãos próximo à entrada/saída do laboratório	O	O	O	O
Torneira com acionamento sem o uso das mãos	-	R	O	O
Ventilação mecânica, sem recirculação do ar para outras áreas	-	R	O	O
Laboratório sem janelas ou janelas vedadas	R	R	O	O
Filtro HEPA nas saídas de ar	-	-	R*	O
Pressão negativa	-	-	O	O
Antecâmara - com lavatório e local para jalecos - dotada de portas com intertravamento - com chuveiro - pressurizada com chuveiro	- - - -	R* - - -	R* O R* -	- O - O
Paredes, tetos e piso lisos, impermeáveis e resistentes à desinfecção	R	O	O	O
Tratamento de efluentes	-	-	R*	O
Sistema de geração de emergência de energia elétrica	-	R*	O	O
Selagem/vedação de frestas nas paredes, tetos, piso e demais superfícies	-	-	O	O
Cabine de Segurança Biológica (CSB)	-	R**	O	O
Autoclave -próxima ao laboratório -no laboratório -dupla porta	O - -	O - -	O R R	- O O

**Legenda:** R – Recomendável, O – Obrigatório, Filtro HEPA: retém partículas  $\geq 0,3\mu\text{m}$ .

\*A adoção de barreiras adicionais, tais como antecâmaras, chuveiros, tratamento (descontaminação) de efluentes e filtros HEPA na exaustão do ar deverá ser determinada pela avaliação de risco biológico e possíveis impactos no entorno.

A avaliação de risco deve preceder a determinação dos níveis de biossegurança e medidas de contenção a serem adotadas, considerando, além do perigo potencial do agente, as atividades do laboratório e as condicionantes locais.

A concepção de ambientes laboratoriais deve ter por princípio a facilidade de limpeza, descontaminação e manutenção.

\*\*Obrigatória nos casos em que há potencial geração de aerossóis.

**Anexo 2 - Resumo dos requisitos para área física e instalações de biotério de experimentação conforme o Nível de Biossegurança Animal (NBA1 a NBA4)**

<b>Requisitos</b>	<b>NBA1</b>	<b>NBA2</b>	<b>NBA3</b>	<b>NBA4</b>
Sinalização com símbolo de risco biológico	O	O	O	O
Biotério separado de passagens públicas	O	O	O	O
Biotério isolado	-	-	R	O
Lavatório para mãos próximo à entrada/saída da sala de animais	O	O	O*	-
Lavatório para mãos próximo à entrada/saída da sala de procedimentos	O	O	O	-
Torneira com acionamento sem o uso das mãos	-	R	O	-
Ventilação mecânica, sem recirculação do ar para outras áreas	O	O	O	O
Filtro HEPA nas saídas de ar	-	-	O*	O
Pressão negativa na sala de animais	R	R	O	O
Portas de entrada e de saída das salas de animais com intertravamento	R	R	O	O
Paredes, portas, tetos e piso lisos, impermeáveis e resistentes à desinfecção	O	O	O	O
Antecâmara de acesso ao biotério	R	O	O	-
- com lavatório e local para jalecos	-	-	O	O
- dotada de portas com intertravamento	-	-	R*	O
- pressurizada com chuveiro e vestiário	R	O	O	O
- para equipamentos	-	R	O	O
Separação física dos corredores de acesso às salas de animais	-	R	O	O
Tratamento de efluentes	-	-	O	O
Selagem/vedação de frestas nas paredes, tetos, pisos e demais superfícies	-	R	O	O
Cabine de Segurança Biológica (CSB) na sala de procedimentos	-	R	O	O
Autoclave	R	O	O	O
-no biotério	-	R	O	O
-dupla porta				
Área destinada ao processo descontaminação-lavagem-preparo-esterilização	R	O	O	O

Legenda: R – Recomendável, O – Obrigatório, Filtro HEPA: retém partículas  $\geq 0,3\mu\text{m}$ .

\*A avaliação de risco deve preceder à determinação dos níveis de biossegurança e medidas de contenção a serem adotadas, considerando, além da espécie animal, o risco potencial do agente, as atividades do biotério e as condicionantes locais.

A opção por estantes ventiladas constitui-se em barreira adicional e não pressupõe a substituição das medidas de contenção requeridas pelos níveis de biossegurança animal correspondentes.

As condições de ventilação e refrigeração do ar devem considerar as trocas necessárias, a fim de se evitar a concentração de agentes perigosos no ambiente. Para o trabalho com animais invertebrados os procedimentos e as instalações deverão ser estabelecidos de acordo com o agente patogênico e a espécie, demandando medidas de contenção compatíveis com os níveis de biossegurança correspondentes.

**Anexo 3 - Resumo dos requisitos para área física e instalações de insetário de experimentação conforme o Nível de Biossegurança Animal (NBA 1 a NBA4)**

Este subitem abarca as características físicas dos Insetários de acordo com os níveis I, II, III e IV em biossegurança. Esse quadro a posterior foi baseado no juízo tanto da The American Committee of Medical Entomology of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene, como também da Comissão de Biossegurança da FIOCRUZ. Estas trabalharam nas definições sobre as características físicas dos Insetários em relação ao nível de biossegurança dos Artrópodes.

<b>Requisitos</b>	<b>NBA1</b>	<b>NBA2</b>	<b>NBA3</b>	<b>NBA4</b>
Sinalização com símbolo de risco biológico	O	O	O	O
Insetário separado de passagens públicas	O	O	O	O
Insetário isolado	R	O	O	O
Lavatório para mãos próximo à entrada/saída da sala de animais com prevenção de refluxo.	O	O	O*	-
Lavatório para mãos próximo à entrada/saída da sala de procedimentos com prevenção de refluxo.	O	O	O	-
Torneira com acionamento sem o uso das mãos com prevenção de refluxo	-	R	O	-
Janelas vedadas	R	O	-	-
Superfícies claras que facilitem a visualização de insetos	R	O	O	O
Pé direito baixo	R	O	O	O
Mínimo de móveis e equipamentos, afastados das paredes	O	O	O	O
Sistema de geração de emergência de energia elétrica	-	R	O	O
Armadilha Luminosa / aspiradores mecânicos	O	O	O	O
Cortina de ar	-	O	O	O
Ventilação mecânica, sem recirculação do ar para outras áreas com proteção – telas tipo mosquiteiro em difusores e grelhas e controle da temperatura e umidade.	O	O	O	O
Filtro HEPA nas saídas de ar	-	-	O*	O
Pressão negativa na sala de animais e de manipulação	R	R	O	O
Ausência de ralos	R	O	O	O
Portas de entrada e de saída das salas de animais e sala de manipulação com intertravamento.	R	O	O	O
Paredes, portas, tetos e piso lisos, impermeáveis e resistentes à desinfecção.	O	O	O	O
Antecâmara de acesso ao Insetário	R	O	O	-
- com lavatório e local para jalecos - EPI	O	O	O	O
- dotada de portas com intertravamento	-	R*	R*	O
- pressurizada com chuveiro e vestiário				

Requisitos	NBA1	NBA2	NBA3	NBA4
Tratamento de efluentes	-	-	O	O
elagem/vedação – de frestas nas portas, paredes, tetos, pisos e demais superfícies, inclusive grelhas, difusores e filtros de ar.	O	O	O	O
Cabine de Segurança Biológica (CSB) na sala de procedimentos	-	R	O	O
Autoclave				
-no Insetário	R	O	O	O
-dupla porta	-	R	R	O
Cabine de Segurança Biológica (CSB) na sala de procedimentos	-	R**	O	O
Área destinada ao processo descontaminação-higienização-preparo-esterilização	R	O	O	O

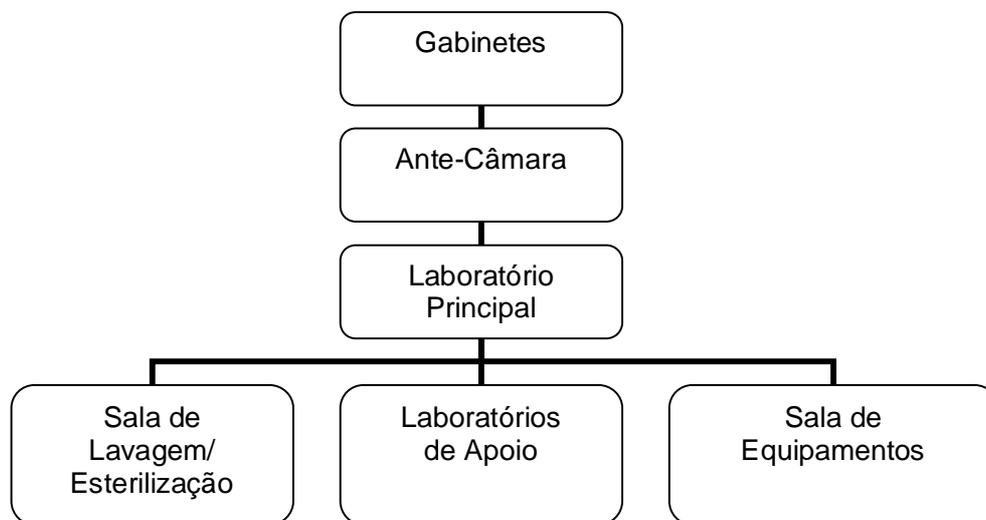
**Legenda: R – Recomendável; O – Obrigatório; Filtro HEPA: retém partículas  $\geq$  0,3 $\mu$ m.**

\*A avaliação de risco deve preceder à determinação dos níveis de biossegurança e medidas de contenção a serem adotadas, considerando, além da espécie animal, o risco potencial do agente, as atividades do biotério e as condicionantes locais.

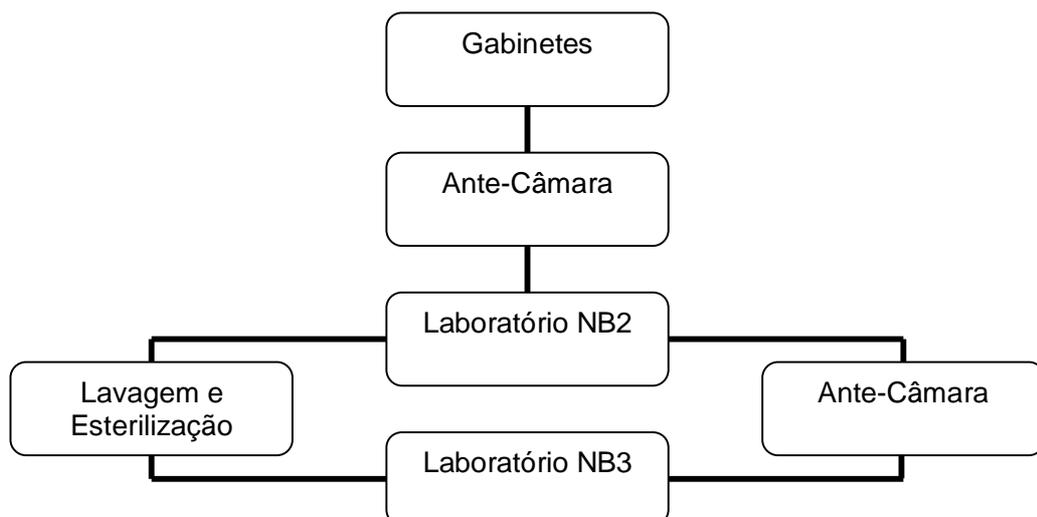
#### Anexo 4 – Estrutura e Função dos Espaços Físicos de Laboratórios

Serão mostradas a seguir as características arquitetônicas laboratoriais e de biotérios que auxiliam no combate à contaminação por microorganismos patogênicos e na racionalização do uso dos espaços, dos equipamentos e de pessoal:

##### ⇒ Estrutura de um Laboratório Básico e NB2:



##### ⇒ Estrutura para um Laboratório de Biocontenção NB3:



## ⇒ **Função de Cada Dependência do Laboratório:**

### ➤ **Gabinetes**

Os gabinetes devem ser localizados em área contígua ao laboratório para evitar que visitantes, representantes comerciais e/ou outros circulem dentro da área laboratorial, que deve ser restrita aos pesquisadores.

Essa providência não permite que pessoas estranhas ao recinto, por desconhecer o processo de trabalho se contaminem com os microorganismos existentes no local e/ou introduzam contaminação externa ao laboratório podendo assim, contaminar a própria pesquisa.

Outro aspecto importante, é que os papéis e os computadores para anotações das avaliações não permaneçam em área de trabalho. Isto colabora para que tanto no envio de documentos como no seu manuseio, não ajude a disseminar os microorganismos.

### ➤ **Ante-Câmaras**

É uma área de transição onde as pessoas se preparam para entrar e/ou sair do laboratório. Neste ambiente se faz uma descontaminação prévia e estão situados os jalecos, a pia para lavagem das mãos e, quando necessário, o chuveiro de emergência.

### ➤ **Laboratório Principal**

O Laboratório Principal concentra as bancadas de trabalho de rotinas laboratoriais. Cada bancada pertence a um determinado departamento e fica próxima aos laboratórios e salas de apoio que têm relação com o seu trabalho diário.

Portanto, optou-se por se elaborar um layout com um laboratório central que permanece de forma adjacente a toda sua infra-estrutura de serviço. Essa concepção de projeto evita a duplicação de pessoal, equipamentos e serviços.

A partir deste cenário averigua-se que o fluxo de trabalho fica adequado, pois contribui para a concentração dos serviços afins. Essa característica de construção facilita a elaboração do trabalho já que os caminhos percorridos, na execução das tarefas, são mais curtos e sem cruzamento por áreas com possibilidades de contaminação.

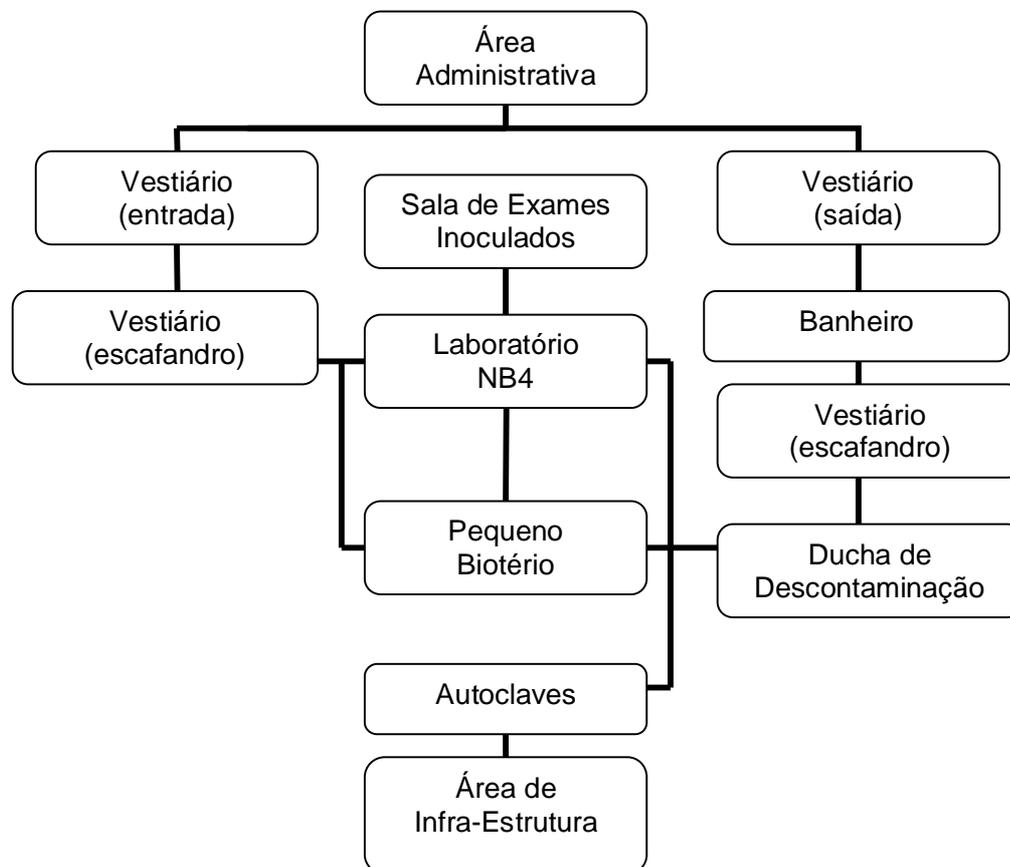
### ➤ **Laboratórios e Salas de Apoio**

Os Laboratórios e as Salas de Apoio têm o papel de concentrar as atividades afins de maneira adequada e evita a repetição de salas com mesmas características de

trabalho. O intuito é de impedir duplicidade de ambientes de mesma função trazendo benefícios financeiros e de fluxos de trabalho.

Com essa nova visão, os serviços de mesmas características, mas pertencentes a departamentos distintos, são elaborados em ambientes contíguos. Dessa forma, treina-se o funcionário responsável para que o mesmo se especialize no ofício que irá executar e com isso se ganha na qualidade do serviço. Igualmente, os equipamentos ficam localizados no mesmo recinto dando margem que várias pessoas trabalhem simultaneamente e ao mesmo tempo diminuindo a ociosidade do aparelhamento.

⇒ **Estrutura de um Complexo de Biocontação NB3 PLUS e NB4:**



Fica patente que no caso de se seguir à linha da racionalização dos espaços abrange-se uma gama de melhoramentos seja com a otimização no investimento com pessoal, na aquisição de equipamentos, na obtenção de qualidade dos serviços e no controle aos riscos.

No caso de biotérios de experimentação de animais de pequeno porte, existe uma especificidade nesse setor. De modo que para se manter o animal sem comprometimento de seu estado de infecção, o ambiente deve ser projetado seguindo-se dos critérios pré-estabelecidos a seguir. Igualmente, nos casos que se necessite trabalhar também com animais silvestres, a estrutura é a mesma, porém, deve ser projetada de forma independente das demais.

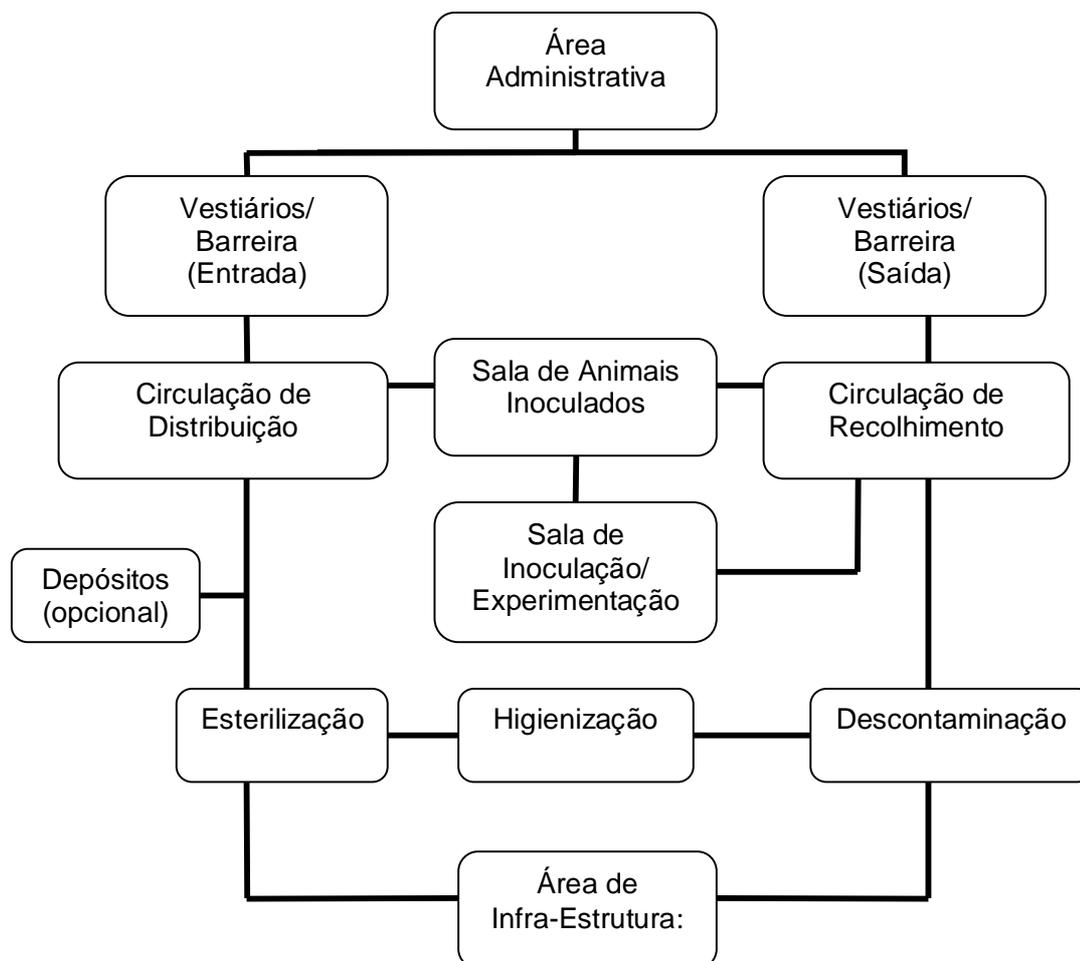
Os Biotérios também devem permanecer com seu funcionamento sem problemas referentes à ocupação dos espaços e fluxos de trabalho. Assim, não provocam nos animais doenças que deprecia a credibilidade do resultado de pesquisas. Os animais devem permanecer separados e com tratamento especial no ar condicionado. Outrossim, o biotério de criação e o biotério de experimentação devem ser projetados em dois espaços totalmente independentes.

No projeto de grandes biotérios, deve ser previsto um prédio para dar suporte a alguns serviços como os equipamentos de ar condicionado, os setores de manutenção e de outros pequenos serviços.

### Anexo 5 – Estrutura e Função das Dependências de um Biotério de Experimentação:

No caso de biotérios de experimentação as suas dependências possuem particularidades que devem ser imperiosamente consideradas para contribuir favoravelmente no controle de contaminação. A primeira exigência é que essas instalações se localizem no prédio em área separada das demais. É importante frisar que para a construção deste tipo de empreendimento, cada projeto tem uma solução única mesmo que as diretrizes sejam totalmente seguidas, pois a localização, o microorganismo manipulado, as espécies animais e outras tantas variáveis é que influenciam no produto final.

#### ⇒ Estrutura de um Biotério de Experimentação



São várias as dependências que compõem um biotério de experimentação, conforme se observa na estrutura física desenhada – Estrutura de um biotério de experimentação. Nesta estrutura são consideradas, num plano ideal, todos os ambientes necessários ao andamento dos trabalhos. Porém, em ambientes onde a área física não comporta este nível de setorização, recomenda-se que o projeto seja rigorosamente fundamentado no conceito de biossegurança, estabelecendo-se compensações através das técnicas/procedimentos e utilização de equipamentos de proteção.

O biotério necessita estar isolado de outros laboratórios, com seu fluxo interno obedecendo a um sentido unidirecional em função da seqüência das atividades. O funcionamento adequado está associado à verificação de outros aspectos como, por exemplo, projetar em suas dependências a quantidade mínima de acessos ou aberturas externas. Contudo, recomenda-se a previsão pelo menos três entradas diferenciadas para cada atividade, ou seja, uma para ingresso de pessoal, outra para animais e por último, outra de serviço - para equipamentos, alimentos, maravalha, vidraria, etc.

Essa estrutura física apresentada contempla as acomodações apropriadas para o fim a que o espaço se destina e foi elaborada como tentativa de elucidar a distribuição das áreas do biotério de experimentação, mostrando as dependências que orientam para o adequado funcionamento.

⇒ **Programa de Necessidades de um Biotério:**

A sua estrutura física funcional pode ser resumida, enumerando-se os setores básicos para o funcionamento adequado. Esta é dividida em duas áreas distintas, sendo uma a administrativa e a outra, a de infra-estrutura, quais sejam:

- **Área Administrativa**
  - 1) Recepção com entrada restritiva
  - 2) Chefia
  - 3) Copa
  - 4) Banheiros
  - 5) Almoxarifado
- **Área Animais/ Vestiários**
  - 6) Vestários/ Barreira
  - 7) Circulações com controle de contaminação
  - 8) Sala dos Animais
  - 9) Salas para Inoculação – Experimentação
- **Área de Infra-Estrutura**
  - 10) Descontaminação/ Lavagem / Esterilização
  - 11) Depósito de Resíduos

- 12) Depósito de Materiais
- 13) Depósito para Estoque de Ração
- 14) Depósito para Estoque de Maravalha
- 15) Câmara Fria (nos casos de usos de hortifrutigranjeiros)
- 16) Quarentena
- 17) Laboratório de Controle de qualidade
- 18) Ante-Câmara para passagem de Equipamentos
- 19) Espaços Técnicos
- 20) Área Complementar destinada para equipamentos de ar condicionado e outras infra-estruturas
- 21) Área Complementar

#### ⇒ **Função de Cada Dependência de um Biotério de Experimentação**

A sua estrutura física funcional de um biotério de experimentação pode ser resumida nesses vinte itens enumerados os setores que se sugere para o funcionamento adequado de um biotério de experimentação. O biotério é dividido em três áreas distintas, sendo uma administrativa, uma de animais/vestiários e outra, de infra-estrutura. A seguir, será feita uma descrição sucinta das funções de cada uma das áreas, partindo-se da premissa de uma instalação NBA 2. Cabe ressaltar que nos casos de instalações que exijam nível mais elevado de biossegurança, devem ser consideradas barreiras secundárias adicionais, embora a lógica da estrutura de funcionamento de biotérios contemple os elementos necessários e suficientes para o projeto de arquitetura.

#### ➤ **Área Administrativa**

A função da área administrativa é de controlar a entrada do biotério e, portanto, deve ser localizada em área antecedente às salas de animais.

- 1) Recepção - é uma área que tem o propósito de restringir a entrada de pessoas estranhas ao local. Assim, impede-se que pessoas entrem no local inadvertidamente e levem contaminação externa para os animais. Esse procedimento ainda evita que pessoas se contaminem e/ou saiam contaminadas e disseminem o microorganismo pelo meio ambiente, ou, ainda, que possam transmitir a doença para outros indivíduos e animais externos ao recinto. Ali os pesquisadores e técnicos programam o uso da sala de experimentação com antecedência.
- 2) Gabinetes – contém o gabinete do bioterista chefe, a sala de técnicos e do veterinário.
- 3) Copa – é importante que exista um local específico para a equipe, evitando-se que a alimentação seja feita em dependências inapropriadas.
- 4) Banheiros – deve haver banheiros independentes dos vestiários com a finalidade

de atender à área administrativa.

- 5) Almoxarifado – para armazenar materiais relativos à administração.

➤ **Área Animais/ Vestiários**

- 6) Vestiários /Barreira - é uma área de transição onde as pessoas se preparam para entrar e/ou sair do biotério. Este ambiente é traduzido como a principal barreira física para as pessoas, porque é o local de assepsia dos técnicos e pesquisadores antes de entrarem e uma descontaminação prévia antes de saírem. É uma forma de se garantir que qualquer patógeno “doméstico” seja introduzido por pessoas ou que os presentes no ambiente de pesquisa fiquem retidos nas barreiras citadas, minimizando, assim, a possibilidade de se difundirem no ambiente externo.

- 7) Circulações com controle de contaminação – a que antecede a sala de animais designa-se de circulação de distribuição e é uma área estéril que recebe pessoal, alimentos e utensílios depois de procedimentos de esterilização e higienização prévia. Por outro lado, a circulação que se situa após a sala de animais é a de recolhimento. Esta última é uma área contaminada, pois coleta todos os dejetos e cruzam objetos e pessoas que saem da sala de animais, antes de uma desinfecção. Então, de forma geral, pode-se afirmar que as circulações internas servem para praticar a distribuição dos alimentos e recolhimento dos rejeitos.

- 8) Salas de Animais - acomodam os animais de experimentação, onde é feita a manutenção diária dos mesmos. É indispensável que nestes ambientes se conservem separados os animais tanto por espécie como por tipo de doença. Se não for possível acontecer essa separação, devem ser introduzidos microisoladores ou estantes ventiladas para evitar interferências no resultado das pesquisas. São salas que devem ter controladas a temperatura, a umidade, a renovação e filtração do ar de forma a manter os animais em ambiente adequado.

- 9) Salas de Procedimentos - é o ambiente onde são realizados os procedimentos de pesquisa com os animais, devendo prever a instalação de equipamento de proteção coletiva apropriado, tal como CSB.

➤ **Área de Infra-Estrutura**

As Salas de Infra-Estrutura têm o papel de concentrar as atividades de serviços de recebimento de animais, produtos e equipamentos, armazenamento, descontaminação, higienização e esterilização. Excluindo a quarentena, a descontaminação e a esterilização, que são áreas controladas, as demais áreas não necessitam que o

condicionamento de ar seja especial.

10) Descontaminação/ Higienização / Esterilização:

10.1 – A descontaminação se faz entre a circulação de recolhimento e a sala de higienização através de barreiras sanitárias, que auxiliam na descontaminação dos rejeitos, dejetos e utensílios através de autoclaves, guichê de passagem e tanque de imersão.

10.2 – A higienização é praticada em ambiente situado entre as barreiras sanitárias pertencentes à área de descontaminação e à área de esterilização. Ali se faz a limpeza geral. O processo de trabalho é realizado da seguinte maneira: primeiro recebe-se o material utilizado pelos animais já descontaminado, remove-se todos os detritos, lava-se os objetos, prepara-se todo o material para ser esterilizado e, por fim, completa-se este ciclo de limpeza/esterilização, com o retorno para as salas dos animais. Os alimentos e utensílios que chegam direto do fornecedor são lavados, preparados e esterilizados antes de abastecer os animais. A passagem para o corredor de distribuição é feita através das barreiras sanitárias para esterilização como autoclaves, guichê de passagem e tanque de imersão.

10.3 – A esterilização é realizada entre a sala de higienização e a circulação de distribuição por meio de barreiras sanitárias - autoclaves, guichê de passagem e tanque de imersão, que ajudam na esterilização dos alimentos e utensílios necessários para a alimentação e manutenção dos animais.

11) Banheiros- para o pessoal que trabalha na higienização.

12) Depósito de Resíduos – os excrementos, as carcaças, órgãos, tecidos e outros rejeitos procedentes das atividades de experimentação animal. Devem ser acondicionados em área protegida de vetores, com refrigeradores/congeladores para conservar e acomodar todos os rejeitos, nos casos em que houver a impossibilidade de uma imediata descontaminação. Esta sala deve ficar contígua à área de descontaminação e à circulação de distribuição.

13) Depósito de Materiais – estocam-se gaiolas, mamadeiras, detergentes e outros instrumentos para uso e reposição.

14) Sala de Ração – estoque de ração.

15) Sala de Maravalha – para estoque de maravalha.

16) Câmara Fria - nos casos de uso de hortifrutigranjeiros.

17) Laboratório de Controle de Qualidade - tem como objetivo fazer uma avaliação

periódica do animal para observar o estado dos que chegam na quarentena ou os que estão alojados no próprio biotério. É uma área onde se verifica e monitora o estado físico dos animais.

18) Recepção/Quarentena - serve para receber e acomodar animais provenientes de outros biotérios ou diretamente advindos do meio ambiente. Após testes de avaliação, os sadios estarão aptos a serem introduzidos e unidos aos demais existentes nas salas de animais do biotério.

19) Antecâmara para Passagem de Equipamentos – essas instalações são singulares porque os equipamentos que irão para manutenção devem passar por uma antecâmara para descontaminação química antes de sair do biotério. Também recomenda-se a provisão de uma antecâmara na área adjacente à entrada para inclusão de equipamentos novos ou reformados.

20) Espaços Técnicos – aberturas locadas entre pavimentos com a finalidade de facilitar o acesso à manutenção, de acomodar caixas d'água e diversos equipamentos como, por exemplo, máquinas de ar condicionado. Também pode auxiliar o encaminhamento de instalações complementares, sejam as elétricas, as de força, as hidro-sanitárias, entre outros.

21) Área Complementar – trata-se de prédio anexo para alocar equipamentos e outras infra-estruturas necessárias aos biotérios de grande porte. Neste caso, deve ser previsto um prédio para dar suporte a alguns serviços como o de comportar, principalmente, os equipamentos de ar condicionado e setores de manutenção e de outros pequenos serviços.

No biotério de experimentação o fluxo de trabalho deve ser rigorosamente obedecido e o sistema do ar condicionado deve ter um tratamento especial de forma a deixar a área contaminada estanque em relação às demais áreas. Os animais devem permanecer separados fisicamente por tipo de doenças e por diferenças de espécies. Mesmo nos casos onde serão colocadas estantes especiais, as condições de ventilação e refrigeração do ar devem considerar as trocas necessárias a fim de se evitar a concentração de agentes perigosos no ambiente e de se obter a temperatura de conforto animal. A preocupação com o bem estar animal ocorre, em plano destacado, por questões éticas. Outrossim, o descontrole de contaminação, nesses ambientes, pode afetar a credibilidade do resultado das pesquisas quando os animais adquirirem doenças adicionais indesejáveis.

## **Anexo 6 - Estrutura e Função das Dependências de um Insetário para Experimentação:**

O insetário de vetores -infectados ou não, têm características distintas de um biotério de animais. Tem o papel de alojar esses insetos vetores com intuito de se elaborar pesquisas direcionadas ao combate e controle das doenças - endêmicas ou epidêmicas. Os insetos para se desenvolverem precisam que suas instalações espelhem o seu habitat natural, ou seja, que estas reproduzam os parâmetros ambientais físicos adequados às espécies. Assim, cada tipo de inseto deve ser estudado especificamente para que se obtenha sucesso de forma a mantê-los vivos e na reprodução das colônias em cativeiro.

São muitas as doenças advindas de insetos e podemos exemplificar algumas já controladas como o tifo e as emergentes como a doença de chagas, a malária, as leishmanioses e algumas reemergentes como a dengue. A descontinuidade de programas de prevenção, a eficiência relativa dos inseticidas e a falta de conhecimento sobre os insetos, contribuem para conservação e/ou o retorno de infecções periódicas transmitidas por insetos vetores. Assim, torna-se mister a existência de insetários infectados com instalações adequadas, para se pesquisar os vetores e se travar um intenso combate às doenças.

### **⇒ Parâmetros para construção de um Insetário:**

Os cuidados com as doenças advindas de insetos vetores se dão desde muitos anos e, cada vez mais, os pesquisadores têm se empenhado no seu controle. Segundo estudos elaborados por inúmeros pesquisadores, não se sabe ao certo, qual o exato motivo que auxilia este artrópode, a ter tamanho sucesso em sua evolução. A dificuldade em extingui-los ocorre devido às suas principais características como a sua capacidade de voar, propiciando assim, uma dispersão significativa. Outro aspecto é o fato de serem animais pequenos e, portanto, possibilita-lhes ocupar micro-habitats que são inacessíveis a outras espécies. Outra particularidade relevante é que o ciclo de vida do inseto é curto, porém têm o poder de se multiplicar com rapidez, desde que se encontrem em condições favoráveis. Ratificando o supracitado, alude-se a um casal de insetos do tipo coleópteros, a capacidade de produzir uma quantidade de descendentes equivalente ao volume total da terra, em aproximadamente 432 dias. Neste caso, para se fazer o controle dos insetos somos dependentes das espécies predadoras.

Face aos dados atuais que apresentam números alarmantes sobre a propagação da malária, muito esforço se tem feito para reduzir esse quadro. Apesar do exaustivo empenho de autoridades e pesquisadores, as informações repassadas pela Organização Mundial de Saúde mostram que todos os anos surgem pelo menos 300 milhões de casos agudos de malária, ocasionando quase um milhão de mortes. Porém, quantitativos atualizados fornecidos pela revista "Nature" manifestam que os valores reais dos doentes podem ser o dobro do computado. Algumas tentativas se prenderam à pesquisa com o desígnio de descobrir novos inseticidas, para pulverizar as áreas contaminadas pelo mosquito, visando substituir os inseticidas, que os animais já adquiriram resistência, depois do uso intensivo.

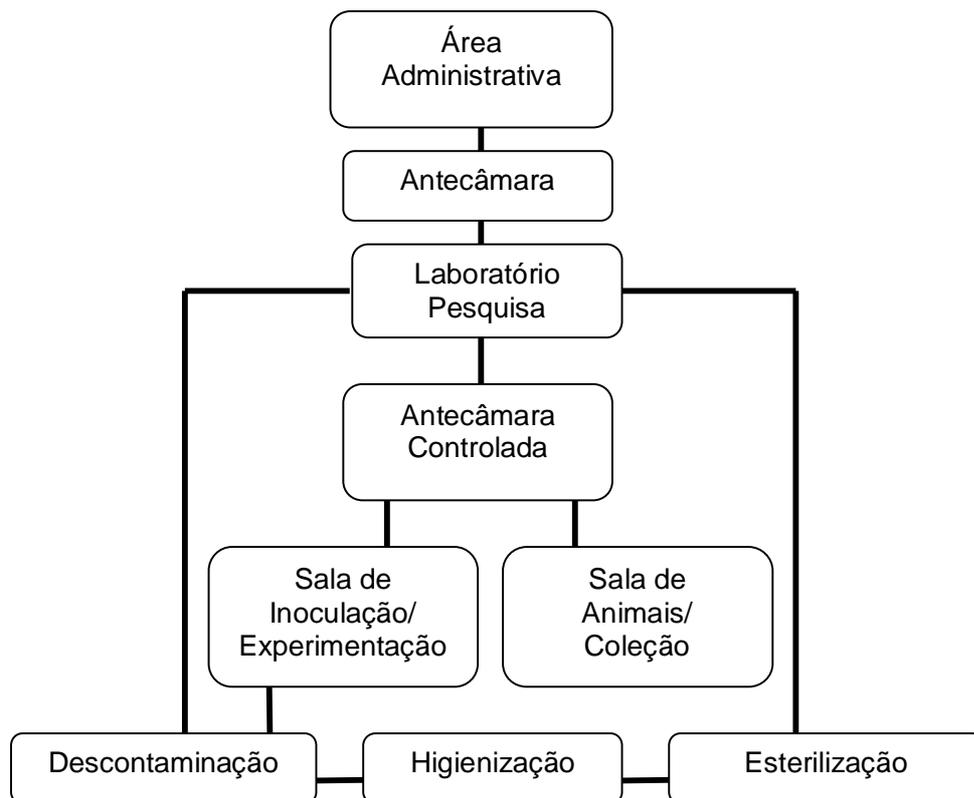
Como visto anteriormente, os artrópodes são vetores de uma extensa lista de enfermidades, de modo, que se tornou um problema de saúde pública. Essa afirmativa fica clara quando fazemos alusão aos mosquitos que são responsáveis por disseminarem doenças como a leishmaniose, a dengue, a malária e a febre amarela ou às pulgas que coadunadas aos roedores transmitem a peste bubônica. Os barbeiros são os vetores da Doença de Chagas e até mesmo os piolhos respondem pela *Rickettsia*.

O desafio do projetista é aliar as condições adequadas para a manutenção e/ou proliferação dos insetos dependendo da necessidade da pesquisa, aos pré-requisitos fundamentais de biossegurança. O que determina a produção de um espaço seguro. Um dos itens principais para isso, é o de impedir a fuga dos insetos para evitar a contaminação externa, assim como a do ambiente de trabalho. Isto porque, nestas instalações, os animais podem ser inoculados com microorganismos pertencentes a qualquer das quatro classes de risco ou com materiais potencialmente contaminados com esses microorganismos. Neste sentido, é imperativo que, o inseto seja conservado em local apropriado, seguindo o nível de biossegurança inerente ao risco que à atividade apresente perante o ambiente.

Para se evitar o escape destes insetos as instalações devem ser totalmente estanques. Como primeira iniciativa, deve-se fazer uso de telas para lacrar todas as aberturas que o ambiente contenha. Isto deve ocorrer tanto na captação como na exaustão do ar condicionado - difusores e grelhas, bem como nas vedações de portas. Janelas devem ser evitadas, porém nos casos imprescindíveis, também devem possuir telas.

É necessário que se coloque uma antecâmara na entrada dos insetários com o fluxo de ar direcionado, mesmo nos casos em que se manipulam patógenos de menor risco, ou seja, de risco 1 em biossegurança. Este modo de precaução procede, pois no caso de fuga de algum inseto, existe ainda esta barreira impeditiva. Para melhor compreensão de um insetário elaborou-se a figura 6 como desenho ilustrativo.

⇒ **Estrutura de um Insetário de Experimentação:**



⇒ **O Programa de Necessidades de Insetário de Experimentação:**

Estão enumerados a seguir as dependências básicas necessárias para o funcionamento de um insetário.

➤ **Área Administrativa**

- 1) Secretaria
- 2) Chefia
- 3) Gabinetes
- 4) Copa
- 5) Banheiros
- 6) Almoxarifado
- 7) Depósito

➤ **Área de Laboratórios e Animais**

- 8) Laboratório de Pesquisa com antecâmara
- 9) Antecâmara do Insetário
- 10) Salas de Inoculação / Experimentação
- 11) Salas de Animais
- 12) Descontaminação / Higienização / Esterilização

⇒ **Função das Dependências de um Insetário de Experimentação:**

➤ **Área Administrativa**

A área administrativa antecede a área de laboratório porque tem o papel de impedir a entrada de estranhos ao ambiente e é onde se realizam as questões administrativas.

- 1) Secretaria – permanece toda a parte burocrática necessária para funcionamento do departamento ou laboratório.
- 2) Chefia – permanece o gabinete do pesquisador chefe
- 3) Gabinetes – refere-se a sala dos técnicos, estagiários e pesquisadores.
- 4) Copa – apropriada para evitar que a alimentação seja feita em áreas inadequadas.
- 5) Banheiros – para atender a área administrativa e todo pessoal envolvido em pesquisa.
- 6) Almoxarifado – para armazenar material referente à administração.
- 7) Depósito – para guardar material de reposição relativo à pesquisa.

➤ **Área de Laboratórios e Animais**

A área de laboratório e de Animais é o local onde se concentram os trabalhos de pesquisa propriamente dito e que devem ser projetados após verificados os fluxos de trabalho necessários de acordo com os procedimentos de cada pesquisa para que sejam alcançados o nível de trabalho que propicie à eficiência .

- 8) Laboratório de Pesquisa com Antecâmara

Área de transição onde as pessoas se preparam para entrar e/ou sair do laboratório. Neste ambiente estão situados os jalecos, a pia para lavagem das mãos e outros utensílios destinados à higienização / descontaminação.

O Laboratório concentra as bancadas de trabalho de rotinas laboratoriais e é projetado de acordo com o nível de segurança que deve atingir, considerando o patógeno presente no ambiente.

#### 9) Antecâmara do Insetário

Esta antecâmara tem o papel de garantir de maneira compulsória a estanqueidade das salas adjacentes e separa o insetário do laboratório. A abertura das portas se dá, sempre, no sentido das salas dos animais. Quando a umidade relativa for alta as esquadrias deverão ser executadas em material resistente a esta condição.

#### 10) Salas de Inoculação / Experimentação

Para não disseminar a contaminação e racionalizar o fluxo de trabalho é preciso que a sala de inoculação / experimentação permaneça contígua ou próxima à sala de animais. Isto porque é, nesta sala, que se manipulam os patógenos.

#### 11) Salas de Animais

Alocam os animais e é neste recinto que é feita a manutenção com vistas a controlar a temperatura, a umidade, a renovação e filtragem do ar. Assim, se mantêm os animais em ambiente seguro, tanto no que diz respeito a contaminação cruzada, como às condições particulares construtivas. Os insetos devem permanecer acondicionados e destacados por tipo de patógeno e por espécie.

#### 12) Descontaminação / Higienização / Esterilização

Esta área é de infra-estrutura e respondem pelas atividades de descontaminação, higienização e esterilização de todo o departamento ou, se for o caso, do laboratório.

### Anexo 7- Principais Materiais para Áreas Biomédicas:

Os revestimentos empregados em laboratórios, biotérios e insetários de experimentação devem ser especificados seguindo os requisitos de biossegurança, considerando-se, então, os níveis de risco biológico.

#### ⇒ Relação de Materiais para Áreas Biomédicas considerando o nível de Biossegurança – NB e nível de Biossegurança Animal – NBA:

Tipo	Discriminação	Local
Estrutura das Paredes/Painéis		
	<i>Tijolo cerâmico</i> <i>Concreto celular</i> <i>Gesso Acartonado</i>	<i>NB/NBA -1, 2,3</i>
Revestimento - Paredes/Painéis		
	<i>Pintura Acrílica</i>	<i>NB/NBA -1,2</i>
	<i>Pintura Epóxica</i>	<i>NB/NBA - 3</i>
Estrutura do Teto		
	<i>Gesso Acartonado</i> <i>Laje de concreto</i> <i>Laje pré-moldada</i>	<i>NB/NBA -1, 2,3</i>
Revestimento - Teto		
	<i>Pintura Acrílica</i>	<i>NB/NBA -1,2</i>
	<i>Pintura Epóxica</i>	<i>NB/NBA -3</i>
Estrutura - Piso		
	<i>Laje de concreto</i> <i>Laje pré-moldada</i> <i>Concreto celular</i>	<i>NB/NBA -1, 2,3</i>
Revestimento - Piso		
	<i>Alta Resistência *</i>	<i>NB/NBA -1, 2,3</i>
	<i>Manta Vinílica</i>	<i>NB -1, 2,3</i>
	<i>Resina Epóxica</i>	<i>NB - 3</i>
Revestimento - Porta		
	<i>Pintura a óleo</i> <i>Laminado melamínico</i> <i>Alumínio</i>	<i>NB/NBA -1, 2,3</i>
	<i>Aço Inoxidável</i>	<i>NB/NBA - 3</i>
Revestimento - Janela		
	<i>Madeira com Pintura a óleo</i> <i>Alumínio anodizado ou natural/vidro sempre com a proteção de telas tipo mosquiteiro c/ malha inferior a 1mm.</i>	<i>NB/NBA -1,2</i>

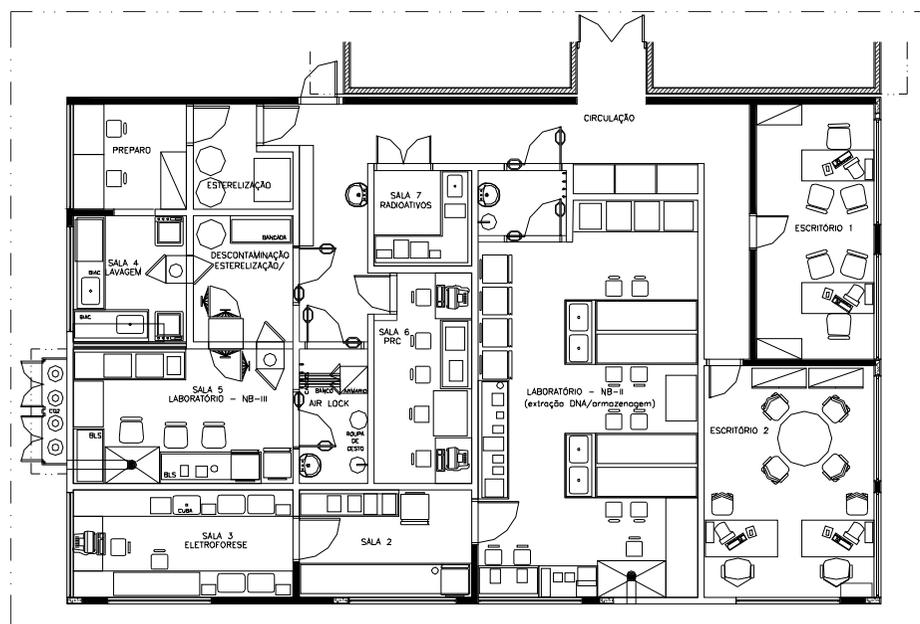
Tipo	Discriminação	Local
Revestimento - Visores		
	Alumínio anodizado ou natural/ vidro simples	NB/NBA -1,2
	Alumínio anodizado ou natural/vidro duplo – vedação das frestas com silicone	NB/NBA -3

**Fonte: Pesquisa direta**

OBS. O piso de *Alta Resistência* \* não é adequado para ser utilizado na sala de insetos vivos, pois a sua pigmentação dificulta a visualização do inseto em caso de fuga. É importante que estes ambientes sejam claros e sem pigmentação para dar maior visibilidade. Desta forma, deve-se indicar materiais que facilitem a limpeza, a manutenção e outros aspectos que demandam para esse tipo de construção como, por exemplo, a utilização de produtos químicos e condições térmicas específicas.

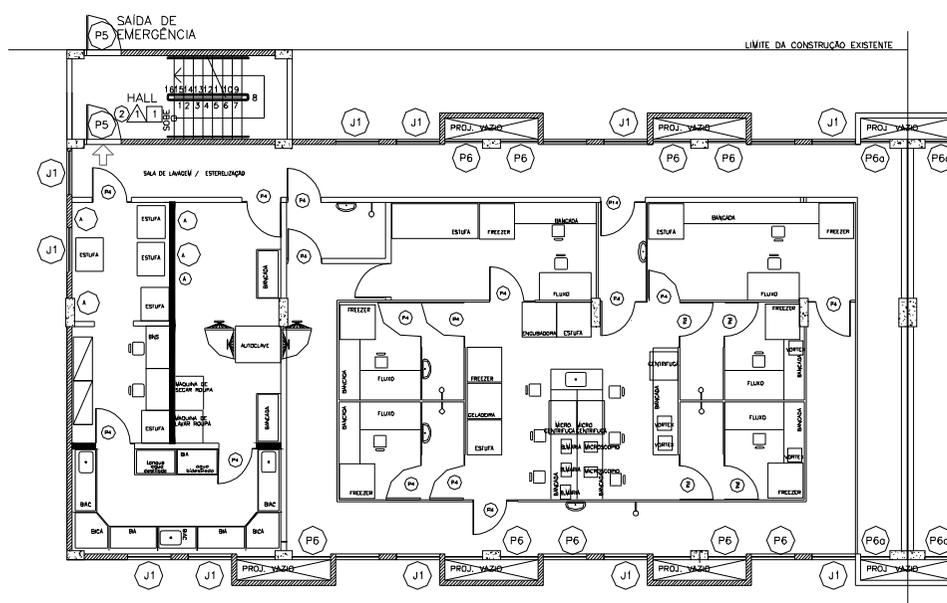
Na escolha de materiais exige-se que se faça anteriormente uma pesquisa sobre o desempenho destes, para garantir que a construção alcance um padrão satisfatório de qualidade. Isto porque o material ajuda a controlar a condição asséptica e, de tal modo, o ambiente torna-se mais seguro no que diz respeito à contaminação dos pesquisadores, do meio ambiente e até mesmo protege a contaminação entre pesquisas. Destarte, para sustentar a qualidade do empreendimento estamos apresentando uma lista de materiais com a intenção de haver uma padronização que atenda os laboratórios, os biotérios e os insetários de forma a não se incorrer em escolhas impróprias.

**Anexo 8- Projeto de Laboratórios de Nível de Biossegurança 2 e 3 – NB2 e NB3  
com Laboratórios de Apoio:**



1 PLANTA BAIXA  
SEM ESCALA

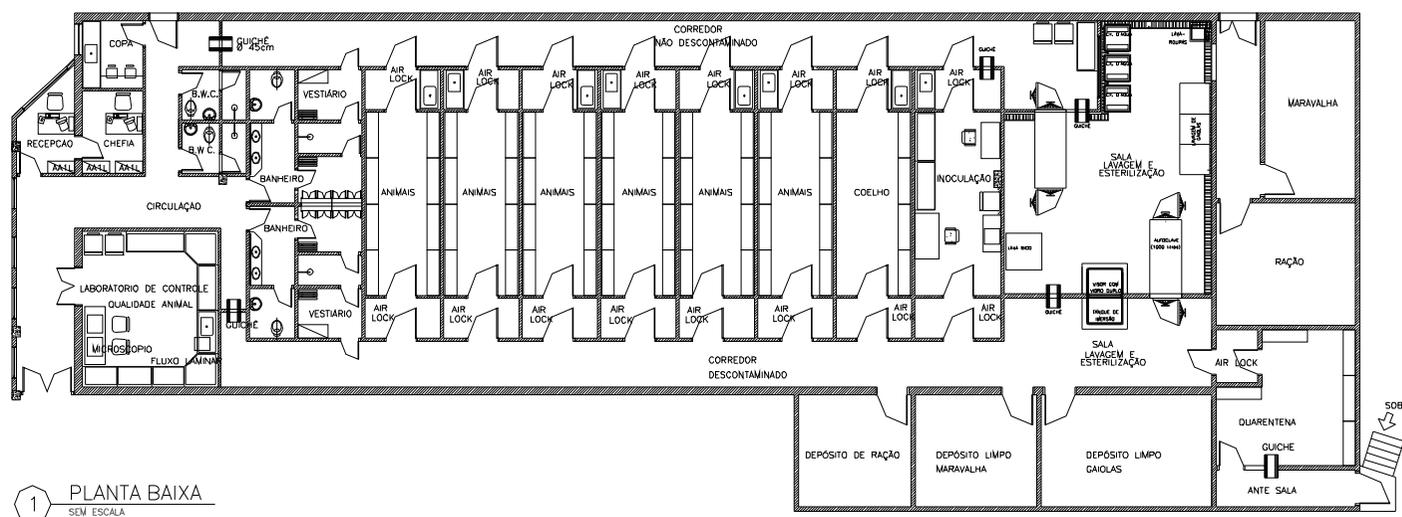
**Anexo 9- Projeto de Laboratórios de Nível de Biossegurança 3 Plus – NB3 Plus  
com Sala de Lavagem e Esterilização:**



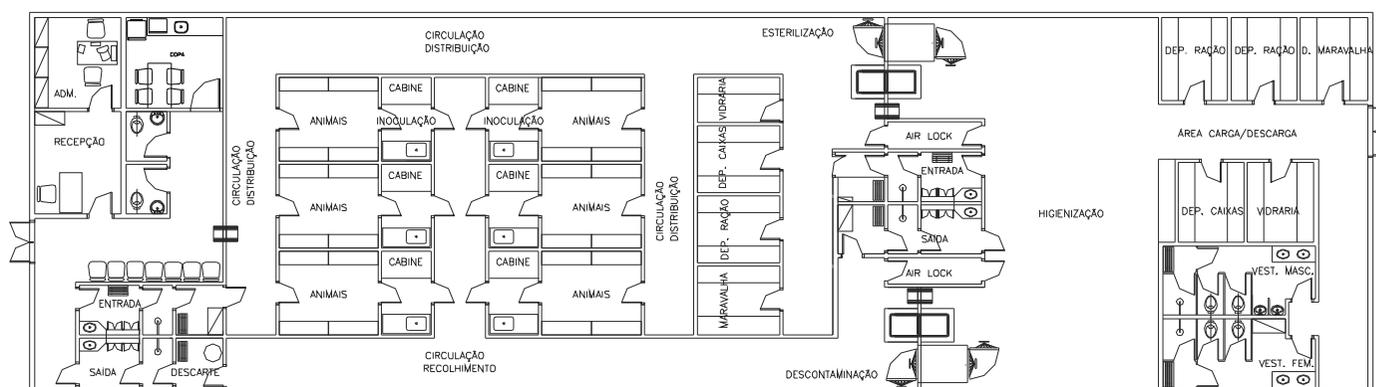
1 PLANTA BAIXA – 1º PAVIMENTO  
ESCALA 1/100

## Anexo 10- Projeto de Biotério de Nível de Biossegurança 2 e 3 – NBA2 e NBA3

### Modelo 1:

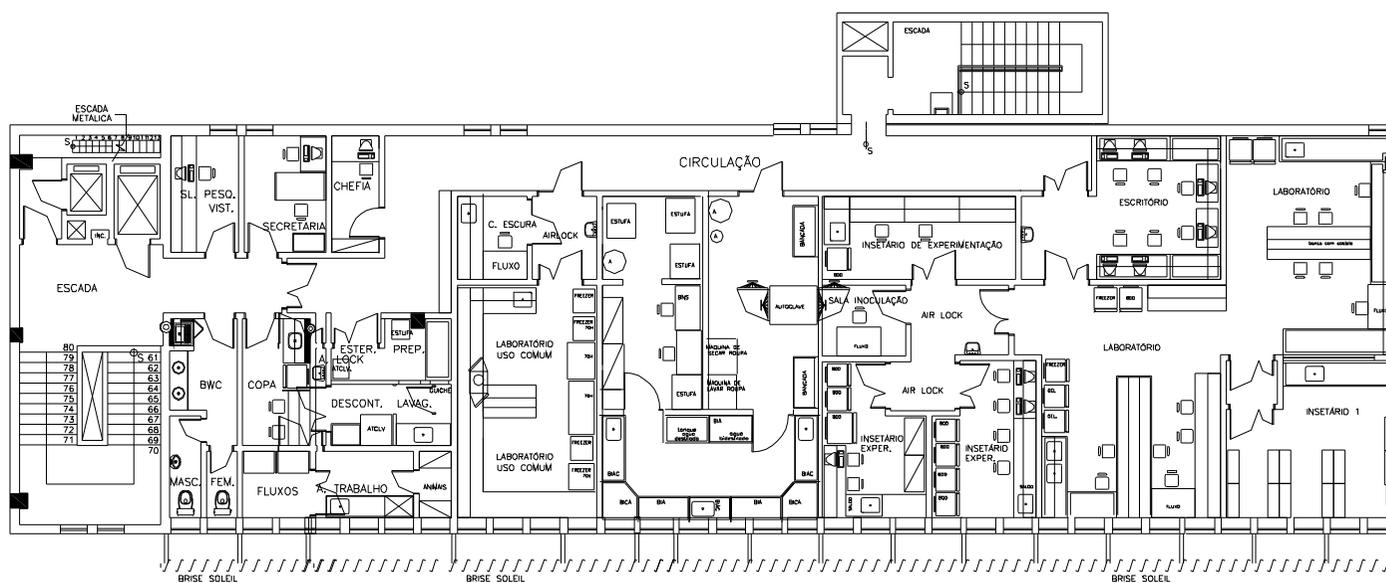


1 PLANTA BAIXA  
SEM ESCALA

**Anexo 11- Projeto de Biotério de Nível de Biossegurança 2 e 3 – NBA2 e NBA3****Modelo 2:**

1 PLANTA BAIXA  
SEM ESCALA

**Anexo 12- Projeto de Insetário de Nível de Biossegurança 2 – NB2  
e Laboratórios e Salas de Apoio:**



Anexo 13- Projeto de Enfermarias NB3 e Ambulatórios Médicos

