

**Estrutura Física e Ambiente de Roedores e Lagomorfos
do Guia Brasileiro de Criação e Utilização de Animais
para Atividades de Ensino e Pesquisa Científica**

CONCEA

2014

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. INSTALAÇÕES.....	3
2.1. LOCALIZAÇÃO.....	4
2.2. AMBIENTES FÍSICOS.....	4
2.2.1. ÁREAS DE APOIO:.....	5
2.2.2. ÁREAS DE SERVIÇO.....	6
2.2.3. DEPÓSITOS.....	9
2.2.4. BARREIRAS SANITÁRIAS E DE CONTENÇÃO.....	10
2.2.5. DETALHES CONSTRUTIVOS.....	10
2.2.6. AMBIENTE DE BIOTÉRIOS.....	15
2.2.7. ALOJAMENTO.....	23

ESTRUTURA FÍSICA E AMBIENTE DE BIOTÉRIOS

1. INTRODUÇÃO

As instalações, as condições de alojamento e o ambiente em que se encontram os animais são elementos essenciais para limitar as variações fisiológicas que podem alterar a sua saúde, seu bem estar, bem como não interferir nas pesquisas, no desenvolvimento tecnológico e no ensino, além de propiciar a segurança das pessoas envolvidas.

Dependendo da abrangência das atividades e dos objetivos institucionais, da espécie animal e do número de animais que serão alojados, o projeto do biotério e suas necessidades particulares devem ser claramente analisados. É benéfico pensar em um projeto flexível, de fácil adaptação e se possível com vistas a expansões futuras.

2. INSTALAÇÕES

As instalações requerem áreas separadas para funções específicas, salas e equipamentos especializados e ambientes controlados.

Apesar de diferentes necessidades e muitas soluções alternativas de concepção, há orientações específicas que devem ser consideradas no projeto.

Um projeto de biotério funcional e eficiente deverá, no momento de sua concepção, considerar também a natureza dos procedimentos que serão insta

As instalações básicas de um biotério compreendem

- Área administrativa;
- Área de recepção de animais / quarentena;
- Área de depósitos para: insumos, materiais limpos, equipamentos, rejeitos entre outros;
- Área de higienização;
- Salas de animais;
- Vestiários;
- Sala de procedimentos;

- Eutanásia;
- Áreas de serviços;

Para biotérios experimentais, em função da complexidade dos ensaios neles realizados, áreas adicionais poderão ser necessárias, tais como:

- Cirurgia e cuidado intensivo (UTI),
- Preparação de dietas especiais,
- Irradiação e coleta de imagens;
- Tratamento clínico e laboratório de análises entre outros;
- Sala de isolamento nos casos de uso de material biológico ou químico ou físico que apresentem riscos;
- Barreiras adicionais nos casos de animais geneticamente modificados, raros ou mesmo insubstituíveis;
- Área para estocagem de cama e ração especiais,
- Área específica para suprimentos biológicos e farmacêuticos;
- Área para estocagem de produto biológico contaminado;

2.1. Localização

A área destinada à construção de um biotério é extremamente importante. Em razão dos aspectos técnicos, as instalações deverão, sempre que possível, estarem localizadas em áreas com reduzido trânsito de veículos e pessoas.

A escolha do local deverá levar em consideração o fácil acesso favorecendo a entrega de materiais, insumos e equipamentos, bem como a remoção dos resíduos gerados no biotério.

Preferencialmente, o biotério deverá ser edificado distante de fontes poluentes, de vibrações e de laboratórios que manipulem agentes patogênicos.

2.2. Ambientes físicos

O layout das instalações físicas, das barreiras sanitárias e de contenção a serem adotadas em um biotério, deverão minimizar a ocorrência de infecções e promover o bem estar animal, além de favorecer a operacionalização da unidade. Diferentes espaços são necessários, conforme descrito abaixo:

2.2.1. Áreas de apoio:

2.2.1.1. Administrativo

Destina-se à gestão técnica-administrativa do biotério e compreende a sala de coordenação, secretaria, sala de convívio para os funcionários, sanitários, arquivos, almoxarifado de material de expediente, lavanderia e vestiários, e, sempre que possível, local para reuniões, aulas e treinamento das equipes.

É recomendável que todas as pessoas que acessem ou saiam das instalações o façam por uma área de recepção. O fluxo de pessoal deverá se feito, sempre que possível, por local distinto daquele previsto para materiais, insumos, equipamentos e descartes.

2.2.1.2. Áreas de Recepção de animais e Quarentena

Devem ter localizações estratégicas que possibilitem que os animais recém chegados não necessitem passar por outras áreas.

A quarentena é o espaço físico para isolamento inicial dos animais e deverá ter condições ambientais apropriadas de alojamento onde estes possam permanecer antes de serem transferidos para as salas de criação e manutenção. Suas dimensões devem contemplar a variedade de espécies animal e as atividades de manejo inerentes a cada uma delas. Animais recém-adquiridos necessitam de adaptação ao novo ambiente, recuperação do estresse causado pelo transporte e avaliação do estado de saúde. O manejo da sala de quarentena deve ser feito de forma a evitar a mistura de espécies, bem como de animais de mesma espécie, porém de diferentes procedências.

No caso dos biotérios experimentais, recomenda-se o conhecimento prévio do estado sanitário dos animais, uma vez que em certas situações eles serão introduzidos diretamente nas salas.

2.2.1.3. Sala de procedimentos

Nos casos dos biotérios de experimentação, essa sala deve ser localizada próxima das salas dos animais evitando o deslocamento destes por longas distâncias. Uma única sala de procedimentos pode ser utilizada para vários fins, inclusive coletar órgãos ou tecidos, para fins de necropsia.

2.2.1.4 Ambientes especiais

Em alguns casos há necessidade de laboratórios especializados, tais como: cirúrgicos, e cuidado intensivo, preparação de dietas especiais, irradiação e coleta de imagens, tratamento clínico, laboratórios, sala de isolamento, etc. Sala para cirurgia experimental é frequentemente requeridas e quando prevista deverá ser incorporadas no projeto construtivo, de forma a atender aos conceitos gerais de operacionalização do biotério.

2.2.1.5 Salas de Descanso e Copa

Quando existente devem possuir mobiliário adequado e equipamentos necessários para armazenar e aquecer alimentos de forma a permitir o conforto dos funcionários. Se possível, luz natural e visores para o exterior devem estar presentes. Pode ser usada como sala de convívio e entretenimento. É proibido o preparo de refeições neste local.

2.2.2 ÁREAS DE SERVIÇO

2.2.2.1 Área de Higienização

Esta é a área destinada à lavagem e desinfecção ou esterilização de materiais, insumos, equipamentos e suprimentos e, portanto seu projeto deverá incorporar tanques de lavagem e autoclaves, podendo também, de acordo com as necessidades, serem previstas a instalação de tanques de imersão, caixas de passagem e equipamentos para a lavagem de gaiolas e bebedouros. A ventilação deste ambiente deve ser exclusiva, suficiente para minimizar odor, excesso de calor e vapor. A exaustão do ar deverá ser projetada de tal forma que não haja reintrodução para outras áreas do biotério. Essa instalação deve ser projetada de modo a minimizar distresse aos animais, pessoal e áreas vizinhas, pois os equipamentos e as rotinas podem causar ruídos, calor e umidade excessiva. Portanto, é imprescindível que este espaço esteja separado, isolado e o mais distante possível das salas de animais. Em biotério de experimentação, que envolva risco biológico, a descontaminação de

materiais, resíduos e equipamentos, deverão atender à legislação nacional e se tratando de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) o que normatiza a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).

2.2.2.2 Vestiários

O layout dos vestiários e o seu mobiliário deverão facilitar as boas práticas de higienização. É importante considerar, de acordo com tipo de vestiário, a disposição dos armários, o apoio para a troca de calçados, os chuveiros, duchas de ar e o local para armazenamento de produtos de higiene pessoal. Deverão ser previstos vestiários masculino e feminino. A privacidade para trocas de roupa deverá ser contemplada no projeto arquitetônico, bem como um local para o descarte das roupas e toalhas usadas durante o dia.

2.2.2.3 Corredores

O planejamento e dimensionamento dos corredores devem ser concebidos de forma a facilitar a movimentação de pessoal, materiais e equipamentos. Estes devem ser largos o suficiente, fáceis de limpar e desinfetar, pois necessitam deste manejo com bastante frequência devido ao tráfego intenso que possuem. Dimensões entre 1,90m a 2,20m de largura geralmente atendem à maioria das situações. Paredes e quinas de paredes devem ser protegidas com dispositivos em material que apresente elevada durabilidade e resistência a impactos e à processos de higienização.

2.2.2.4 Lavanderia

Não é recomendado que o vestuário utilizado nas rotinas e áreas de um biotério seja lavado pelo próprio funcionário em sua residência. Neste sentido, o uso de uma lavanderia própria possibilitará a higienização necessária, embora possa haver a opção de terceirização deste serviço.

2.2.2.5 Sanitários

Os banheiros produzem aerossóis cada vez que é dada a descarga do vaso sanitário. Associado a isso, existe a tendência de posicionar o exaustor de ar no forro e isso poderá permitir, inadvertidamente, que ocorra uma dispersão das partículas fecais no ar, o que poderá contaminar as pessoas e as roupas

limpas. Portanto, devem estar estrategicamente posicionados fora das áreas controladas e de criação.

2.2.2.6 Salas de Animais

É importante no desenvolvimento do projeto construtivo considerar não somente as necessidades momentâneas, mas também requerimentos futuros. Na grande maioria dos biotérios, o número de animais varia de acordo com as pesquisas e projetos. A versatilidade das salas de animais facilitam o reagrupamento e organização, de modo a acomodar diferentes tipos e número de gaiolas, estantes, racks e equipamentos auxiliares, necessários para a o alojamento de diferentes espécies animais. Além disso, salas versáteis permitem atender a uma grande variedade de projetos ao longo do ano. As salas de animais devem ser separadas por espécie. Em experimentação, sempre que possível, deve ser utilizadas para uma única linha de pesquisa. Isso permite um bom controle do ambiente e reduz a incidência de doenças. A dimensão da sala de animais deve ser definida de acordo com a espécie a ser alojada e o número de gaiolas, estantes, racks e outros equipamentos e acessórios necessários à criação ou experimentação animal. Salas de animais devem ser projetadas de modo a facilitar a limpeza e desinfecção e não devem conter pias e ralos. Caso haja a necessidade de ralos, estes devem ser sifonados.

2.2.2.7 Área para Eutanásia

Esse ambiente deverá ser segregado e localizado em área que não cause distúrbio aos animais alojados no biotério. O ambiente deverá possuir equipamentos e materiais necessários ao método de eutanásia definido e aprovado pela Comissão de ética em uso de animais (CEUA). A eutanásia poderá ser realizada na sala de necropsia ou na sala de procedimentos. As instalações desse ambiente devem facilitar a limpeza e desinfecção.

2.2.3 DEPÓSITOS

Reservar espaço adequado para depósito de equipamentos, suprimentos, cama e lixo. É de suma importância um espaço para armazenar alimentos que seja limpo, seco, à prova de insetos e de outras pragas.

2.2.3.1 Depósito para estocagem de Insumos: Ração e Forragem

O espaço destinado a estes insumos deverá ter um fácil acesso para carga e descarga e evitar, o acesso de pessoas estranhas em áreas restritas do biotério. Alimento para animais deve ser armazenado em ambientes fechados, ventilado, com baixa umidade, de fácil higienização e desinfecção, visando prevenir contaminações e preservando as propriedades nutricionais. Alimento e forração não devem ser armazenados diretamente no piso. O uso de estrados, estantes ou outros dispositivos, para esse fim, são recomendados e devem ser dispostos, de modo a não terem contato com paredes, o que facilita a inspeção e higienização do ambiente. Considerando-se o caráter “sanitário” do ambiente, recomenda-se a criação de mecanismos que evitem o acesso direto de embalagens vindas de fora do biotério.

2.2.3.2 Depósito de Resíduos

Deve estar isolada das demais áreas do biotério. Esta área deve conter local para:

- Alojamento das embalagens contendo a cama usada e resto de ração acumulados entre os períodos de coleta.
- Câmara fria ou freezer para acondicionamento de carcaças de animais que deverão ser descartadas segundo a legislação vigente.

O acesso para o exterior deverá ser facilitado evitando-se o trânsito no biotério, de pessoas estranhas ao quadro de funcionários da Unidade. Um sistema de drenagem com ralo sifonado deve ser considerado neste ambiente de forma a favorecer com eficiência a higienização e desinfecção.

2.2.3.3 Depósito para Materiais Limpos

Este ambiente deve estar localizado em área controlada (área limpa próximo às salas dos animais, visando ao armazenamento de insumos após higienização e desinfecção ou esterilização.

Suas dimensões são determinadas em função do quantitativo de insumos, materiais, equipamentos e das demandas das espécies animais alojadas na unidade.

2.2.4. BARREIRAS SANITÁRIAS E DE CONTENÇÃO

Barreiras no contexto de biotérios consiste na combinação de sistemas físicos e procedimentos operacionais que juntos minimizam a transmissão de enfermidades, tanto do homem para o animal, como dos animais para o homem. As barreiras podem ser divididas em duas categorias: bioexclusão e biocontenção. Bioexclusão é voltada na prevenção da entrada de enfermidades e infestações, provenientes do exterior, para os animais alojados no biotério. Essas barreiras são estabelecidas para proteger o padrão sanitário dos animais. Biocontenção é voltada para prevenir o escape de agentes de doenças dos animais alojados nos biotérios de experimentação para o exterior. As barreiras de biocontenção são utilizadas em área de quarentena ou isolamento de animais com padrão sanitário desconhecido e principalmente nos biotérios de experimentação que trabalhem em experimentos nos quais os animais são intencionalmente infectados com agentes patogênicos.

De acordo com o grau de risco envolvido, as exigências e complexidades serão diferentes e deverão ser avaliadas em conformidade com a legislação vigente.

2.2.5. DETALHES CONSTRUTIVOS

A escolha correta dos materiais a serem usados na construção de um biotério é de fundamental importância para propiciar as condições adequadas para um funcionamento eficiente e facilitar a higienização dos ambientes.

2.2.5.1 Paredes

As paredes devem ser lisas, não absorventes e resistentes à umidade e ao impacto. Não devem desenvolver rachaduras ou fissuras com facilidade.

Para algumas espécies como de primatas não humanos e cães, os blocos de concreto poderão ser preenchidos com areia pois isto melhora o isolamento acústico. As juntas entre as paredes, pisos e tetos devem ser arredondadas. Junções que formem ângulos agudos devem ser evitados pois dificultam a limpeza. O mesmo deve ser observado entre as junções com as portas e quando apresentarem frestas estas deverão ser vedadas para evitar a penetração e acúmulo de sujidades. Os materiais empregados na superfície devem permitir a limpeza e desinfecção com detergentes e desinfetantes e resistir à água sob pressão, ou melhor, ainda, as paredes poderão ser cobertas por revestimentos impermeáveis. Recomenda-se que a instalação de dutos (de ar ou energia, entre outros) ou quadros de distribuição elétrica, não sejam localizados nas áreas controladas do biotério. Quando isso não for possível, estes deverão ser selados, com junções vedadas e regulares para facilitar a limpeza. As paredes do corredor são particularmente propensas a danos devido ao movimento de carrinhos e outros equipamentos e, portanto poderá ser necessário alguma forma de proteção. Por esta razão, o uso de elementos de proteção como grades ou guardas de canto poderá ser considerado. Existem diferentes modelos de guardas de proteção que poderão ser empregados (plásticos, aço inox ou alumínio), desde que sejam sólidos ou selados de forma a favorecer a higienização e evitar a presença de patógenos.

2.2.5.2 Tetos

Tal como acontece com os pisos e paredes, os tetos devem ser resistentes a frequentes lavagens e desinfecções, embora o teto esteja menos sujeito ao desgaste.

Tetos de concreto são os mais indicados por serem lisos e aceitarem pinturas. Nos casos em que forem utilizados tetos falsos, os mesmos deverão ser fabricados em material impermeável, terem uma superfície lavável, serem lisos e livres de rachaduras e as placas deverão ser fixadas e as juntas vedadas.

Em casos onde dutos e canos precisam ser instalados no espaço entre o forro e o teto, como em salas de procedimentos, o acesso no momento da manutenção e / ou reparo, será realizado por inspeções estrategicamente localizadas. Quando houver a necessidade de passá-los por uma sala de animais, recomenda-se que os acessos estejam localizados, nos corredores contíguos a elas, ou seja, fora das salas dos animais.

2.2.5.3 Pisos:

O contrapiso das instalações deve ser de concreto. O piso considerado ideal é resistente aos produtos empregados nas rotinas de limpeza e desinfecção, bem como ao emprego de máquinas de lavar com jatos pressurizados. Deve ter material não absorvente e resistir ao impacto. O material empregado deve oferecer facilidade de reparo, ao mesmo tempo em que deve suportar o peso e movimento dos equipamentos do biotério de maneira que não abram fissuras, trincas ou rachaduras e também não fiquem corroídos. As juntas de dilatação devem, sempre que possível, estar localizadas na base das paredes. A qualidade do acabamento é crítico para a higiene, limpeza e durabilidade.

Dependendo da área ou da sua finalidade, o piso poderá ser monolítico ou ter o mínimo possível de juntas. É importante destacar que a aplicação correta dos materiais utilizados na construção do piso é fundamental para assegurar a sua qualidade e durabilidade.

2.2.5.4 Janelas:

Embora a luz natural seja benéfica para os seres humanos e animais, não se recomenda o uso de janelas com acesso direto para as salas de animais de laboratório. Quando necessárias, as janelas deverão ser instaladas em corredores externos que não sejam contíguos às salas de animais, salas de técnicos, entre outros ambientes, desde que permaneçam fechadas e atendidas as questões de segurança. Janelas internas entre salas ou entre salas e corredores, muitas vezes oferecem um maior conforto por favorecer uma maior visão e conseqüentemente reduzirem a sensação de claustrofobia. Também poderão ser instaladas nas salas cirúrgicas para maximizar a comunicação visual e deverão ser de material inquebrável com uma armação metálica alinhada ou embutida nas paredes. Entretanto, não devem ser

projetadas em salas de criação uma vez que a luz que passa por elas pode interferir diretamente nas características das colônias, pois nem todas as espécies aceitam bem o espectro da luz solar, bem como o aquecimento poderá elevar os custos do sistema de refrigeração, entre outras razões. Por outro lado, em algumas colônias, como a de primatas não humanos, as janelas podem fazer parte do conjunto de medidas visando o bem-estar animal, por promoverem um enriquecimento ambiental. A presença delas em um biotério cria um ponto crítico na segurança da unidade representando um risco potencial e deverá ser evitado sempre que possível.

2.2.5.5 Portas:

As portas das instalações para animais devem ser resistentes, impemeáveis e duráveis. As portas devem ser confeccionadas de modo a não terem frestas e quando necessário serem vedadas para evitar o acúmulo de sujidades e o abrigo de insetos. Sempre que possível os batentes deverão ser da largura das paredes, embutidos nela e não sobrepostos. Este modelo evita a presença de bordas e o acúmulo de particulados como poeiras. As portas devem ter dimensões que permitam a livre passagem de materiais e equipamentos. Recomenda-se uma abertura nominal de 1,00m quando se tratar de portas simples e no caso de portas duplas estas deverão atender às necessidades das instalações. Como medida de proteção, quando possível, a sua metade inferior poderá ser revestida com material resistente a impactos. Em algumas portas deverá ser necessária a aplicação de proteção adicional contra carrinhos de transporte. Nos casos em que a distância do chão é superior a 3,0mm, um dispositivo que vede o vão deverá ser instalado. Também são aconselhados a instalação de visores nas portas tanto para possibilitar uma visualização do ambiente interior, como por questões de segurança. Nas salas de animais sugere-se as dimensões de 15X20cm e ele deverá permitir um fechamento sempre que houver uma incidência de luz ou trânsito intenso de pessoal. Estes visores deverão ser vedados e permitir a limpeza e desinfecção. Em certas situações, como em áreas especiais, poderão ser empregados visores maiores que ajudam a tornar o espaço menos claustrofóbico. O sentido de abertura das portas deverá oferecer segurança e favorecer o trânsito de material e pessoal. Geralmente, as portas devem abrir para dentro da sala. No

entanto, nos casos em que o tráfego no corredor é limitado ou as portas serão abertas com pouca frequência, a opção de sentido de abertura para o corredor irá permitir uma utilização mais eficiente do espaço interno de uma sala ou de uma antessala. Portas muito próximas, tais como em antecâmaras, poderão abrir na mesma direção ou para fora a partir da antecâmara nos casos em que somente uma porta será aberta de cada vez. Neste caso, para uma maior segurança poderá ser feita a instalação de um sistema de intertravamento das portas garantindo uma única abertura por vez. No caso de portas com fechamento automático, deve-se lembrar que a eficiência será maior quando o fechamento acontecer no mesmo sentido do fluxo de ar. Entretanto isto não deverá ser considerado para salas de biocontenção onde existe uma diferença de pressão entre as áreas. Neste caso as portas deverão abrir e fechar independentemente do fluxo de ar. A maior eficiência e segurança no momento de utilização de uma porta é que deve definir o seu sentido de abertura o qual, por sua vez poderá exigir alguns acessórios tais como dispositivos de travamento automático, molas, ou luzes de aviso.

2.2.5.6 Fornecimento de Energia elétrica e Iluminação

A rede elétrica deverá ser dimensionada de modo a permitir um número apropriado de lâmpadas e tomadas, sendo estas adequadas aos diferentes tipos de equipamentos que serão instalados. O cálculo de dimensionamento de carga deverá contemplar uma margem de segurança e uma provável expansão do biotério e número de equipamentos. Para o caso de falha no fornecimento normal de energia, deverá ser prevista a instalação de um grupo gerador dimensionado para manter em funcionamento os sistemas críticos do biotério, tais como: insuflamento e exaustão de ar, equipamentos de alojamento de animais de laboratório, luzes de emergência, freezers e em situações especiais outros equipamentos estratégicos para a unidade. As luminárias, interruptores, tomadas e outros elementos integrantes das salas dos animais deverão ser vedadas para impedir o acúmulo de sujidades, microorganismos e abrigo de insetos. Lâmpadas fluorescentes de baixo consumo são comumente empregadas. Também deverá ser previsto um sistema de fotoperíodo regulável de forma a oferecer um ciclo de luz uniforme. O sistema instalado poderá apresentar um duplo nível de iluminação, de forma a que a intensidade seja

maior nos momentos de trabalho dos técnicos e reduzidas nos outros horários favorecendo as espécies mais sensíveis à luz de intensidade elevada.

As lâmpadas ou luminárias devem possuir proteção para as rotinas de limpeza e desinfecção. Os interruptores e tomadas deverão ser aterradas e vedadas nas áreas com muita exposição à água como nas salas de lavagem, e outros ambientes com elevada umidade.

2.2.6 AMBIENTE DE BIOTÉRIOS

O controle das variáveis ambientais dentro dos biotérios é fundamental tanto para a produção e manutenção dos animais de laboratório quanto para a equipe de técnicos que nele trabalha e para a validade das pesquisas. O ambiente deve assegurar um padrão sanitário nas colônias ao mesmo tempo em que promova o bem estar dos animais.

Os agentes físicos, químicos e biológicos, podem influenciar no comportamento e fisiologia dos animais e modificar os resultados de uma pesquisa. Os resultados experimentais são a princípio, válidos somente para as condições nas quais eles foram obtidos e uma comparação apenas poderá ser realizada, se toda a informação relativa às condições experimentais forem disponibilizadas.

Segundo o *Guide for care and use of Laboratory Animals*, 8ª ed para todos os animais terrestres, existem o Microambiente e Macroambiente: *“O microambiente de um animal terrestre é o espaço físico imediatamente próximo a ele, que é, o recinto primário, como a gaiola, cercado ou estábulo. Ele contém todos os recursos com os quais os animais mantém contato direto e também delimita o ambiente próximo aos animais. O microambiente é caracterizado por muitos fatores, entre eles, iluminação, ruído, vibração, temperatura, umidade, composição gasosa e de partículas do ar. O ambiente físico do recinto secundário, tal como uma sala, um celeiro, ou uma área externa, constitui o macroambiente”*.

2.2.6.1 Ruídos

O ruído pode ser controlado em um biotério a partir de um projeto arquitetônico bem elaborado, uma construção adequada, seleção criteriosa dos materiais construtivos e equipamentos, associada com boas práticas gerenciais. Os efeitos do ruído nos animais de laboratório estão relacionados com a sua intensidade, frequência, intermitência e duração e também dependem das características do animal, tais como espécie, linhagem e história pregressa de exposição ao ruído durante a fase de desenvolvimento coclear. As atividades diárias dos biotérios produzem muitos sons acrescidos ao ruído de fundo provocado pelo sistema de condicionamento de ar. Ruídos excessivos e inapropriados podem ser irritantes e algumas vezes danosos para a saúde animal e humana, portanto devem ser controlados. Fontes de ruídos provenientes das rotinas de apoio, tais como da área de higienização de materiais, devem estar o mais distante possível das áreas de criação, bem como das salas de manutenção de animais em experimentação. A localização dos equipamentos de ventilação, das sirenes de alarme, da campainha para o público, dentre outros dispositivos geradores de ruídos, devem ser estrategicamente posicionados de forma a minimizar a chegada dos sons até os animais. De alta significância são os ruídos ultrassônicos, imperceptíveis aos humanos e audíveis para diversas espécies animais. Muitas fontes de ruído em um biotério emitem ultra-som, portanto deverão ser adotadas medidas para identificar e corrigir ou isolar essas fontes de forma a proteger os animais. Humanos, ratos e camundongos podem tolerar até 85dB; no entanto, cobaias, são mais sensíveis aos ruídos e 60dB é o máximo que podem tolerar quando estes são constantes. Embora um ruído de fundo de no máximo de 85 db seja aceitável, foram relatadas alterações importantes em ratos expostos a um ruído intermitente de 83 db. A exposição a padrões uniformes pode levar à uma perda auditiva mais rápida, enquanto que a exposição a padrões irregulares está mais propensa a causar transtornos devido a uma ativação repetida do sistema neuroendócrino.

2.2.6.2 Vibrações:

As fontes de vibração podem ser várias, dentro ou fora das salas de animais e devem ser consideradas nos projetos de engenharia. A vibração externa pode

surgir de um equipamento mecânico e ser transmitida pelas paredes e pisos. Um exemplo é uma aproximação das instalações com trilhos de metro ou trem ou em vias de intenso tráfego de automóveis e caminhões. Nestes casos deve ser dada uma atenção especial ao tipo de estrutura do edifício. As vibrações internas podem ser provenientes de equipamentos e sistemas de ventilação e sempre que identificada a sua fonte, providências devem ser tomadas no sentido de amortecê-las com sistemas específicos. As vibrações excessivas podem induzir alterações de comportamento, padrão imunológico, bioquímico e reprodutivo em animais de laboratório.

2.2.6.3 Iluminação

A luz pode afetar a fisiologia e o comportamento de várias espécies de animais de laboratório sendo que as três características mais importantes são o espectro, a intensidade e fotoperíodo. A iluminação deve ser uniforme, sem brilho e proporcionar boa visibilidade. A intensidade da luz pode influenciar a agressividade e a incidência de canibalismo em roedores. Alterações graduais entre os períodos de claro e escuro podem ser necessárias como um período para a adaptação do comportamento diurno e crepuscular. Recomenda-se um nível de iluminação de cerca de 325 lux distante 1m do piso. Esta intensidade é adequada para o cuidado com os animais e não causam sinais clínicos de retinopatia fototóxica em ratos albinos que foram empregados como referência para o estudo. Camundongos e ratos preferem gaiolas construídas com materiais que os protejam da luz, sendo que os albinos preferem áreas com intensidade menor que 25 lux. Os animais jovens preferem uma menor intensidade luminosa quando comparados com os adultos.

Temporizadores programáveis devem ser utilizados como forma de se controlar os ciclos de luz (período de claro e escuro) nas salas de animais. Mesmo em ambientes controlados, os efeitos da sazonalidade podem ser percebidos na reprodução das colônias.

De uma forma geral a iluminação deverá ser distribuída para toda a sala possibilitando a inspeção das gaiolas e as rotinas com os animais, ao mesmo tempo que assegure o bem estar animal.

2.2.6.4 Temperatura e Umidade

A temperatura das salas dos animais deverá ser cuidadosamente controlada e monitorada continuamente. Devem ser evitadas flutuações diárias para que não haja maior demanda nos processos metabólicos e comportamentais dos animais. A temperatura deve ser mantida numa faixa de variabilidade máxima de 4°C. A maioria dos animais tolera bem a faixa entre 40 e 60% de umidade relativa do ar, começando a ter problemas quando esta chega a 30% ou quando é superior a 70%. A umidade relativa no microambiente pode ser de maior importância em animais alojados num recinto primário, no qual as condições ambientais diferem significativamente das encontradas no macroambiente (por exemplo, gaiola com filtro superior – *top filter*). Segundo a 8ª edição do *Guide for care and use of Laboratory Animals*, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar podem ser afetadas pela manejo e projeto do Biotério e podem variar consideravelmente entre os recintos primário e secundário, bem como no interior dos próprios recintos primários. Os fatores que contribuem para a variação de temperatura e umidade entre e dentro dos recintos incluem o projeto da instalação; tipo do material em que foi construída; artigos de enriquecimento ambiental, tais como abrigos e material de ninho, uso de filtros nas gaiolas (top filters), número, idade, tipo e tamanho dos animais em cada recinto; ventilação forçada dos recintos e do tipo e frequência de troca da cama. Abaixo, segue a tabela referência para as temperaturas macroambientais para roedores e lagomorfos

TABELA 1 – Temperaturas de bulbo seco no macroambiente recomendadas para roedores e lagomorfos.

Animal	Temperatura	
	°C	°F
Camundongo, rato, hamster, cobaia	20-26 ^a	68-79
Coelho	16-22	61-72

^a A temperatura de bulbo seco em salas de roedores é normalmente ajustada em valor abaixo da temperaturas críticas inferior (TCI) dos animais para evitar o estresse térmico por calor, e

devem respeitar os diferentes valores específicos de TCI de cada espécie. O recinto deve prover os recursos adequados para termoregulação dos animais (material de ninho e abrigos) para evitar o estresse térmico pelo frio. (*Guide for care and use of Laboratory Animals, 8ªed*)

Em determinadas situações, a temperatura ambiental deverá ser mais elevada, como no alojamento dos animais em recuperação pós-operatória, animais recém-nascidos, roedores com fenótipo sem pelo . A magnitude deste aumento de temperatura depende dos detalhes do alojamento, pois às vezes apenas o ajuste da temperatura no microambiente é suficiente e preferível ao invés de aumentar a temperatura do macroambiente.

2.2.6.5 Ventilação, Exaustão e Qualidade do Ar

A principal função da ventilação e exaustão do ar é proporcionar um aporte adequado de oxigênio; remover a carga térmica produzida pelos animais, pessoal, luzes e equipamentos; diluir e exaurir contaminantes gasosos e particulados, incluindo alérgenos e agentes patogênicos presentes no ar; controlar o teor de umidade e temperatura do ar, e, se necessário, gerar um gradiente de pressão de ar (fluxo unidirecional de ar) entre os espaços adjacentes. É importante ressaltar que a ventilação na sala de animais (macroambiente) não necessariamente assegura uma ventilação adequada no recinto primário (microambiente), que é o ar no qual o animal está diretamente exposto. O tipo de recinto primário pode influenciar consideravelmente as diferenças entre estes dois ambientes - por exemplo, as diferenças podem ser insignificantes quando os animais são alojados em gaiolas abertas ou podem ser significativas se forem utilizadas gaiolas fechadas (microisoladores). O volume e as propriedades físicas do ar fornecido para uma sala e seu padrão de distribuição influenciam a ventilação no recinto primário dos animais e são determinantes para o microambiente. O tipo e a localização dos difusores de insuflação e exaustão do ar em relação ao número, distribuição, localização e tipo de recintos primários e secundários podem alterar a maneira como ocorre a ventilação nos microambientes e, portanto, devem ser considerados. O uso de modelagem computacional para avaliar esses fatores em relação à carga térmica, os padrões de difusão do ar, e movimento de partículas pode ser útil para melhor dimensionamento da ventilação no micro e no macroambiente.

A exposição direta dos animais à uma massa de ar em alta velocidade deve ser evitada, pois a velocidade do ar que os animais estão expostos altera a taxa de remoção do calor e umidade do animal. Por exemplo, o ar a 20 °C numa velocidade de 18,3 m/min tem um efeito de resfriamento de cerca de 7 °C. As correntes de ar podem ser particularmente prejudiciais para neonatos homeotérmicos (pois não tem pelos e tem os mecanismos de controle da termorregulação pouco desenvolvidos), para os mutantes sem pelo. O fornecimento de 15 a 25 trocas de ar por hora nas salas de animais é uma recomendação aceitável para manter a qualidade do ar no macroambiente em volume constante e pode também assegurar a qualidade do ar no microambiente. Embora esta recomendação seja eficaz em diferentes tipos de instalações, ela não considera as possíveis cargas térmicas, as espécies, tamanho e número de animais alojados, o tipo de recinto primário e a cama; a frequência de troca da gaiola, as dimensões da sala, ou a eficiência da distribuição do ar no macroambiente e entre os macros e microambientes. Em algumas situações, o emprego de uma maior taxa de renovação do ar pode ventilar excessivamente um macroambiente que possua poucos animais, desperdiçando energia, ou ventilar insuficientemente um microambiente que contém muitos animais, permitindo o acúmulo de calor, umidade e poluentes.

As trocas de ar nas salas dos animais devem ser feitas com 100% de renovação, não devendo haver trocas com o ar da própria sala. O uso de ar reciclado para ventilar salas de animais propicia um economia considerável de energia, mas pode oferecer riscos. Muitos patógenos dos animais podem ser transportados pelo ar ou por meio de fômites, como a poeira, de maneira que o ar reciclado captado por um sistema de condicionamento de ar (HVAC) que abastece várias salas oferece o perigo de contaminação cruzada. O ar reciclado de áreas desprovidas de animais (como áreas de ocupação humana e armazenagem de ração, cama e suprimentos) pode ser utilizado para ventilação de áreas que mantêm animais, necessitando de filtração e condicionamento menos intensos do que o ar reciclado proveniente de salas de animais, por possuírem menor risco de contaminação. Nos casos em que o ar de exaustão é reciclado, este deve ser filtrado, no mínimo, com filtros de eficiência ASRHAE entre 85 a 95% para remoção dos particulados presentes

no ar antes de ser reciclado. Dependendo da origem, composição e proporção de ar utilizado na reciclagem (p. ex. amônia e outros gases liberados a partir dos excrementos dos animais presentes no ar recirculado das salas de animais), também é indicada a filtração de substâncias voláteis presentes no ar. Em áreas que necessitam filtração do ar para garantir a segurança do pessoal e dos animais (como em áreas com risco biológico) deve ser avaliada a integridade, carga e eficiência do sistema de filtração.

Os modernos equipamentos de aquecimento, ventilação ou condicionamento de ar (HVAC) (por exemplo, sistema de volume de ar variável - Sistema VAV) possibilitam ajustar as taxas de ventilação de acordo com a carga térmica e outras variáveis. Estes sistemas apresentam vantagens consideráveis em relação à flexibilidade e conservação de energia, mas devem sempre fornecer uma quantidade mínima de renovação de ar, como recomendado para os laboratórios em geral.

As gaiolas individualmente ventiladas (IVCs) e outros tipos de recintos primários similares que são ventilados diretamente com o ar filtrado captado na sala ou que são ventilados de forma independente da sala, podem efetivamente atender às necessidades de ventilação dos animais, sem a necessidade de considerar a ventilação no macroambiente. Contudo, deve-se tomar cuidado com a alta velocidade do ar, conforme já mencionado anteriormente. No entanto, o macroambiente deve ser ventilado suficientemente para remover a carga térmica, partículas, odores e resíduos de gases liberados no recinto primário. Os IVCs ou racks ventiladas são novas tecnologias que estão gradativamente substituindo sistemas de ventilação convencionais, que se baseiam na dissipação natural dos gases. As racks ventiladas estão sendo utilizadas com mais frequência em biotérios para proteger os animais de contaminações, supri-los com uma melhor qualidade de ar, melhorar o microambiente onde estão os animais e reduzir a exposição humana aos alérgenos.

O microambiente possui características próprias que são diferentes daquelas observadas no macroambiente (sala dos animais), tais como a temperatura e umidade; os poluentes e a interferência do material empregado como cama.

Além disso, como subproduto da produção animal derivado dos processos metabólicos, encontram-se o vapor de água, o dióxido de carbono, diversas partículas em suspensão e amônia (NH₃), todos atuando como poluentes que interferem na saúde e bem estar dos animais.

Com relação aos aspectos arquitetônicos, as racks ventiladas podem ter um impacto significativo sobre a concepção e uso do sistema de ventilação e climatização de biotérios, uma vez que existem várias maneiras nas quais estes equipamentos podem ser instalados e cada uma delas tem diferentes implicações no projeto do sistema HVAC.

As racks de pressão positiva são usadas para proteger animais mantidos no interior dos mini-isoladores (exclusão). Neste modelo o ar da sala é aspirado, passa por uma filtragem e é conduzido até o mini-isolador, onde, após se misturar aos poluentes, é retirado da caixa. A rack de pressão negativa é usada para proteger o ambiente de fora da gaiola (macroambiente) de contaminantes e de potenciais alérgenos (inclusão). A pressão negativa é criada pelo motor de exaustão existente no sistema em um módulo portátil, que deverá ter filtração, ou pela conexão ao sistema de exaustão da sala.

Se as gaiolas ventiladas tem uma filtração do ar adequada para contenção da contaminação, a exaustão do ar do microambiente pode retornar para a sala na qual os animais estão alojados, embora, em geral, seja preferível descarregar esse ar diretamente no sistema de exaustão da instalação para reduzir a carga térmica e a contaminação do macroambiente.

As gaiolas de isolamento com filtros e sem ventilação forçada (como as com *top filters*), utilizadas em alguns alojamentos para roedores, restringem a ventilação. Para compensar, pode ser necessário ajustar as práticas de manejo, incluindo higiene e frequência de troca da gaiola, a escolha da cama, colocação das gaiolas em um recinto secundário, a densidade populacional nas gaiolas, e / ou diminuição da umidade relativa do macroambiente para melhorar o microambiente e a dissipação de calor. Seu uso está sendo desestimulado exatamente pela dificuldade de controle do microambiente em função da saturação rápida com produção de amônia e umidades excessivas.

2.2.6.5.1 O emprego de racks ventilados em salas de animais e biotérios de experimentação.

A introdução de sistemas de ventilação individual (IVCS) permite o alojamento de um maior número de roedores (particularmente camundongos) quando comparado com sistemas tradicionais. Para tirar o máximo proveito da biossegurança oferecida por estes sistemas, é necessário que se manipule os animais em cabines de biossegurança ou em estações de troca móveis que apresentem a mesma eficiência das cabines de biossegurança e tenham sido fabricadas especificamente para a finalidade de troca.

Quando o número de racks IVC na sala é elevado, a utilização de uma estação de troca deve ser seriamente considerada em razão de sua eficiência e praticidade. Uma vez que as estações de trocas de dupla face tendem a ser parte integrante das rotinas, um cuidado especial deverá ser dado ao espaço físico necessário aos padrões de circulação de pessoal e / ou equipamentos.

O desenho das salas de animais, particularmente onde as unidades IVCS estão envolvidas, é, portanto, uma parte vital do processo de planejamento e desenho e deve prever o espaço para a movimentação dos equipamentos utilizados nas rotinas de cuidado com os animais e os vários grupos que trabalharão nela.

2.2.7 ALOJAMENTO

Estudos recentes avaliaram as necessidades de espaço em relação aos efeitos do alojamento social, tamanho do grupo e densidade populacional e às condições de alojamento para diversas espécies e linhagens de roedores. De modo geral, vários efeitos foram relatados sobre o comportamento (como agressividade) e sobre os resultados experimentais. No entanto, é difícil comparar esses estudos, devido às diferenças no delineamento experimental e nas variáveis observadas em cada trabalho. Entre as variáveis que podem alterar a resposta dos animais mantidos em gaiolas de tamanhos ou densidades populacionais diferentes incluem a espécie, fenótipo, linhagem (e seu comportamento social), idade, sexo, qualidade do espaço (por exemplo, disponibilidade de uso do espaço vertical), e as estruturas colocadas na gaiola,

entre outros. Esses problemas são complexos e devem ser cuidadosamente considerados por ocasião do alojamento de roedores.

Abaixo apresentamos a alocação do espaço mínimo recomendado para roedores de laboratório comumente utilizados e alojados em grupos. .

Tabela 3.2 – Espaço mínimo recomendado para roedores e lagomorfos comumente utilizados em laboratório e alojados em grupos ou duplas*.

Animal	Peso (g)	Área de Piso ^a (cm ²)	Altura ^b (cm)	Observações
Camundongo (em grupo) ^c	<10	38,7	12,7	Animais maiores podem necessitar espaço adicional para possibilitar uma melhor condição de alojamento.
	até 15	51,6	12,7	
	até 25	77,4	12,7	
	>25	≥ 96,7	12,7	
Camundongo Fêmea com ninhada		330 (espaço recomendado para o grupo todo)	12,7	Outras configurações de alojamento e criação podem necessitar mais espaço e será dependente do número de adultos e ninhadas, número de ninhadas e idade. ^d
Rato (em grupo) ^c	<100	109,6	17,8	Animais maiores podem necessitar espaço adicional para possibilitar uma melhor condição de alojamento.
	até 200	148,35	17,8	
	até 300	187,05	17,8	
	até 400	258,0	17,8	
	até 500	387,0	17,8	
Rato Fêmea com ninhada		124 (800) (espaço recomendado para o grupo todo)	17,8	Outras configurações de alojamento e criação podem necessitar mais espaço e será dependente do número de adultos e ninhadas, número de ninhadas e idade. ^d
Hamster ^c	<60	64,5	15,2	Animais maiores podem necessitar espaço adicional para possibilitar

	até 80	83,8	15,2	uma melhor condição de alojamento.
	até 100	103,2	15,2	
	>100	≥19 (≥122,5)	15,2	
Cobaia ^c	até 350	387,0	17,8	Animais maiores podem necessitar espaço adicional para possibilitar uma melhor condição de alojamento.
	>350	≥10 (≥651,5)	17,8	
			17,8	
Coelhos	<2000	1,5 (0,14)	40,5	Coelhos maiores podem necessitar de gaiola com maior altura para possibilitar de sentar.
	até 4000	3,0 (0,28)	40,5	
	até 5,400	4,0 (0,37)	40,5	
	>5,400	≥ 5 (≥ 0,46)	40,5	

a Animais alojados isoladamente podem necessitar de maior espaço individual do que o recomendando quando alojado em pares ou grupos de animais.

b Do piso da gaiola até o topo da gaiola

c Considerações sobre as características das linhagens (crescimento, sexo, ganho de peso, comportamento mais ativo) podem sugerir um aumento no espaço.

d Considerações sobre o manejo de ninhadas (redução ou separação) do grupo, bem como outras formas de manejo mais intensivas do espaço disponível para permitir a segurança e bem-estar dos animais.

Espaço suficiente precisa ser destinado para as mães com ninhadas para possibilitar o desenvolvimento dos filhotes até o desmame sem prejuízos à mãe ou à ninhada.