

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA PARTICIPATIVA EM SITUAÇÕES DE CONCEPÇÃO E REPROJETO - O CASO DE UM LABORATÓRIO MICROBIOLOGIA MOLECULAR

Fernanda Reis Schreiner (UFRGS)

nandaschreiner@gmail.com

Rodrigo Allgayer (UFRGS)

rallgayer@terra.com.br

Fernando Gonçalves Amaral (PPGEP/UFRGS)

amaral@producao.ufrgs.br



O trabalho em laboratórios de microbiologia expõe seus operadores a diversos fatores estressores, tanto do ponto de vista psicofisiológico como físico-ambiental. Em situação de reprojeto destes locais de trabalho, a participação dos operadores é de fundamental importância quando da transformação ou da concepção de situações futuras em novas instalações. Este artigo tem como objetivo obter a qualificação ergonômica para uma situação de projeto de um novo laboratório de microbiologia celular universitário, através de uma avaliação ergonômica participativa da situação existente no atual laboratório da instituição. A metodologia empregada baseou-se no método Deparis (Dépistage Participatif de Risques), buscando sistematizar ações de melhoria para as futuras instalações. Os resultados indicaram que a metodologia aplicada mostrou-se eficiente em elucidar a sistemática de fluxos e processos atual do laboratório, bem como permitiu avaliar a relação entre as dimensões dos planos de trabalho e o potencial risco que as mesmas trazem para as posturas e movimentos realizados. A proposta resultante para o novo laboratório foi submetida à validação posterior pelos usuários, recebendo avaliação predominantemente positiva com relação às melhorias de projeto.

Palavras-chaves: ergonomia, participativa, reprojeto, laboratório, Deparis

1. Introdução

Um laboratório é uma sala ou espaço físico normalmente equipado com diversos instrumentos onde se realizam experiências, cálculos, análises e medições em que trabalham pesquisadores. Segundo Teixeira (1997), foram realizados estudos na década de 80 que estabeleceram uma interlocução entre a ciência e a sociedade compartilhando os problemas e as categorias de análise em laboratórios.

Neste contexto, Erickson e Hoskins (1998) identificaram os fatores de risco aos quais estão submetidos os pesquisadores que trabalham em atividades laboratoriais. Os fatores levantados foram: postura desfavorável para o desenvolvimento das tarefas, o estresse de contato, o uso de força, o trabalho repetitivo, a carga estática e a vibração, que ocasionam diversos problemas de saúde como os DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados com o Trabalho), incluindo as lombalgias. Logo, a avaliar ergonômicamente estes locais se faz necessário, pois pode-se verificar, caracterizar e qualificar as condições a que estão sujeitos os pesquisadores em suas atividades durante o processo produtivo em seu local de trabalho.

O objeto de estudo deste artigo é o laboratório de pós-graduação em microbiologia celular de uma universidade. Em Mesquita *et al.* (2001) é descrito o procedimento que é comum a todas as atividades desenvolvidas em laboratórios deste tipo. A reação em cadeia da polimerase (PCR – Polymerase Chain Reaction) é uma técnica *in vitro* que permite a amplificação de seqüências específicas de DNA ou RNA, a partir de pouca quantidade de material extraído de determinada amostra. No laboratório, depois de extraído o DNA, é adicionada uma mistura que é colocada no termociclador, o qual faz ciclos de elevação de temperatura pré-estabelecidos com tempos específicos para cada reação. O PCR é um método muito sensível de análise e, por isso, deve ser realizado com máxima acuidade para evitar contaminações que possam inviabilizar ou tornar o resultado errôneo.

No caso do PCR, o design dos postos de trabalho tem fundamental importância na manutenção da precisão necessária à execução da técnica, mas para isto é necessário fazer uma observação detalhada das tarefas. De forma sucinta, Montmollin (1990) considera que uma tarefa é um conjunto de ações humanas que torna possível um sistema atingir seu objetivo. Neste caso, o objetivo será alcançado através da ergonomia de concepção, que ocorre quando a contribuição ergonômica se concentra desde a fase inicial do projeto. O ergonomista é visto como um dos atores que se envolve nos processos de concepção, através da observação da situação de trabalho e da ação preventiva de futuros riscos na fase de projeto (DANIELLOU, 2000).

Project Management Institute (2004) define o projeto como um esforço temporário planejado para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo realizado por pessoas e com recursos limitados. Os projetos são resultados de uma ou mais considerações estratégicas. Segundo Gomes Filho (2006), o projeto de qualquer ambiente requer soluções ergonômicas adequadas, que implicam no correto dimensionamento de seus elementos e dos alcances físicos dos usuários; assim como a sua adequação postural, através do estudo de relações antropométricas e biomecânicas dos postos de trabalho. De forma complementar, em situações de concepção, Wing (2000) cita que o processo de concepção arquitetônica oferece a oportunidade de interferir no arranjo espacial, técnico e organizacional de um ambiente de trabalho ligado à área da saúde.

No entanto, considerando a importância da concepção para o usuário, a participação dos operadores no projeto agrega um valor essencial para o entendimento das futuras situações (MALINE, 1994). Neste sentido, a ação ergonomica consiste na participação ativa dos trabalhadores em todo o processo de reconhecimento das dificuldades existentes no local de trabalho e posterior procura por soluções, sendo parte integrante deste grupo os supervisores e gerentes, que atuam como facilitadores do processo (NAGAMACHI, 1995). Para Hignett et al. (2005) a aplicação do método de ação ergonômica participativa pode requerer uma combinação de ferramentas quantitativas e qualitativas e sua utilização é possível em diversos segmentos industriais, incluindo a área da saúde, nas forças armadas, indústria de manufatura, serviços, construção e transporte.

De acordo com o contexto abordado, este artigo tem como objetivo obter a qualificação ergonômica para uma situação de projeto de um novo laboratório de microbiologia celular universitário. Para elencar os subsídios necessários ao projeto, foi realizada uma avaliação ergonômica participativa da situação existente no atual laboratório da instituição.

2. Procedimentos Metodológicos

Para análise da situação existente foi utilizado o método participativo de riscos DeParis (MALCHAIRE, 2002), que faz parte da estratégia SOBANE (*Screening, Observation, Analysis, Expertise*) do mesmo autor. Tal método foi escolhido por abordar rapidamente o maior número possível de riscos e estar orientado para o questionamento da situação de trabalho e à pesquisa de melhorias dentro do laboratório, na medida em que os próprios pesquisadores participam diretamente através da avaliação aberta. Não somente o desaparecimento dos “problemas” é perseguido, mas também a busca de uma situação de trabalho menos penosa, agradável e tecnicamente eficiente.

Inicialmente, foi feito um levantamento físico do local através de medição do espaço físico, do mobiliário e dos equipamentos, além de levantamento fotográfico para análise de atendimento das demandas espaciais e de infra-estrutura. Após, foi realizada a observação e caracterização dos procedimentos do laboratório, onde foi possível identificar os principais problemas ergonômicos referentes aos procedimentos e aos postos de trabalho, indicando quais as rubricas do método DeParis que se enquadravam nas necessidades de avaliação.

A metodologia foi aplicada tendo como objetivo identificar os elementos que permitem evitar, resolver e minimizar problemas e riscos na situação de trabalho através da entrevista aberta. Originalmente o método é apresentado sob a forma de dezoito quadros que abordam respectivas situações de trabalho elencadas para as mais diferentes atividades, conforme o exemplo na figura 1. As situações de trabalho são abordadas do geral para o particular e abrangem: a organização geral, os próprios postos de trabalho, as ferramentas, os meios de trabalho, os fatores físicos do ambiente e os fatores psico-organizacionais. A partir da observação foi elaborado o questionário com as quatorze rubricas listadas no quadro da figura 2.

O questionário propõe que, em cada rubrica, o participante faça uma breve descrição da situação desejada e uma lista dos itens a serem posteriormente controlados. Por fim, um julgamento global do item é feito através de um sistema figurativo de cores e expressões faciais. Os pesquisadores estão, desta forma, no centro da ação de prevenção, não apenas para dar a sua opinião ou para responder questões, mas para discutir os detalhes práticos permitindo a realização do trabalho em condições ideais para eles e para a instituição. O

questionário foi aplicado com todos os participantes reunidos durante um período de duas horas, suscitando a discussão e reflexão participativa dos assuntos relacionados nas rubricas.

Os resultados da aplicação do método se constituíram em subsídios para a elaboração de um programa de necessidades para o projeto do novo laboratório, reformulando a dinâmica espacial, os fluxos e o zoneamento existente, para a proposição do novo *layout*. Foram sugeridas ainda alternativas para os postos de trabalho com soluções relacionadas ao design do mobiliário, altura dos planos de trabalho e acessibilidade. Como encerramento foi feita a validação do projeto proposto com os participantes da entrevista aberta, permitindo identificar quais aspectos relevantes da aplicação do método foram efetivamente atendidos pela nova proposição, e eventualmente aqueles que ainda mereceriam aprimoramento ou reavaliação.

<p>Situação desejada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O trabalho não exige a repetição contínua dos mesmos gestos nas mesmas posições e com os mesmos esforços • Se o trabalho é repetitivo ele foi organizado de tal maneira que: <ul style="list-style-type: none"> -os braços permanecem ao longo do corpo com os ombros em repouso -o pescoço fica em posição normal sem torções ou inclinações repetidas ou importantes -as mãos não ficam flexionadas de maneira repetida ou importante -os esforços são leves com toda a mão e sem torção dos punhos e dos braços <p>A controlar</p> <ul style="list-style-type: none"> • O tempo de ciclo, a repetição ao longo deste ciclo • O detalhe dos gestos ao longo do trabalho: flexões, torções, elevações, inclinações, • As forças utilizadas com a mão, com o palma da mão para bater, com os braços... 	<p>O que fazer de concreto para melhorar a situação?</p>
<p>Aspectos a estudar com mais detalhes:</p>	

Figura 1 - Exemplo do questionário com a rubrica relativa ao trabalho repetitivo

3. Resultados

O laboratório de biologia molecular foco desta avaliação está localizado no segundo pavimento do prédio anexo da universidade, comportando uma área de 50,6 m², e cujo público usuário constitui-se fundamentalmente por alunos da graduação e pós-graduação, normalmente em número de três a oito pessoas por turno.

O método DeParis recomenda que o número de participantes indicados para compor o grupo de reflexão seja três a sete. As pessoas devem desempenhar funções relevantes na situação de trabalho e conhecer bem as atividades desenvolvidas, por este motivo foram selecionados para participar do questionário os seguintes sujeitos: “A”, mulher, 39 anos, técnica do laboratório; “B”, mulher, pesquisadora de pós-graduação, mestrado, 25 anos; “C”, mulher, pesquisadora de pós-graduação, doutorado, 30 anos e “D”, homem, pesquisador de iniciação científica, 22 anos. De acordo com os dados coletados, em todos os itens analisados, tem-se uma síntese do

estudo, a partir da avaliação em diagnóstico participativo (figura 2). A avaliação dos locais de trabalho primeiramente evidenciou problemas na distribuição das atividades, de acordo com os setores identificados na planta baixa de levantamento ilustrada na figura 3.

No setor 1 a área utilizada concomitantemente para recepção, uso do telefone, local para servir cafezinho e água mineral, eventualmente ainda ocupada por um computador, revela problemas de acúmulo de funções diversificadas, configurando uma espécie de válvula de escape para atividades não contempladas nos outros setores do laboratório. Local ainda ocupado pelo cabideiro para comportar jalecos e armário para acomodar pertences pessoais dos usuários, além de materiais como papel, pastas de arquivo morto, dentre outros (figura 4).

1. Os locais de trabalho	☹
2. A organização técnica entre os postos	☹
3. Os postos de trabalho	☹
4. Os riscos de acidente	☹
5. As ferramentas e materiais de trabalho	☹
6. O trabalho repetitivo	☹
7. A carga mental	☺
8. A iluminação	☺
9. Os riscos químicos e biológicos	☺
10. As vibrações	☺
11. As relações entre trabalhadores	☹
12. O ambiente social local e geral	☺
13. O conteúdo do trabalho	☺
14. O ambiente psicossocial	☺

Legenda:	
Situação satisfatória.	☺
Situação mediana e ordinária, melhorar se possível.	☹
Situação insatisfatória, suscetível de ser perigosa, devendo ser melhorada.	☹

Figura 2 – Quadro com a síntese da aplicação do método DeParis

Já no setor 2, o local onde estão disponíveis dois pares de *freezers* e refrigeradores, evidencia problemas de acessibilidade conjunta ao espaço de circulação e ingresso ao laboratório. Abriga ainda o equipamento lava-olhos, item para situações de emergência que encontra-se desativado, e cuja permanência no laboratório foi questionada (figura 5).

No que concerne o setor 3, no centro da sala (figura 6), comporta duas mesas utilizadas para computador e impressora interligados ao seqüenciador de DNA, equipamento atualmente danificado por não estar situado em local isolado e com temperatura estabilizada. Como apoio, dois gaveteiros fixos completam o grupo de mobiliário do setor, e que se constitui num espaço fundamental ao laboratório, configurando, porém uma barreira que entrava a circulação entre as bancadas dos setores 4 e 5.

O setor 4, composto por bancadas de 98 cm de altura, abriga uma série de equipamentos destinados aos experimentos laboratoriais, e cujo acúmulo neutraliza os espaços livres da bancada, restringindo a movimentação (figura 7).

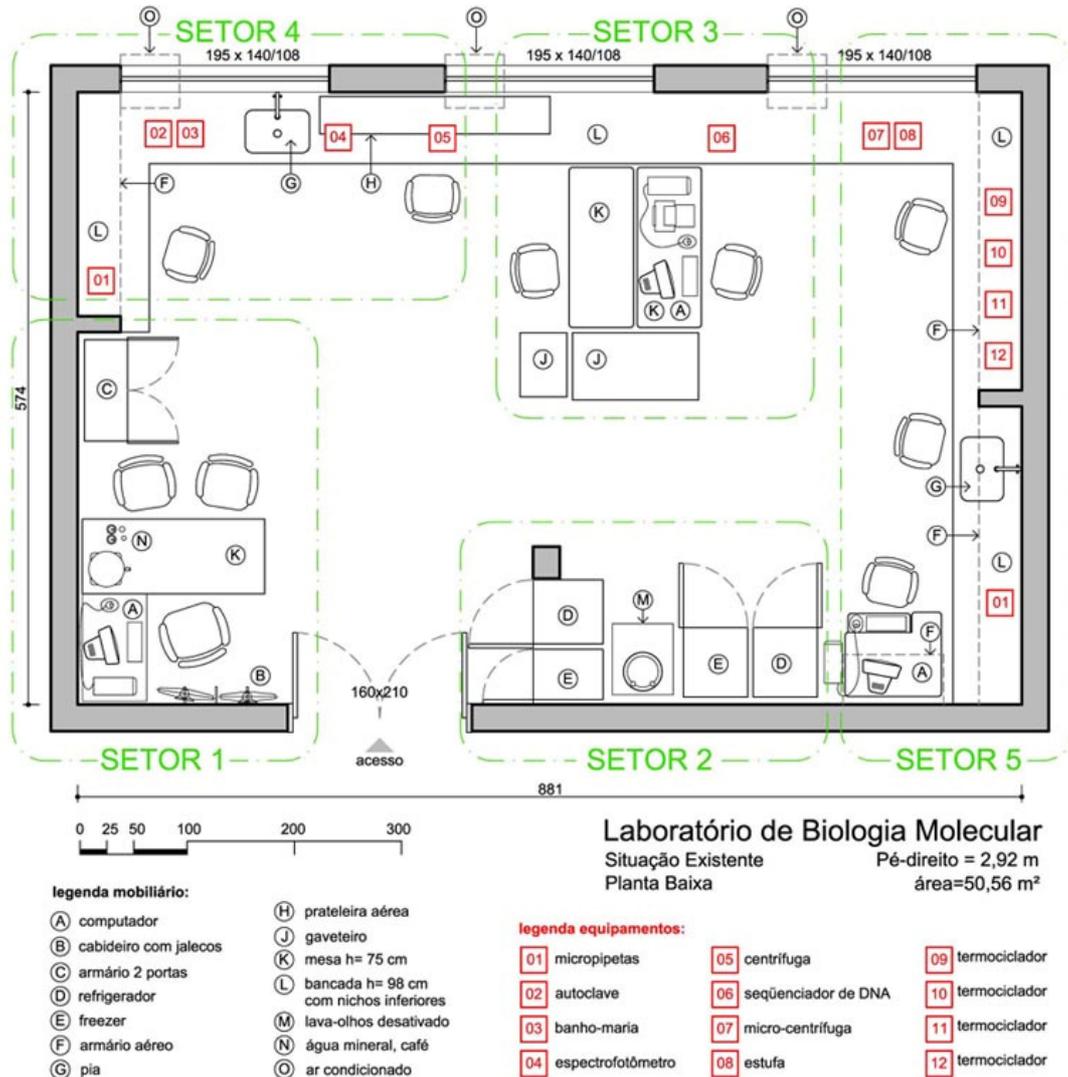


Figura 3 – Planta e legenda do laboratório existente



Figuras 4 e 5 – setores 1 e 2 do laboratório existente



Figuras 6 e 7 – setores 3 e 4 do laboratório existente

Por fim, no setor 5 a sistemática de trabalho do laboratório envolve substancialmente dois procedimentos: a área de pré-PCR, destinada à manipulação de tecidos e amostras para extração do material genético das células, e a área de PCR, onde é feita a ampliação do DNA. Os materiais manipulados nas duas diferentes áreas não podem ser misturados para evitar a contaminação de DNA. A área de PCR, por sua vez, situada no setor 5 (figuras 8 e 9), está inadequadamente integrada aos outros setores, e cuja situação ideal é descrita como um local específico e isolado, já que abriga um procedimento delicado no qual quaisquer interferências com outros processos pode ser prejudicial à sistemática do trabalho. Os usuários mencionaram a necessidade de pelo menos duas pequenas salas exclusivas para extração e manipulação de DNA, e que estejam contíguas ao laboratório. O trabalho executado é fundamentalmente individual, e o isolamento destas áreas facilita a concentração necessária ao processo.



Figuras 8 e 9 – setor 5 – bancadas para procedimento de PCR

Alguns problemas de infra-estrutura também foram mencionados: as pias existentes não estão equipadas com destilador, e quando há necessidade de utilizá-lo, os usuários têm que se deslocar para outro laboratório. O mesmo ocorre quando se necessita utilizar da capela com fluxo laminar. Já quanto às instalações de energia elétrica, telefonia e lógica, constatou-se que o número e distribuição das tomadas não estão adequados, restringindo a distribuição correta dos equipamentos, por vezes ocasionando o uso de benjamins e extensões que aumentam o risco de choques elétricos e sobrecarga na rede.

O plano de trabalho das bancadas situa-se na altura 98 cm, e sob as mesmas há nichos cuja finalidade é estocar materiais de uso freqüente: frascos com reagentes, embalagens para tubos de ensaio e lixeiras. Tal situação evidencia uma incompatibilidade de usos do plano de trabalho combinado a espaço para armazenagem, exigindo esforços de agachamento quando há necessidade de acessar algum material estocado e restringindo ainda a movimentação e posicionamento das pernas sob a bancada. Este problema foi unânime entre os usuários entrevistados, que relatam desconforto ao posicionar-se lateralmente ao plano de trabalho, ocasionando torção de tronco e riscos de choque dos joelhos contra as portas de vidro dos armários. Acima das bancadas, há armários aéreos cuja acessibilidade demanda esforços de extensão de braços, fato mencionado pelos usuários como gerador de desconforto e por vezes oferecendo risco de quedas de materiais.

Na avaliação das ferramentas de trabalho e fatores ligados aos procedimentos repetitivos, as pipetas foram caracterizadas como ferramenta utilizado na maioria dos procedimentos, cujas tarefas usualmente perduram por mais de 30 minutos. O trabalho de pipetagem durante o PCR usualmente ultrapassa a quantidade de 30 repetições por procedimento, no qual os cotovelos ficam elevados e sem apoio, para que o usuário possa manter a pipeta adequadamente posicionada no bocal dos tubos durante a coleta das amostras. É permitido ao usuário fazer pausas regulares, porém o alto nível de imersão que a tarefa demanda impede o mesmo de, conscientemente, reconhecer o momento de repousar. Foram relatadas ainda dificuldades para abertura das tampas dos tubos Eppendorf de 0,2 mL, que por apresentar dimensão reduzida podem ocasionar rompimento de luvas ou pequenos ferimentos na ponta dos dedos durante o processo.

Por fim, o questionamento das relações entre trabalhadores revelou especificidades na descrição dos contatos com serviços periféricos e de manutenção, com os quais há

dificuldades no fornecimento de material como luvas, sacolas específicas para cada tipo de lixo, desinfetantes, reagentes, ácidos, solventes, água e álcool.

4. Discussão

Fundamentalmente guiada pelos critérios para aplicação de uma ferramenta de diagnóstico geral dos riscos, a avaliação foi orientada pela pesquisa de uma situação de trabalho flexível, agradável e tecnicamente eficiente (MALCHAIRE, 2002). Assim, a atual configuração do laboratório, já sob prévia observação revelou problemas na distribuição das atividades, cuja falta de setorização impede o fluxo linear de processos, tornando confusa a circulação dos usuários e a organização das tarefas ao longo dos planos de trabalho. Os pesquisadores não dispõem de uma área de apoio livre e contígua, já que o espaço exíguo é predominantemente ocupado pelos equipamentos.

Os usuários consideram o laboratório limpo e agradável, e a existência de visual para o exterior não interfere no processo, sendo inclusive benéfico o isolamento parcial em relação ao ambiente exterior e aos outros pesquisadores, que pode facilitar a atenção e concentração necessárias aos procedimentos. Assim, as persianas existentes são convenientes na medida em que também evitam a incidência direta dos raios solares sobre as bancadas. A avaliação da iluminação existente também foi positiva, particularmente com destaque às qualidades das luminárias sob os armários aéreos dos setores 4, 5 e 6 que, por estarem próximas e frontalmente posicionadas ao usuário, garantem um nível excelente de iluminação, compatível com a acuidade visual necessária às tarefas mais delicadas.

Quanto ao piso cerâmico existente, foram salientadas qualidades como a tonalidade de cor clara, que facilita a identificação de impurezas, e a superfície antiderrapante, adequada à prevenção de escorregões. No entanto, foi questionada a largura excessiva do rejunte entre as peças cerâmicas, que dificulta a manutenção e limpeza, podendo acumular impurezas e microorganismos, incompatíveis com o nível de esterilidade e assepsia que o laboratório demanda.

Algumas rubricas indicaram intensidade moderada para os riscos de queda de objetos, particularmente relacionados à manipulação e acesso aos materiais estocados nas prateleiras e armários superiores. Tais fatores sugerem ainda risco ergonômico, evidenciado pelos esforços de elevação de braços que ocorrem neste caso, bem como torção de tronco e esforço de agachamento para a situação dos armários situados sob as bancadas. Os usuários sugeriram a implementação de planos de trabalho com altura de 75 cm, o que tornaria mais confortável a permanência prolongada, priorizando o uso de cadeiras às banquetas altas atualmente empregadas. As bancadas existentes, niveladas a 98 cm, foram consideradas ideais apenas para trabalhos em pé, como por exemplo, o acesso às pias e checagem de andamento dos processos realizados nos equipamentos.

Os processos executados no laboratório oferecem riscos químicos e biológicos intrínsecos, que são mencionados pelos usuários como corriqueiros e cujos procedimentos de segurança são plenamente dominados e controlados, fato que não desabona a atenção necessária a esta rubrica da avaliação. A manipulação de sangue contaminado com vírus HIV, por exemplo, demanda atenção redobrada e utilização de luvas e máscara de proteção. Há ainda o risco de exposição a raios ultravioleta quando se faz uso do transluminador, procedimento para o qual se disponibilizam óculos de proteção. Foi apontada também a necessidade de uma capela de fluxo horizontal-laminar de ar, equipamento ainda não disponível no laboratório analisado, no entanto essencial para neutralizar riscos mutagênicos durante a manipulação de brometo de

etídio, ou mesmo à prevenção de contaminação entre DNA manipulado e DNA do próprio pesquisador. Salienta-se que a tomada de consciência perante os riscos químicos e biológicos deve ser reforçada pela disponibilização de cartazes informativos sobre o gerenciamento de riscos existentes e procedimentos de segurança a adotar como em Coleman (2001). A manipulação das torneiras existentes, por vezes, exige a retirada das luvas de proteção. Assim, seria conveniente implementar comandos independentes, que possam ser operados com o cotovelo, sensor ótico ou através de pedal.

Foram citados especificamente ruídos e vibrações provenientes do agitador de placas e centrífuga, que são considerados toleráveis pelos usuários. Já o seqüenciador de DNA consiste em um equipamento de grandes dimensões, que deve estar conectado a computador e impressora, e que demanda uma temperatura estabilizada em 19°C para o funcionamento adequado. Sugere-se estudar viabilidade de posicionamento destes equipamentos em local isolado, porém de fácil acesso e que não ofereça entraves aos processos.

A melhoria das condições vinculadas ao trabalho repetitivo demanda a especificação de pipetas ergonomicamente adequadas e vínculos biomecânicos para apoio dos cotovelos. Os esforços são leves, porém é a repetição leva a ocorrência de fadiga nas mãos e braços, bem como dores no polegar como evidenciou Fredriksson (1995). Este fato sinaliza para a implementação de pipetas com design ergonomicamente adequado como recomenda Lee e Jiang (1999), bem como a redução do ciclo de pipetagens, através de controle sonoro acoplado às pipetas, sinalizando ao usuário o momento da pausa.

A avaliação dos fatores psico-organizacionais não evidenciou problemas relevantes, já que, como relatado pelos usuários, o laboratório insere-se numa atmosfera acadêmica, onde efetiva-se uma relação de complementaridade social e engajamento nas responsabilidades e missões dentro do processo de trabalho. Assim, as relações hierárquicas são desenroladas horizontalmente, onde o aprendizado é valorizado e a troca de experiências é salutar dentro do processo. Cada usuário apresenta autonomia na gestão de suas tarefas, contanto que respeite as normas de segurança e éticas intrínsecas ao exercício profissional.

Por fim, o conteúdo do trabalho foi descrito como interessante e diversificado, e que depende essencialmente da auto-motivação. Os pesquisadores apreciam e desfrutam das responsabilidades que lhe são confiadas, tomam iniciativas, podendo adaptar seu modo de trabalho, fundamentalmente na missão intrínseca de colaborar ativamente para a melhoria das pesquisas que desenvolvem. Os erros fazem parte do processo de aprendizado e são bem administrados, na medida em que se configuram como oportunidade de aperfeiçoamento pessoal.

5. Proposição do novo laboratório

O novo laboratório de microbiologia molecular proposto estará situado no 8º pavimento da futura edificação destinada a atender as demandas de ampliação da instituição, incorporando novos cursos voltados aos campos da nutrição e biomedicina. A área disponibilizada para implantação do laboratório é de aproximadamente 90 m², e a estratégia de composição procura refletir a filosofia de espacialidade integrada presente no projeto do novo edifício em execução.

Wing (2000) revela uma tendência à implementação de laboratórios com planta aberta e de maiores áreas para flexibilizar as possibilidades de arranjo e otimizar a circulação das pessoas. Apesar do ganho significativo de área para a realização das tarefas inerentes ao

funcionamento do laboratório, não foi conveniente a manutenção de uma planta completamente aberta, visto que algumas atividades desenvolvidas como a sequenciação de DNA e o PCR demandam ambientes com certo nível de isolamento e independência em relação às áreas de maior fluxo e com possibilidade de integração espacial.

Assim, a setorização priorizou em torno de 70% da área disponível para as áreas de experimentação, estudo e estoque, onde não há compartimentação, permitindo a livre circulação, acessibilidade e integração visual. A área remanescente foi então compartimentada fundamentalmente em dois ambientes, um deles abrigando o seqüenciador de DNA, interligado a computadores e impressora, com temperatura estabilizada em 19° C, ideal ao funcionamento do equipamento, e o setor de PCR, que teve sua área substancialmente ampliada em relação ao antigo laboratório, abrigando ainda a capela de fluxo laminar de ar, equipamento outrora inexistente.

O acesso ao laboratório se dá por porta dupla de vidro, ao lado da qual situa-se o lava-olhos, voltado a circulação externa, podendo ser compartilhado com os outros laboratórios presentes no pavimento. Uma divisória de vidro confere certa privacidade em relação ao acesso, possibilitando a inserção de programação visual e mural de recados por meio de adesivagem, configurando ainda um *hall* de acesso onde situa-se o armário para jalecos. Estrategicamente próximo à entrada, situa-se o guarda pastas, destinado a abrigar pertences dos usuários e que tem uso flexibilizado tanto internamente ao laboratório quando em uso ou externamente quando o laboratório estiver fechado.

Setorizou-se uma área de estudos, com planos de trabalho a 75 cm, destinados a abrigar computadores e impressoras, configurando ainda uma área de convivência e troca de experiências, complementada por armário para livros e periódicos para consulta. O setor destinado aos experimentos é constituído por bancadas para uso geral dos equipamentos, e estão dispostas de forma a ter acessibilidade direta da faixa de circulação longitudinal que intermedia a comunicação com a área para estoque. Esta, por sua vez, foi locada em toda a extensão longitudinal do laboratório, condensando todo o estoque em armários com altura ideal para o acesso sem agachamento; já que os espaços inferiores foram ocupados por gaveteiros com rodízios, que podem ser deslocados pelos usuários até seus postos de trabalho individuais, permitindo flexibilidade de uso. Dois grupos de *freezers* e refrigeradores são colocados em nichos situados também nesta área de estoque, permitindo o acesso direto e sem obstáculos.

Os planos de trabalho foram flexibilizados nas alturas de 75 cm e 100 cm, respectivamente destinadas a bancadas livres para procedimentos com uso de cadeiras giratórias, e bancadas para equipamentos de checagem rápida e pias com água destilada acionadas por comandos automáticos com sensor ótico. Tal estratégia de diferenciação de planos de trabalho refletiu a necessidade em pensar cada atividade de acordo com o tempo de permanência e conforto necessários, amparada pelas sugestões dos entrevistados durante o diagnóstico preliminar. Aliado a isto, o espaço sob as bancadas foi concebido de forma a estar totalmente livre de obstáculos ou nichos para estocagem, garantindo a livre movimentação e posicionamento adequado das pernas, evitando quaisquer esforços de agachamento ou torção de tronco.

As prateleiras aéreas são disponibilizadas em alturas compatíveis com uso confortável e eventual, recebendo luminárias sob elas que garantem um bom nível de iluminação direta e próxima aos usuários. Já as esquadrias externas incorporam controle da iluminação natural

por meio de persianas horizontais com abertura regulável. Os dados descritos supra são baseados no projeto conforme a Figura 10.

6. Considerações finais

Os resultados deste artigo apresentaram características qualitativas, já que se trata de uma avaliação de uma situação pré-existente e consolidada, almejando a proposição de melhorias para uma situação do ambiente futuro. A aplicação da metodologia de diagnóstico participativo de riscos mostrou-se eficiente em elucidar a sistemática de fluxos e processos que atualmente ocorre no laboratório; bem como avaliar a relação entre as dimensões dos planos de trabalho e o potencial risco que as mesmas trazem para as posturas e movimentos realizados. Na proposição do novo projeto, os aspectos levantados pelo questionário ofereceram subsídios para reformular a dinâmica espacial, caracterizando as áreas com necessidade de isolamento e permitindo reformular a distribuição das atividades com zoneamento e circulação flexibilizados. Da mesma forma, foi possível identificar o caráter da cada atividade em relação à postura ideal aplicável, propiciando a diferenciação entre os níveis dos planos de trabalho, prevenindo esforços como agachamento, extensão de braços ou torção de tronco quando em atividades desenvolvidas nas bancadas. A nova configuração do laboratório estimula a rotatividade entre os postos na medida em que uma nova dinâmica nas atividades exercidas em pé ou sentadas evitará posições de tempo prolongado.

Salienta-se que, mesmo em rubricas avaliadas positivamente, geralmente foram feitas ponderações em detalhes específicos da sistemática de trabalho e da relação com o dimensionamento e versatilidade dos espaços, demonstrando a eficiência do método em abordar diversas situações de trabalho e apontar novos caminhos para a caracterização do novo projeto, consolidando o objetivo do artigo.

A proposta para o novo laboratório foi submetida à validação posterior pelos usuários que participaram do estudo, recebendo avaliação predominantemente positiva, já que procurou incorporar a maioria das melhorias propostas na aplicação do questionário participativo. Ressalvas foram feitas em relação aos espaços livres sob as bancadas junto às esquadrias externas que, segundo opinião dos usuários, poderiam somente neste trecho receber armários inferiores para estocagem de materiais de uso eventual, complementando a necessidade de espaço não atendida pela área de estocagem principal.

Como continuidade do trabalho, propõe-se uma reaplicação do diagnóstico participativo quando concluída a execução do novo laboratório, evidentemente após um tempo de utilização do mesmo para que as rubricas sejam avaliadas perante uma experimentação já consolidada das melhorias propostas. Sugere-se ainda que, em uma nova avaliação, haja um estudo detalhado da utilização das ferramentas e equipamentos de trabalho, para que se possa aferir com maior acurácia os esforços e movimentos inerentes a cada tarefa. A identificação de fatores específicos que possam ainda induzir posturas desfavoráveis ou problemas relacionados à repetitividade de movimentos deve ser elaborada, já que usualmente o nível de imersão intrínseco aos procedimentos é considerável.

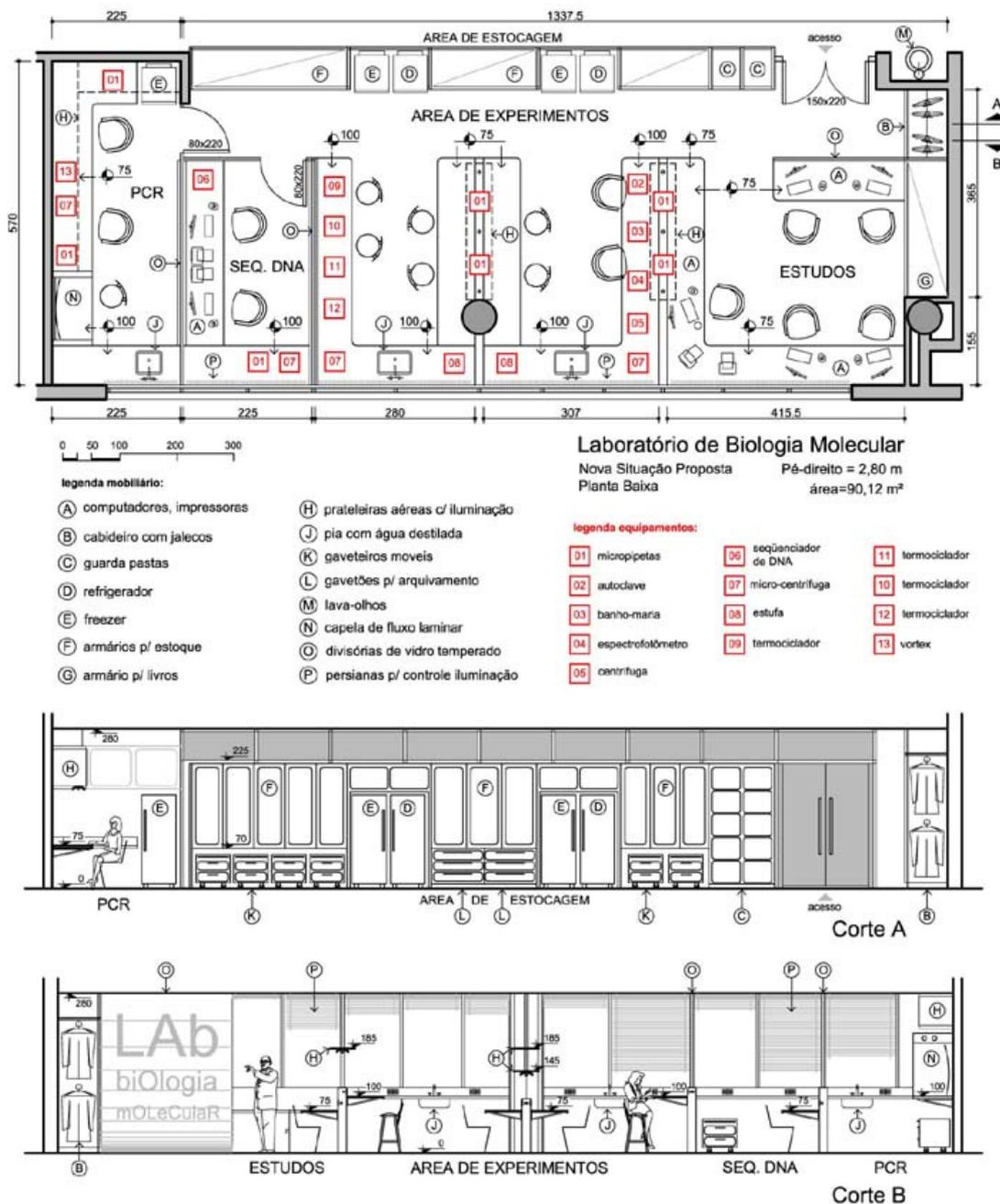


Figura 10 – Proposição do novo laboratório de microbiologia molecular.

Referências

- COLEMAN, R.** *Safety in the histochemistry laboratory.* Acta Histochemica 103, p. 253-260. 2001.
- DANIELLOU, F.** *Métodos em ergonomia de concepção: A análise de situações de referência e a simulação do trabalho.* In: Ergonomia e Projeto no Industria de Processo Contínuo, Editora Lucerna, p.29-33, 2000.
- ERICKSON, J. & HOSKINS, D. B.** *Laboratory ergonomics. The wake-up call: A CASE STUDY.* Chemical Health & Safety. 1998. Disponível em <<http://pubs.acs.org/hotartcl/chas/98/janfeb/erg.html>>
- FREDRIKSSON, K.** *Laboratory Work with automatic pipettes: a study on how pipetting affects the thumb.* Ergonomics; 38 (Suppl. 5): páginas 1067-73. 1995.

GOMES FILHO, J. *Design do Objeto - Bases Conceituais*. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

HIGNETT, S.; WILSON, J. R. & MORRIS, W. *Finding ergonomic solutions-participatory approaches*. Occupational Medicine, v.55, p. 200-207, 2005.

LEE, Y.H. & JIANG, M.S. *An ergonomic design and performance evaluation of pipettes*. Applied Ergonomics; 30: páginas 487-493. 1999.

MALCHAIRE, J. *Diagnóstico Participativo de Riscos de uma situação de trabalho: Método Deparis*. Universidade Católica de Louvain. Unidade de Higiene e Fisiologia do Trabalho. Bruxelas, 2002.

MALINE, J. *Simuler le travail : une aide à la conduite de projet*. Paris: ANACT, 1994.

MESQUITA, R.A; ANZAI, E.; OLIVEIRA, R.N. & NUNES, F.D. *Avaliação de três métodos de extração de DNA de material parafinado para a ampliação de DNA genômico pela técnica de PCR*. Pesqui Odontol Bras, v. 15, n. 4, páginas 314-319, out./dez. 2001.

MONTMOLLIN, M. *A Ergonomia*, tradução de Joaquim Nogueira Gil. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

NAGAMACHI, M. *Requisites and practices of participatory ergonomics*. Int. J. Ind. Ergon. Vol. 15, n. 5, p. 371-377, 1995.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Third Edition, Paperback*, 2004.

TEIXEIRA, M. O. *Análise do processo de trabalho em laboratórios de pesquisa em saúde: uma proposta de investigação*. Cad. Saúde Pública, vol.13, no. 4, páginas 711-721. Oct./Dec. 1997.

WING, A. K. *Laboratory Automation and Optimization: The Role of Architecture*. Clinical Chemistry 46:5; American Association for Clinical Chemistry, páginas 784-791. 2000.