Universidade de São Paulo
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Natalia Raiunec Civile

**Contribuição para o programa de necessidades de
laboratórios didáticos de química do ensino superior**

São Paulo
2010

NATALIA RAIUNEC CIVILE

Contribuição para o programa de necessidades de laboratórios didáticos de química do ensino superior

Dissertação apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, na área de concentração: Tecnologia da Arquitetura, sob orientação da Profª Drª Claudia Terezinha de Andrade Oliveira

São Paulo
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL: nacivile@yahoo.com.br

Civile, Natalia Raiunec
C582c Contribuição para o estudo e programa de necessidades
para laboratórios didáticos de química do ensino superior /
Natalia Raiunec Civile. --São Paulo, 2010.
133 p. : il.

Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Tecnologia
da Arquitetura) – FAUUSP.
Orientadora: Claudia Terezinha de Andrade Oliveira

1.Edifícios (Arquitetura) 2.Análise de desempenho
I.Título

CDU 721

Agradecimentos

Agradeço a minha família pela paciência e carinho.

A minha orientadora, Prof^a Dr^a Claudia Terezinha de Andrade Oliveira pela competência, dedicação e por ter me indicado o caminho a seguir.

Ao Prof. Dr. João Roberto Leme Simões por partilhar comigo sua cultura, vivencia, espírito aberto ao debate e pela entrevista concedida.

Ao Eng^o Mario Saporito, pela paciência, disponibilidade e contribuições.

A Lucia Janeiro Ribeiro, pelo tempo concedido e informações fornecidas.

A todos os amigos e colegas que me acompanharam nesta jornada e aos mestres que me permitiram ampliar meus conhecimentos.

RESUMO

Esta dissertação de mestrado insere-se no contexto da análise de desempenho técnico construtivo de edifícios. O objetivo é sistematizar informações qualitativas e quantitativas para subsidiar o programa de necessidades de projetos de laboratórios de química do ensino superior, para atendimento das demandas correntes de segurança e habitabilidade desses ambientes.

A pesquisa parte de uma revisão bibliográfica em bases nacionais e internacionais sobre análise de desempenho de edifícios habitacionais (ABNT NBR 15575/2008) e particularmente, do programa de necessidades das instalações laboratoriais em edifícios do ensino superior.

O trabalho de campo é realizado por meio da metodologia do estudo de caso único nos laboratórios do edifício do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, onde foram levantados e analisados os padrões de uso do edifício, os usuários e suas necessidades e expectativas.

O produto resultante desta análise e do confronto com as referências de desempenho será a relação de requisitos e critérios que podem ser utilizados na elaboração de programa de necessidades e em soluções de projetos de instalações laboratoriais de maneira responsável e consciente.

Palavras-chave: programa de necessidades, laboratórios de química; requisitos e critérios de desempenho.

ABSTRACT

This master's degree dissertation is inserted in the context of a technical constructive building development analysis. The objective is to systematize qualitative and quantitative information, in order to subsidize the necessities of higher education chemical laboratories project, to accomplish the current demands for safety and habitability of these environments.

The research is based on a bibliographical revision of national and international sources, related to the analyses on the development of habitational buildings (ABNT NBR 15575/2008) and program elements linked especially to the laboratorial installations in buildings of higher education.

The field work is done based on the unique case study methodology in the laboratories of the Chemistry Institute of the University of São Paulo (IQUSP), where the usage standards of the building, and users' necessities and expectations have been gathered and analyzed.

The product resulting from this analysis and from the confrontation with the performance standards will be the requirements inventory and the criteria that should be utilized in the elaboration of the program of needs and as solutions to laboratorial installations projects, in a responsible and conscious approach.

Keywords: Program of needs; chemistry laboratories; requirements and performance criteria.

1- Introdução

Contexto

Por iniciativa da agência de proteção ambiental e do departamento de energia dos Estados Unidos,¹ em 2005 foi lançado um programa de âmbito nacional, denominado Labs21, com o objetivo incentivar laboratórios públicos e privados, existentes e a serem construídos, a adotar estratégias para reduzir o impacto ambiental desses edifícios. Tais estratégias têm foco, na racionalização do uso de recursos materiais e financeiros, face os enfrentamentos do século XXI.

A curto prazo, a meta desse programa é alcançar a máxima eficiência energética possível dos laboratórios durante o ciclo de vida dos edifícios.

No Brasil, os recentes programas de etiquetagem de edifícios (Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética - PROCEL) abrem perspectivas para a adoção de um programa semelhante ao Labs21; o que seria de utilidade, principalmente aos laboratórios das instituições públicas, quanto à redução dos custos de operação e manutenção.

Contudo Woolliams *et al* (2005), além de destacar o benefício do Labs21, especialmente aos laboratórios das universidades, quanto às melhores condições de salubridade e ao menor impacto no meio ambiente, levantam algumas questões ainda não abordadas no escopo daquele programa e que merecem maior aprofundamento:

Será necessário definir os riscos operacionais dos usuários dos laboratórios mais claramente? Como isso poderia ser realizado?

Será necessário regulamentar o conhecimento científico de forma clara e transparente, por meio de normas para projeto, manutenção e operação de laboratórios?

¹ Informação disponível em http://www.wbdg.org/design/academic_lab.php acessada em 31/out/2009.

Como a cultura organizacional nos laboratórios de pesquisa poderá absorver o processo de projeto, manutenção e operação sustentáveis?

Tendo em vista as especificidades das instalações laboratoriais e o crescente nível de complexidade do projeto desses edifícios, as indagações remetem à necessidade do conhecimento efetivo do *comportamento em uso* desses ambientes, ou seja, do seu *desempenho*, bem como das *necessidades ou exigências dos seus usuários*.

É notório que tem havido um esforço na revalorização de questões relacionadas ao desempenho das edificações em geral, especialmente dos laboratórios, fazendo da sustentabilidade, um conceito mais amplo que incorpora a segurança, a salubridade do ambiente e o bem estar dos usuários. Faltam, no entanto, formas eficazes da incorporação desse conceito no projeto.

A recente vigência da norma brasileira de desempenho de edifícios² NBR 15.575:2008 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS³, 2008), embora seja focada em edificações residenciais de até cinco pavimentos, têm permitido uma reflexão sobre a sistematização das necessidades ou exigências dos usuários e as formas de incorporação desses conceitos às várias etapas do projeto.

Destaca-se o conceito de requisito de desempenho que, como a própria norma define, são “condições que expressam qualitativamente os atributos que o edifício [...] e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer às exigências [ou necessidades] do usuário”.

Outro conceito de relevância da NBR 15.575:2008 é o conceito de critérios: “especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados”.

² A norma de desempenho NBR 15.575, foi publicada em 12 de maio de 2008, entrando em vigor em 12 de maio de 2010.

³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: ABNT

Dentro desta lógica, os requisitos de desempenho podem ser interpretados como parte essencial do programa de necessidades de um edifício, conforme citação de Lemos (2005):

(...) se entendermos programa de necessidades não como uma simples lista de dependências ou como são determinadas as circulações horizontais ou verticais, mas, também, como um rol de condições para as boas atuações do cotidiano, sobretudo aquelas referentes ao conforto ambiental. Deverão estar presentes todos os equipamentos de última geração destinados a não permitir críticas às instalações em geral, principalmente às hidráulicas e elétricas – tudo para garantir o bem viver num invólucro arquitetônico belo demonstrando refinamento e bom gosto de seus usuários.

De fato, a incorporação do conjunto de requisitos de desempenho como parte do programa de necessidades é assumida pela própria norma de NBR 13531:1995 (ABNT, 1995), que orienta a elaboração do projeto de edificações e define o programa de necessidades como “etapa destinada à determinação das exigências de caráter prescritivo ou de desempenho (necessidades e expectativas dos usuários) a serem satisfeitas pela edificação a ser concebida”.

A partir dos elementos do programa de necessidades identificados por Kumlin (1995, p53-71), de acordo com a abordagem contemporânea, são destacados alguns elementos que são tomados como referência para o desenvolvimento desta pesquisa:

- Declaração das prioridades: identificar os objetivos do projeto e enumerá-los em ordem de prioridade decrescente; são objetivos de caráter geral onde podem estar contidas condições e/ou definições tangíveis ou intangíveis; isso se dá, principalmente, quando a disponibilidade de recursos é insuficiente para o alcance de todos os objetivos do programa; mesmo diante da suficiência orçamentária devem ser definidos objetivos prioritários, principalmente os que se referem ao atendimento de necessidades relacionadas à segurança dos usuários e/ou do patrimônio

físico, dependendo das especificidades das atividades serem desenvolvidas no futuro edifício ou no edifício a ser reabilitado ou readequado;

- Atributos dos ambientes: não são apenas vinculadas à dimensão dos ambientes, mas também às condições de acomodação dos usuários, móveis, equipamentos. São informações dadas em função do uso. Frequentemente esses atributos são resultantes das prioridades e da filosofia do proprietário/organização proprietária do edifício;
- Lista de ambientes: é o elemento mais facilmente reconhecível no programa, e que também é compreendido como sendo a essência do programa; serve como base para a identificação e quantificação dos ambientes e áreas do edifício. Podem ser tomados como exemplos: vestíbulo, vestiários, área de carga/descarga, sanitários privativos e públicos, sala de máquinas, estoque, áreas de suporte para atividades de manutenção, entre outros inúmeros exemplos. Comumente são indicadas a área bruta e a área útil de cada ambiente;
- Critérios para os projetos de arquitetura e engenharia: são correspondentes aos requisitos e critérios de desempenho, ou seja, expressam os atributos qualitativos (requisitos) e as especificações (critérios) que o projeto deve atender; não são completos sem a inclusão e análise das condições ambientais locais (relevo, clima, intemperismo) e, portanto, têm estreita relação com o conceito de desempenho; são aplicáveis a qualquer tipologia de projeto, dos mais simples aos mais complexos; embora alguns projetistas prefiram especificá-los em fases mais adiantadas do projeto, é conveniente identificar esses elementos ainda no programa uma vez que esses requisitos têm impacto no custo e nas soluções de projeto;
- Códigos, regulamentos, leis e normas: relação dos documentos legais e normativos que devem ser atendidos no projeto, quanto às restrições locais e à construção do edifício, são informações essenciais para todo e qualquer projeto;
- Critérios gerais: Diferem dos códigos e normas porque são, via de regra, definições ou imposições definidas pela organização e ou indivíduo

proprietário do edifício; como exemplos são identificados os requisitos ou parâmetros que afetam o custo ao longo do ciclo de vida dos materiais, componentes, sistemas como, por exemplo, definir o nível de desempenho relacionado ao custo de manutenção, custo de operação, custo de substituição e vida útil;

É consenso entre os pesquisadores e profissionais atuantes na área de projeto que um programa de necessidades bem elaborado, com a hierarquização dos atributos do edifício segundo as reais necessidades de seus usuários finais, é determinante para a satisfação desses usuários (YU et al, 2005; KELLY et al, 2005; KUMLIN, 2005).

Cabe ressaltar que toda sistematização de informações do programa é dinâmica, ou seja, as informações adotadas hoje deverão ser constantemente atualizadas e retroalimentadas para os futuros projetos.

Tendo em visto o que foi apresentado, esta dissertação insere-se no contexto do desempenho de edifícios, focando o programa de necessidades como referência para o projeto, construção e uso do edifício no que diz respeito ao atendimento das necessidades dos usuários.

Justificativa

A escassez de informações atualizadas sobre o projeto e operação de laboratórios dificulta a implementação de novos laboratórios e a própria manutenção corretiva dos laboratórios existentes, notadamente nas instituições de ensino superior e pesquisa das instituições públicas.

No entanto, tendo em vista os riscos à integridade e saúde humana nestes ambientes, por iniciativa dos próprios usuários, são divulgados manuais (INSTITUTO DE QUÍMICA, 2004; VIDAL; CARVALHO, 2003) que, além de práticas e procedimentos recomendados para segurança pessoal, evocam questões relacionadas ao edifício, como por exemplo, instalações apropriadas para o armazenamento de produtos químicos, prevenção e combate a incêndios, fazendo menção direta ao projeto e manutenção desses laboratórios.

Conforme descrito no manual de segurança do Instituto de Química (2004, pg.1):

(...) normalmente as condições de trabalho nos laboratórios são inseguras. Esse fato decorre da má utilização de espaços, do tipo de mobiliário, da disposição incorreta das instalações e da falta de equipamentos de proteção.

No texto daquele manual (Segurança do Instituto de Química, 2004, p.1) ainda são destacadas certos elementos, comuns à prática projetual, mas que, sob a perspectiva dos usuários, ganham destaque à medida que muitas de suas necessidades não são atendidas pelas mais diversas razões: falta de um programa específico; a inexistência da hierarquização das prioridades; limitações orçamentárias, entre outras.

(...) Todos os requisitos de segurança devem ser incluídos já na montagem do laboratório e mesmo pequenos detalhes devem ser previstos no projeto inicial. Estudos sobre a topografia do terreno, orientação solar, ventos, segurança do edifício e do pessoal, distribuição e tipos de bancadas, capelas, estufas, muflas, tipos de piso, iluminação e ventilação devem ser especificamente dirigidos ao tipo de laboratório.

(...) Muito importante no projeto é o estudo do local que será destinado ao almoxarifado. Quando são negligenciadas as propriedades físicas e químicas dos produtos químicos armazenados podem ser ocasionados incêndios, explosões, emissão de gases tóxicos, vapores, pós e radiações ou combinações variadas desses efeitos. (...)

Diante da carência de títulos sobre os temas em pauta, esta pesquisa propõe uma contribuição para a sistematização de informações aplicáveis ao programa de necessidades e diretrizes de projeto de laboratórios de química para o ensino superior.

Partindo de um estudo de caso, o Instituto de Química da Universidade de São Paulo - IQUSP, mais especificamente o conjunto de seus laboratórios de ensino, foi possível conhecer mais detalhadamente os padrões de uso do edifício, os usuários e suas necessidades e expectativas.

O edifício em referência foi escolhido por simbolizar um caso representativo. Trata-se de um projeto concebido nos anos 1960, com soluções técnicas

inovadoras para a época, e que atualmente, apesar das modificações realizadas nos últimos dez anos, encontra-se em pleno funcionamento mantendo muitos dos atributos do projeto original.

Além disso, a possibilidade de contato com um dos projetistas do edifício permitiu a obtenção de relatos sobre singularidades do programa de necessidades, projeto de arquitetura e da construção do edifício.

Aspectos ligados à segurança e habitabilidade desses ambientes, foram identificados, analisados e sistematizados na fase conceitual do projeto, mais especificamente, no programa de necessidades, objetivando a implementação de sistemas eficientes que possam auxiliar nas ações corretivas dos laboratórios existentes, notadamente nas instituições públicas de ensino superior.

O principal resultado desse estudo é a contribuição para a elaboração do programa de projeto para laboratórios acadêmicos e uma base de dados que possa auxiliar arquitetos e projetistas na concepção de seus projetos.

Objeto

O conjunto do Instituto de Química da Universidade de São Paulo – IQUSP, mais especificamente o conjunto dos laboratórios didáticos e os arranjos físicos e instalações desses.

Objetivo

Sistematizar informações qualitativas e quantitativas para subsidiar o programa de necessidades de projetos de laboratórios de química do ensino superior, para o atendimento das demandas correntes de segurança e habitabilidade desses ambientes.

Método

Para a concretização do objetivo proposto, este trabalho teve início com o estudo analítico das necessidades dos métodos contemporâneos de projeto para laboratórios de química.

O estudo da literatura teve como objetivo reunir as principais referências,

nacionais e internacionais, sobre as necessidades dos usuários relativas ao desempenho esperado para esses ambientes.

Foram pesquisadas as principais bases normativas e legais, vigentes no Brasil e no exterior, aplicáveis ao projeto desses laboratórios.

Na sequência, foi proposto o estudo de caso, em um edifício que reúne laboratórios de química em funcionamento há mais de 40 anos.

Foram levantados os novos arranjos espaciais e novas instalações para viabilizar a aplicação das atuais técnicas e métodos de ensino.

As descobertas do trabalho experimental foram confrontadas com os dados literários e permitiram a correlação de pertinência e adequação dos requisitos e critérios de desempenho às necessidades dos usuários dos laboratórios na realidade brasileira, especificamente com relação aos requisitos de:

- Segurança:
 - Segurança contra o fogo
 - Segurança no uso e operação
- Habitabilidade:
 - Conforto higrotérmico
 - Conforto acústico
 - Conforto lumínico
 - Saúde, higiene e qualidade do ar
 - Funcionalidade e acessibilidade
 - Conforto tátil e antropodinâmico

O estudo de caso

O objeto do estudo de caso foi selecionado por ser considerado como estratégia de pesquisa que, segundo Yin (2005, p.19, 32) é comumente usada quando se desejam respostas de *como* e *por que* os fatos acontecem.

Além disso, segundo o autor, é considerada uma investigação de natureza empírica na qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre os acontecimentos e que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real e permite o conhecimento e análise de fatos no seu local de ocorrência natural (YIN, 1984; STAKE, 1978 *apud* ALVES-MAZZOTTI, 2006).

Os fatos explorados no presente trabalho referem-se ao atendimento ou não atendimento das necessidades dos usuários, quando analisado o seu local de trabalho, ou seja, os arranjos espaciais e as instalações dos laboratórios de química dedicados ao ensino.

O objeto selecionado foi o conjunto do Instituto das Químicas da Universidade de São Paulo – IQUSP, mais especificamente o conjunto dos laboratórios didáticos, localizado na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira – CUASO.

Esse edifício foi selecionado porque representa para a USP e demais universidades brasileiras, um dos maiores complexos arquitetônicos da área do ensino de química do país.

Foi construído em estrutura de concreto pré-fabricado o que, à época da sua concepção (década de 1960), significava um avanço tecnológico na produção de instituições de ensino.

Seu partido pavilhonar horizontal-retangular, sua coordenação modular (M=0,86m) dotaram-no de expansibilidade (tanto horizontal, como vertical) e flexibilidade interna (alterações de layout).

A pesquisa de soluções e adoção de materiais inéditos na época, como por exemplo, pisos de epóxi, painéis divisórios, canaletas de alimentação para as instalações e outros, mostram a preocupação de se buscar tecnologias de ponta,

um dos pré-requisitos atuais recomendados por especialistas internacionais⁴.

Entrevistas

As entrevistas foram realizadas no local de análise, de forma espontânea e através de roteiro (ver em anexos) como uma entrevista espontânea. Isto se deve ao fato de que, no Estudo de Caso, os dados em campo são coletados sob condições de ambiente não controlado, isto é, devem ser coletados em contexto real.

Assim o investigador deve adaptar-se à disponibilidade dos entrevistados. As entrevistas foram sendo realizadas de forma livre com os seguintes agentes: (a) usuários (funcionários não docentes tais como técnicos de laboratório, técnicos administrativos; (b) responsáveis pela manutenção do edifício.

Nos anexos são apresentados exemplos dos tópicos de entrevistas.

Dadas as condições especiais desse estudo, a entrevista com um dos autores do projeto original de arquitetura, o Prof. Dr. João Roberto Leme Simões, é de grande interesse e valia no conhecimento das premissas e valores que determinaram as especificidades do programa de necessidades e as soluções do projeto desta obra. Adicionalmente, o estudo das obras publicadas por Simões (1989, 2004), que têm relação com o objeto desta pesquisa, traz registros sobre o uso do edifício em momentos distintos. Essa condição foi favorável à análise do desempenho do edifício, e de suas partes, nas últimas duas décadas.

⁴ Watch, Daniel *et al* *Academic Laboratory* – Research Facilities- Whole Building Design Guide

Vistoria

O método de inspeção direta permitiu a visualização de componentes, elementos e ambientes passíveis de visitação. Embora não tenham sido realizados ensaios e medições locais, com exceção da conferência de dimensões físicas de componentes, elementos e ambientes, as vistorias *in loco* sempre foram acompanhadas pelo responsável da manutenção o que permitiu a observação das atividades rotineiras dos mesmos em reais condições de uso dos espaços.

Essas condições, juntamente com os registros fotográficos, permitiram a coleta e análise de evidências locais.

A coleta de dados foi feita junto ao responsável pela manutenção e a administradora do Instituto das Químicas, mediante declaração verbal, complementada pela coleta de documentos técnicos (descritivos ou gráficos) e fotografias.

Análise dos dados e apresentação de resultados

A explanação sobre cada situação ou ocorrência é feita mediante o uso de proposições teoricamente significativas e já formalizadas obtidas a partir do referencial normativo / legal e práticas recomendadas. A hierarquização dessas situações ou ocorrências é feita com base na gravidade das conseqüências e reflexos nos itens do desempenho.

Esses resultados são confrontados aos dados da literatura especializada sobre o tema. Esse confronto permitiu a análise da pertinência e adequação dos requisitos e critérios de referência levantados na revisão bibliográfica às necessidades dos usuários dos laboratórios analisados.

Como conclusão foi realizada a síntese dos principais requisitos e critérios e a sua aplicabilidade aos projetos de laboratórios de química, destinados ao ensino superior.

As limitações da pesquisa- Recorte

Quando do início dos trabalhos em campo, foram inúmeras as tentativas de se fazer os levantamentos nos laboratórios de pesquisa, mas variáveis e fatores que fogem ao controle da autora impossibilitaram tais levantamentos.

Os laboratórios de pesquisa do IQ são em maior número, se comparados com os didáticos - ocupam 65% da área dedicada às atividades laboratoriais acadêmicas. Cada pesquisador, dependendo da linha de pesquisa, possui uma área com equipamentos específicos ao desenvolvimento da mesma, variando, tanto de tamanho (área concedida) quanto pelas características físicas- layout interno.

A divisão destas áreas concedidas passa por uma comissão do IQ. Esta comissão verifica a disponibilidade para a inclusão de novas áreas para pesquisa e /ou ampliações.

Os pesquisadores recebem o espaço delimitado por divisórias e devem informar a administração sobre a capacidade de carga que será instalada para que assim possa ser verificada sua disponibilidade.

Normalmente as instalações dos equipamentos, mobiliários e outros são realizados por terceiros (empresas outras à equipe de manutenção do IQ).

O acesso a estas áreas é restrito e normalmente somente o pesquisador, sua equipe e o laboratorista responsável têm acesso a elas.

Do que foi possível ser verificado, os laboratórios de pesquisa contam com inúmeros equipamentos, muitas vezes instalados fora da área do laboratório – na circulação e passagens.

Fica clara a necessidade por mais áreas – nas entrevistas espontâneas com alguns laboratoristas, a necessidade de ampliação do IQ foi várias vezes citada.

Estruturação

O conteúdo deste trabalho está estruturado como segue:

Neste Capítulo 1, como lido, constam a introdução, justificativa, objeto, objetivo, método de desenvolvimento da pesquisa e a estrutura da dissertação.

No Capítulo 2 são sistematizados os requisitos de desempenho dos laboratórios quanto à segurança e habitabilidade a partir das normas e documentos de referência para os laboratórios.

O Capítulo 3 apresenta a leitura do objeto de estudo, de forma mais geral do edifício do Instituto de Química e, de forma específica, dos laboratórios didáticos. A leitura do objeto é feita destacando as alterações e adaptações feitas nos últimos dez anos no edifício, com o objetivo de recuperar o nível de desempenho e atender novas demandas dos usuários.

No Capítulo 4 são apresentados, de forma circunstanciada, correlações entre os atributos do edifício (antigos e novos) e o atendimento dos requisitos de desempenho quanto segurança e habitabilidade.

No Capítulo 5 faz-se a síntese do trabalho, resultados, contribuições e proposta de trabalhos futuros.

No Capítulo 6 são apresentadas as referências bibliográficas e os anexos. Nos Anexos são apresentados os roteiros de entrevistas, a autorização para a reprodução das entrevistas, fotos e documentados coletados e a transcrição da entrevista com o Prof. Dr. João Roberto Leme Simões.

2- REQUISITOS DE SEGURANÇA E HABITABILIDADE DOS LABORATÓRIOS.

O presente capítulo visa sistematizar os requisitos de desempenho dos laboratórios quanto à segurança e habitabilidade e reunir as normas e documentos de referencia para os laboratórios.

O documento técnico balizador deste capítulo é a norma ABNT NBR 15575 (2008) - "Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos" e apesar de estar direcionada para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, seu material técnico é referencia para outros seguimentos do setor.

Outras referencias utilizadas foram as normas nacionais contra incêndio e manuais de segurança para laboratórios. As normas internacionais foram analisadas quando indicadas ou referenciadas pelas normas nacionais ou quando sua aplicação e pertinência se adequaram ao estudo.

A adoção do conceito de desempenho desde a fase de concepção do projeto implica em definir quais as condições a serem satisfeitas pelo produto, tanto no nível qualitativo (requisitos⁵) quanto à análise objetiva do atendimento ou não as exigências estabelecidas (critérios⁶).

Segundo a "ABNT NBR 15575 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos" os requisitos tratados neste trabalho são: Segurança a Incêndio; Uso e operação e Habitabilidade.

A seguir Tabela 1 adaptada da norma com as exigências dos usuários quanto aos requisitos e critérios para os itens segurança e habitabilidade:

⁵ Requisitos de desempenho são condições qualitativas que devem ser cumpridas por um edifício, a fim que sejam atendidas as exigências do usuário. (ABNT NBR 15.575-1, 2008).

⁶ Conjunto de especificações e procedimentos que visam representar tecnicamente as exigências do usuário segundo as Normas Técnicas vigentes. São expressos de forma a possibilitar a análise objetiva do atendimento, ou não, às exigências estabelecidas. (ABNT NBR 15.575-1,2008).

Tabela 1: Requisitos de desempenho ABNT NBR 15575-1:2008

Requisitos de Desempenho ABNT NBR 15.575-1:2008 ⁷	
	1. Segurança contra incêndio
REQUISITO: <i>Princípios de incêndios</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção contra descargas atmosféricas • Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas • Proteção contra risco de vazamentos nas instalações de gás • Retardamento de chamas nas instalações elétricas • Fios e cabos antichama • Fiação não embutida em eletrodutos- <i>deve estar sempre embutida em eletrodutos</i>
REQUISITO: <i>Inflamação generalizada</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Propagação superficial de chamas • Equipamentos de extinção e sinalização
REQUISITO: <i>Propagação para outras áreas</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência ao fogo das vedações ou elementos construtivos de compartimentação • Portas corta-fogo nas caixas de escadas, acessos e elevadores • Selos corta-fogo em dutos verticais • Estanqueidade ao fogo entre edificações geminadas
REQUISITO: <i>Propagação para edifícios adjacentes</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre fachadas de edifícios adjacentes
REQUISITO: <i>Fuga em situação de incêndio</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Limitação de fumaça nos materiais internos da habitação • Aberturas para fuga em caso de incêndio • Número e posição de portas externas • Frestas na junção da vedação vertical com piso ou teto • Rotas de fuga • Sinalização e iluminação de emergência
REQUISITO: <i>Acessibilidade para combate a incêndio e resgate de vítimas</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Acessibilidade de carros de combate a incêndio
	2. Segurança no uso e operação
REQUISITOS: <i>Segurança na utilização do imóvel</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança na utilização dos elementos e componentes: Rupturas, instabilizações, tombamentos ou quedas dos usuários Partes expostas cortantes ou perfurantes Deformações e defeitos acima dos limites especificados neste conjunto de normas.
REQUISITOS: <i>Segurança na utilização das instalações</i>	
CRITÉRIOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança na utilização das instalações

Continua

⁷ Adaptação da ABNT NBR 15.575-1:2008 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos

Continuação da tabela:

Requisitos de Desempenho ABNT NBR 15.575-1:2008	
HABITABILIDADE	3. Desempenho térmico REQUISITO: <i>Condições de conforto no verão</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Critérios e níveis de desempenho para condições de verão REQUISITO: <i>Condições de conforto no inverno</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Critérios e níveis de desempenho para condições de inverno
	4. Desempenho acústico REQUISITOS: <i>Isolação acústica de vedações externas</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Nível tolerável de ruído no interior da habitação • Isolação ao som aéreo da envoltória da habitação REQUISITOS: <i>Isolação acústica entre ambientes</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Isolação ao som aéreo de entrepisos e paredes internas REQUISITOS: <i>Ruídos por impactos e ruídos de equipamentos</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Ruídos gerados por impactos ou vibrações
	5. Desempenho lumínico REQUISITOS: <i>Iluminação natural</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Níveis mínimos de iluminamento natural REQUISITOS: <i>Iluminação artificial</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Níveis mínimos de iluminamento artificial REQUISITOS: <i>Ruídos por impactos e ruídos de equipamentos</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Ruídos gerados por impactos ou vibrações
	6. Saúde higiene e qualidade do ar REQUISITOS: <i>Proliferação de microorganismos</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima contaminação microbiológica admitida REQUISITOS: <i>Poluentes na atmosfera interna a habitação</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima contaminação por dióxido de carbono admitida • Máxima contaminação por aerodispersóides admitida REQUISITOS: <i>Contaminações das instalações prediais</i> CRITÉRIOS: <ul style="list-style-type: none"> • Liberação de gases e microorganismos pelas instalações • Prevenção contra contaminação da água potável

Continua

Continuação da tabela

Requisitos de Desempenho ABNT NBR 15.575-1:2008	
HABITABILIDADE	7. Funcionalidade e acessibilidade
	REQUISITO: <i>Dimensões mínimas e organização funcional dos espaços</i>
	CRITÉRIOS:
	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação
	REQUISITO: <i>Adequação das instalações prediais</i>
	CRITÉRIOS:
	<ul style="list-style-type: none"> • Adequação das instalações hidrossanitárias
	REQUISITO: <i>Adequação para portadores de deficiências físicas/ mobilidade reduzida</i>
	CRITÉRIOS:
	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptação para portadores de deficiências físicas/ mobilidade reduzida
	REQUISITO: <i>Capacidade de suporte a cargas suspensas</i>
	CRITÉRIOS:
	<ul style="list-style-type: none"> • Peças suspensas fixadas em paredes ou tetos
	REQUISITO: <i>Possibilidade de ampliação</i>
	CRITÉRIOS:
	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação de áreas

Fim da tabela

A busca por uma descrição das necessidades do programa as quais o projeto deverá atender remete a identificação dos valores dados pelos usuários ao espaço construído.

Segundo Hershberger (1999) estes valores podem ser classificados segundo os seguintes aspectos: humano, ambiental, cultural, tecnológico, temporal econômico, estético e segurança.

Estes valores são importantes para a arquitetura, mas deve-se repensar e expandir essas categorias de valores durante o programa arquitetônico, de tal forma que outros valores arquitetônicos potenciais possam ser antecipados (como configurações do terreno e clima, consumo de energia, contexto urbano, custos de construção, crescimento, mudança, outros) (HERSHBERGER, 1999, p. 53).

A partir desta lista de aspectos, o programa de necessidades deve identificar, junto ao usuário, quais os valores mais importantes e que serão considerados como tópicos centrais do projeto.

Estes valores então deverão ser descritos em detalhes para compor uma estrutura que auxiliará o desenvolvimento do projeto arquitetônico (HERSHBERGER, 1999, p.74).

Uma estrutura geral, segundo os principais valores de HERSHBERGER (1999, p.

73-167), é descrita na tabela 02.

Tabela 02: Aspectos e valores que dão origem aos tópicos de projeto

ASPECTO	Valores	Descrição
HUMANO	Atividades funcionais para ser habitável	A edificação deve acomodar as atividades a que se propõem
	Relações sociais a serem mantidas	Identificação e a relação entre grupos de usuários, suas estruturas organizacionais, formas de interação e necessidades específicas
	Características físicas e necessidades dos usuários	Conhecimento das dimensões físicas dos ambientes e respectivos equipamentos necessários para o atendimento de todo o universo de usuários
	Características fisiológicas e necessidades dos usuários	Informações sobre os usuários portadores de necessidades especiais, redução motora, auditiva, visual e outras
	Características psicológicas e necessidades dos usuários	Informações sobre como os usuários percebem, sentem e se comportam em um espaço construído
AMBIENTAL	Terreno e entorno	Características do terreno e seu entorno
	Clima	Temperatura, umidade, ventos predominantes
	Contexto urbano	Características do sítio: proximidade de aeroportos, tipo de tráfego, outros.
	Recursos naturais	Levantamento dos recursos naturais disponíveis: água, ar, energia, outros
	Resíduos	Levantamento do tipo, quantidade e sistemas de coletas de resíduos necessários
CULTURAL	Histórico	Características históricas do bairro/cidade/estado
	Institucional	Características da Instituição, sua missão e objetivos
	Político	Zoneamento e códigos de obra
	Legal	Normas, projetos de lei, outros
TECNOLÓGICO	Materiais	Preferências do usuário quanto aos materiais (madeira, concreto, vidro, alumínio, outros)
	Sistemas estruturais	Preferências do usuário por algum tipo de sistema estrutural
	Processos construtivos	Métodos, técnicas e ferramentas a serem utilizadas na construção

Continua

Continuação da tabela		
TEMPORAL	Crescimento	Levantamento das necessidades de expansão: período, frequência
	Mudança	Flexibilidade dos espaços, periodicidade de mudanças
	Permanência	Edificações feitas para durar (estádios, igrejas, outros). Levantamento de materiais e sistemas com alto desempenho e durabilidade
ECONÔMICO	Financeiros	Estimativa do custo total da obra: opções e alternativas
	Construção	Conhecimento do custo meta aprovado pelo usuário
	Operação	Informações sobre o custo de operações da edificação
	Manutenção	Levantamento das necessidades dos sistemas, equipamentos, áreas e respectiva análise de custos
	Energia	Levantamento de alternativas para o consumo/custo de energia: gás, elétrico, solar, outros
ESTÉTICO	Forma	Levantamento sobre as preferências do usuário quanto à forma da edificação
	Espaço	Levantamento sobre as características de cada espaço da edificação, conforme necessidade do usuário
	Significado	Desejo do usuário de expressar, através da edificação, uma imagem específica
SEGURANÇA	Estrutural	Verificação do dimensionamento estrutural necessário a característica da edificação
	Incêndio	Levantamento dos riscos, ações procedimentos e concepções necessárias para evitar incêndios
	Químico	Informações sobre a proximidade de indústrias poluidoras, ambientes onde haverá manipulação e/ou guarda de produtos perigosos, outros
	Contra intrusão externa	Identificar as possibilidades de intrusões externas
	Fim da tabela	

FONTE: A partir das informações contidas HERSHBERGER (1999, p. 73-167).

Seguindo este raciocínio, e utilizando a tabela adaptada da norma NBR15575 (ABNT, 2008) com as exigências dos usuários (para os requisitos e critérios de

desempenho) quanto à segurança e à habitabilidade dos edifícios, tem-se:

Tabela 03: Tabela comparativa valores Hershberger e NBR 15575:

<i>Segundo Hershberger (1999, p. 53 a 167)</i>		<i>Segundo NBR15575 (2008)</i>
ASPECTO	Valores	Classe de Requisitos
HUMANO	Atividades funcionais para possibilitar a utilização da área de forma compatível à atividade	15. Funcionalidade e Acessibilidade- 15.1. Dimensões mínimas e organização funcional dos espaços
	Relações sociais a serem mantidas	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
	Características físicas e necessidades dos usuários	15. Funcionalidade e Acessibilidade- 15.2. Adequação das instalações prediais 11. Desempenho higrotérmico 12. Desempenho acústico 13. Desempenho lumínico
	Características fisiológicas e necessidades dos usuários	15. Funcionalidade e Acessibilidade- 15.3. Adequação para portadores de deficiência física/ mobilidade reduzida
	Características psicológicas e necessidades dos usuários	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
AMBIENTAL	Terreno e entorno	18. Adequação ambiental 18.1 Projeto e implantação de empreendimentos
	Clima	11. Desempenho higrotérmico
	Contexto urbano	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
	Recursos naturais	18. Adequação ambiental 18.2- Seleção e consumo de materiais 18.3- Consumo de água e deposição de esgotos no uso e ocupação da habitação 18.4 – Consumo de energia no uso e ocupação da habitação
	Resíduos	18. Adequação ambiental 18.3- Consumo de água e deposição de esgotos no uso e ocupação da habitação
CULTURAL	Histórico	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
	Institucional	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
	Político	Atendimento a Lei de zoneamento e código de obras locais conforme prevê a Norma
	Legal	Todas as referencias normativas indicadas na norma e que devem ser consultadas

Continua

Continuação da tabela		
TECNOLÓGICO	Materiais	17. Durabilidade e Manutenabilidade- 17.3. Durabilidade dos materiais e componentes 8. Segurança contra Incêndio 8.2. Inflamação generalizada- materiais que dificultam a inflamação generalizada em caso de incêndio; 8.5.1. Limitação de fumaça nos materiais internos da habitação
	Sistemas estruturais	7. Desempenho Estrutural 7.1-Estabilidade e resistência estrutural; 7.2- Deformações, fissuração e ocorrência de outras falhas
	Processos construtivos e de concepção	Todas as referências normativas indicadas na Norma relacionadas ao projeto e execução e que devem ser consultadas
TEMPORAL	Ampliações	15. Funcionalidade e acessibilidade 15.5. Possibilidade de ampliação da edificação
	Flexibilidade para Mudança	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
	Permanência	17. Durabilidade e manutenabilidade 17.1. Vida útil da construção e de suas partes
ECONÔMICO	Financeiros Construção Operação Manutenção Energia	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
ESTÉTICO	Forma	Estes valores não têm correspondência direta com os requisitos da norma
	Espaço	15. Funcionalidade e acessibilidade 15.1. Dimensões mínimas e organização funcional dos espaços
SEGURANÇA	Incêndio	8. Segurança contra Incêndio
	Químico	9. Segurança no uso e operação 18. Adequação ambiental
	Contra intrusão externa	7. Segurança estrutural 7.4. Resistência contra impactos (da norma de desempenho parte 4 – Vedações verticais)

Fim da tabela

Essas correspondências dos valores aos requisitos da NBR foram feitas com base na interpretação de Hershberger (1999). No entanto cabem algumas notas sobre os requisitos indicados na tabela e outros que constam na NBR.

Os valores econômicos de Hershberger não correspondem diretamente aos

requisitos de desempenho.

Hershberger propõem definir custos limites estipulados pelo usuário, ou seja, a partir do conhecimento das possibilidades econômicas máximas a serem disponibilizadas para o empreendimento serão tomadas as decisões projetuais.

A norma estabelece níveis de desempenho (mínimo, intermediário e superior) para alguns requisitos que implicam no maior ou menor custo da obra.

Estes níveis de desempenho devem ser definidos com o usuário, analisando-se a vida útil dos elementos, componentes e materiais e conseqüentes custos de manutenção.

Outra análise a ser realizada é quanto à correlação entre os níveis de desempenho e o conforto. Por exemplo, segundo a norma, os níveis de desempenho aplicados aos requisitos térmico e lumínico, quando mínimos, resultam em soluções técnicas de menor custo e que refletem na sensação de conforto do usuário muitas vezes de forma insatisfatória.

Alguns aspectos dos valores culturais e humanos apontados por Hershberger não estão contemplados na norma, mas devem ser incorporados ao programa por apresentarem aspectos importantes para o entendimento do uso futuro destes ambientes, das culturas e relações sociais a serem mantidas e outras que deverão ser adequadas para garantir a segurança dos usuários e seu ambiente.

A norma enquanto referência para outras tipologias de edifício e sua lógica de formulação dos requisitos e critérios de desempenho com objetivo de atender as necessidades dos usuários, permite relacionar os pontos críticos a serem atendidos de forma objetiva pelo projeto a partir da formulação do programa.

Os valores de Hershberger e os requisitos e critérios da norma somam informações subjetivas e objetivas das necessidades do usuário possibilitando maior detalhadamente do programa de necessidades.

Segundo KUMLIN (1995, p.135) o excesso de informações pode dificultar a tomada de decisões por parte dos projetistas.

Por outro lado não oferecer informações suficientes para os projetistas resultará em soluções técnicas limitadas e com pouca relevância para o atendimento das necessidades do usuário. Na verdade esta situação é reflexo de um programa de

necessidades inadequado.

Os itens das tabelas serão tratados nesta tese pelos requisitos prioritários aos ambientes laboratoriais com base na coletas de normas específicas, sendo muitas delas consolidadas pelas experiências dos próprios profissionais e usuários.

2.1- Segurança e procedimentos contra o fogo nos Laboratórios

Quando se pensa em laboratórios a segurança dos usuários desponta como preocupação prioritária.

Normas rígidas de segurança devem ser transmitidas a todos os usuários dos laboratórios. A correta utilização dos espaços, o conhecimento das propriedades dos produtos, assim como das técnicas de manipulação e seu armazenamento são fundamentais para prevenir e evitar acidentes.

A abordagem em relação às interações ambientais das atividades de um trabalho com substâncias químicas ou materiais perigosos é talvez um dos aspectos que geram maiores riscos.

É muito difícil se esperar que os efeitos ambientais de resíduos, emanações, efluentes sejam conhecidos e determinados em sua totalidade.

É preciso se ter em mente que a avaliação de risco não é a rigor paramétrica e que as abordagens devem ser simultaneamente complexas, com valores subjetivos e com interferências ambientais.

Os objetivos, razões e alternativas para as atividades realizadas em laboratórios devem ser discutidas e conduzidas adequadamente.

A instalação de sistemas de detecção/alarmes para temperatura, fumaça, pressão, assim como iluminação de emergência devem ser previstos (ABNT NBR 9441)⁸.

Definir a posição dos extintores de incêndio, chave geral elétrica, bem como dos equipamentos de proteção coletiva tais como: Chuveiros, lava-olhos, mantas de proteção, outros. Todos devem ser de fácil acesso e com sinalização

⁸ ABNT NBR 9441:1998- Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio.

perfeitamente visível.

Informar e posicionar os extintores conforme a classe de incêndio e o tipo de extintores, conforme segue abaixo⁹:

CLASSES DE INCÊNDIOS

Classe A – combustíveis comuns como Madeira, papel, tecidos, plásticos, etc.

Classe B – líquidos combustíveis e inflamáveis

Classe C – fogo em equipamentos elétricos

Classe D – metais combustíveis

TIPOS DE EXTINTORES:

Extintores de Pó Seco – tipo ABC – estes extintores são utilizados em incêndios da classe A, B e C.

Os extintores de água pressurizada devem ser utilizados somente em incêndios da classe A. Não se deve utilizar este tipo de extintor em materiais carregados eletricamente, pois poderá resultar em choque elétrico. Se utilizado sobre líquido inflamável pode causar o espalhamento do fogo.

Nenhum destes extintores deve ser utilizado em incêndios provocados por metais combustíveis. Deve-se utilizar o extintor tipo “Químico Seco” com pó químico especial para cada material.

Segundo MARINO¹⁰, os parâmetros para a atuação conjunta entre usuários de laboratórios e os serviços públicos para o atendimento de emergências quando da ocorrência de incidentes deve ser estabelecida.

⁹ BRASIL. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. NR - 23. Proteção contra Incêndios. In: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 29. ed. São Paulo: Atlas, 1995. 489 p. (Manuais de legislação, 16).

¹⁰ MARINO, José Luiz. “Atendimento de emergência em laboratórios químicos”. Polícia Militar do Estado de São Paulo – Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores- Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais. Junho-1989.

Procedimentos simples, tais como, alertar as pessoas nas proximidades do incêndio ou emergência, confinar o incêndio ou emergência, evacuar o prédio e solicitar socorro são prioritários ao salvamento. Planejar, treinar e manter equipes permanentes de usuários dos laboratórios com os conhecimentos básicos de procedimentos de socorro são requisitos mínimos necessários.

Estes usuários treinados terão condições de tomar medidas antes e depois da intervenção dos bombeiros.

O acesso dos veículos dos bombeiros deve ser facilitado pelo menos em duas fachadas opostas, estes devem estacionar próximo a edificação. As vias de aproximação dos Corpos de Bombeiros devem ter largura mínima de 3,10 metros e altura livre de 5,00 metros. A carga da viatura mais pesada é de 18,3 toneladas.

O projeto das vias de acesso, portanto, deve prever o peso (para suportar o peso do veículo) e permitir sua passagem livre. Árvores, luminárias, jardineiras, bancos e marquises não podem impedir a aproximação e o estacionamento das viaturas de combate.

Ausência de áreas de aprisionamento de trabalhadores visando situações de incêndios.

Segundo a IT 02¹¹, a largura mínima das escadas deve ser de 1,20m, construída e revestida com materiais incombustíveis, possuir corrimãos bem posicionados, pisos antiderrapantes, patamares retos nas mudanças de direção com largura mínima igual a da escada.

Corredores com um mínimo de 1,50m de largura, para evitar colisões com pessoas levando vidrarias e amostras. Quando incorporadas a rota de fuga devem apresentar paredes e portas com resistência ao fogo.

Os laboratórios deverão possuir pelo menos duas portas, de modo a facilitar a evacuação de pessoas em caso de emergência. As portas não devem ser trancadas, porem devem permanecer fechadas.

As esquadrias de portas e janelas devem ser construídas por materiais

¹¹ Instrução Técnica nº 02-2004 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo – Conceitos básicos de segurança contra incêndios.

incombustíveis;

A existência de janelas deverá possibilitar, em caso de emergência, a entrada e saída de equipamentos de combate a incêndios. As dimensões e especificações deverão ser matéria de estudo específico;

Deve-se evitar a incidência de luz do sol direta nos equipamentos.

Em laboratório não é recomendável o uso de cortinas de tecido ou de material inflamável. Soluções do tipo brises podem ser estudadas, mas sempre tendo em mente o acesso dos equipamentos de combate a incêndio.

a) Instalações e equipamentos

O projeto e as instalações elétricas devem ser rigorosos quanto à qualidade dos materiais empregados (cabos, fios, condutores anti-chamas), assim como no dimensionamento das redes. A grande quantidade de equipamentos alocados aos laboratórios deve ter especial atenção do projetista, bem como a previsão para futuras ampliações.

Os equipamentos elétricos devem estar todos conectados a tomadas aterradas. Devem ser observados também os componentes de cada equipamento – componentes do tipo termostatos, luzes e outros devem estar convenientemente alocados para evitar proximidade a produtos inflamáveis. A simples ignição de tais componentes pode provocar faíscas que em contato com vapores inflamáveis, provocariam incêndio.

Apesar de comum, é incorreto o uso de refrigeradores domésticos em laboratórios para armazenamento de solventes e demais produtos químicos. Esses refrigeradores não dispõem de sistemas elétricos à prova de explosão e nem exaustão, não possuem boa estabilidade e seus compartimentos não são devidamente resistente para suportar as embalagens de produtos químicos.

O ideal é o uso de refrigeradores com segurança intrínseca apropriados para o armazenamento de produtos químicos.

As subestações devem estar situadas em abrigos externos e sempre com paredes

resistentes ao fogo (ABNT NBR 8222)¹². A distribuição por sua vez, deve ser feita por zonas protegidas do fogo e livres de umidade (ABNT NBR 5410)¹³.

Os fios e cabos utilizados em toda a instalação devem ser resistentes a chama e possuir tratamento retardante que elimine a possibilidade de propagação do fogo (ABNT NBR 6244)¹⁴.

Deve evitar-se o uso de extensões e muitas ligações simultaneamente. Além de existir possibilidade de sobrecargas, aumenta também o risco de queda ao mesmo nível.

As instalações elétricas em ambientes com líquidos, gases ou vapores inflamáveis estão normatizadas pela NBR 5418¹⁵. Procedimentos como a adoção de regulamentos de rotina para aplicação, uso, inspeções, testes e manutenção das instalações elétricas devem ser previstos.

Geradores devem ser dimensionados para casos de falta de energia (para manter funcionando equipamentos laboratoriais, de combate a incêndio e outros).

Os locais de utilização de gases, por exemplo, devem possuir pisos condutivos.

As cargas eletrostáticas são geradas por atrito entre materiais isolantes e dependem de uma série de fatores, como umidade do ar, eletricidade desenvolvida por fricção dos materiais envolvidos, caminho elétrico para o escoamento destas cargas dentre outros. A maneira mais segura de certificar-se de que não haverá acúmulo de carga eletrostática no piso é garantir um bom caminho ao seu escoamento para o potencial de terra e este pode ser feito através do referido piso, além claro, de um bom aterramento dos equipamentos. (p.e.: uma pintura condutiva de alta espessura, com tinta à base de resina epóxi isenta de solventes e adicionada a cargas de carbono, com formulação específica objetivando promover a dissipação estática).

A manutenção da umidade relativa do ar, nestes lugares, deve ser mantida, no

¹² ABNT NBR 8222:2005 - Execução de sistemas de prevenção contra explosão de incêndio, por impedimento de sobre pressões decorrentes de arcos elétricos internos em transformadores e reatores de potência

¹³ ABNT NBR 5410:1998 - Instalações elétricas de baixa tensão.

¹⁴ ABNT NBR 6244:1980 - Ensaio de resistência à chama para fios e cabos elétricos

¹⁵ ABNT NBR 5418:1992 - Instalações elétricas em atmosferas explosivas

mínimo em 50%. Isto reduzirá os riscos de descargas eletrostáticas e, conseqüentemente, a ignição do material gasoso inflamável.

A manutenção de pára-raios não deve ser esquecida (ABNT NBR 5419) ¹⁶.

Toda rede de gases deve ser adequadamente tubulada e interligada aos cilindros que deverão estar posicionados em áreas externas a edificação, devidamente dimensionadas, bem ventiladas, protegidas e de fácil inspeção.

A distribuição se fará com chaves de corte geral previstas em cada pavimento e setor de incêndio. Tais chaves devem ser visíveis e acessíveis.

Depois dos redutores de pressão e antes de qualquer válvula de fechamento é preciso utilizar válvulas de segurança.

As tubulações dos distintos gases possuem cores próprias e diferentes que permitem sua identificação imediata (ABNT NBR 6493).¹⁷

Um dos maiores desafios do projeto de instalações é prever as inúmeras inovações e ampliações que os laboratórios experimentam. Cabe aos projetistas conceber rápidas adições e relocações de prumadas e aos administradores impor os limites necessários para garantir a segurança do edifício e seus usuários.

2.2 – Estoques

A área de estocagem de materiais deve ser cuidadosamente planejada e supervisionada.

Boas práticas, como por exemplo, agrupar os produtos por categorias (Inflamáveis; Tóxicos; Explosivos; Agentes Oxidantes; Corrosivos; Gases Comprimidos; Produtos sensíveis à água; Produtos incompatíveis), conhecer as propriedades dos produtos para garantir sistemas eficientes de drenagem (p.e.: para evitar, em caso de acidentes, que o líquido inflamável escoe por baixo de outros tambores inflamáveis), proteção contra o sol, sistema eficiente de

¹⁶ ABNT NBR 5419:1993 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

¹⁷ ABNT NBR 6493:1994- Emprego de cores para identificação de tubulações

hidrantes, chuveiros automáticos, ventilação e exaustão de gases, blindagem (áreas blindadas para explosivos), sinalização (informando os usuários sobre o risco potencial de cada produto), utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs), assim como ter conhecimento de procedimentos para primeiros socorros são práticas necessárias.

Deve ser estabelecido um programa de controle de aquisição/armazenamento de produtos químicos, assim como dos resíduos produzidos laboratorialmente.

Abaixo alguns exemplos de incompatibilidade de armazenamento de substâncias químicas:

Substâncias Químicas	Incompatibilidade
Metais alcalinos	Tetracloroeto de carbono, dióxido de carbono, água e produtos halogenados
Líquidos inflamáveis	Nitrato de amônia, peróxido de sódio, ácido nítrico e os halogenados
Hidrocarbonetos (propano, gasolina)	Flúor, cloro, bromo e peróxido de sódio
Oxigênio	Óleos, hidrogênio, líquidos inflamáveis, sólidos e gases
Ácido sulfúrico	Clorato de potássio, perclorato de potássio, permanganato de potássio e compostos similares de outros metais leves
Acetona	Ácido sulfúrico e ácido nítrico concentrado
Acetileno	Bromo, cloro, flúor, cobre, prata, mercúrio e seus compostos
Bromo, cloro	Amônia, gases derivados de petróleo, hidrogênio, sódio, benzeno e metais finamente divididos
Peróxido de hidrogênio	A maioria dos metais e seus sais, alcoóis, substâncias orgânicas e quaisquer substâncias inflamáveis

QUADRO 01 – Adaptado da IT-27¹⁸ - Medidas de segurança para produtos perigosos

Conforme relatado no Manual de Segurança do Instituto de Química (USP, 2004):

“(…)90% dos acidentes ocorridos em laboratórios são devidos ao comportamento pessoal e somente

¹⁸ Instrução técnica do corpo de bombeiros - IT – 29 Anexo A

10% provocados pelas instalações. Isto demonstra claramente que o maior risco dentro de um laboratório é o próprio laboratorista e como é importante seu desempenho correto e consciencioso (...).”

Como podemos perceber a relação entre os usuários e o material que será manuseado deve ser estabelecido através do conhecimento dos produtos assim como das áreas adequadas para a guarda destes.

O programa de necessidades deve evidenciar os tipos, critérios e condições de armazenamento destes produtos.

2.3- Segurança ao uso:

a) Resíduos

O crescimento das quantidades de produtos químicos produzidos tem alterado a composição química das águas, solo, atmosfera e sistemas biológicos do planeta, colocando em perigo não só o bem-estar, mas também a sobrevivência do planeta (FREITAS *et al*, 2002).

A geração de resíduos nas universidades é pouco discutida no Brasil e nos países da América Latina. Pequenos geradores de resíduos, tais como instituições de ensino e pesquisa, laboratórios de análises bioquímicas e físicoquímicas, normalmente são considerados pelos órgãos fiscalizadores como atividades não impactantes, sendo, portanto, raramente fiscalizados (JARDIM, 2005).

Levando-se em conta o grande número de pequenos geradores de resíduos existentes, e que os resíduos por eles gerados são de natureza variada, incluindo metais pesados, solventes halogenados, radioisótopos e material infectante, a afirmação de que estas atividades dispensam um programa de gerenciamento de resíduos é falsa (JARDIM, 2005).

Universidades e centros de pesquisa devem, portanto, se empenhar no estabelecimento de programas gerenciais, uma vez que a composição dos resíduos de laboratório costuma ser tão variada quanto às áreas de pesquisa em que eles são produzidos.

O destino final dos resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino, pesquisa e prestação de serviços, é ignorado ou difuso (pias, ralos, terrenos baldios, agregado ao lixo, e outros). [JARDIM, 2005]

Dentro desta realidade praticada pela maioria dos pequenos geradores, a implantação de um programa sério de gerenciamento voltado para o saneamento desta realidade é de fundamental importância.

A disposição final de resíduos sólidos e líquidos está sujeita à fiscalização estadual (no caso do Estado de São Paulo, compete à CETESB - Companhia de Tecnologia Ambiental e Saneamento) o controle e a fiscalização desta atividade.

Segundo JARDIM (2005), via de regra, os órgãos estaduais têm sido extremamente benevolente com as instituições de ensino e pesquisa, com laboratórios de prestação de serviços, bem como qualquer outro tipo de atividade não ligada ao setor produtivo que gera resíduos químicos de modo rotineiro.

Ainda conforme o autor, nos EUA a legislação específica sobre destinação final de resíduos, embora seja bastante rígida, classifica as unidades geradoras de resíduos de acordo com a quantidade produzida mensalmente.

Assim, grande parte dos laboratórios de instituições acadêmicas é classificada como Geradores de Pequenas Quantidades (GPQ), o que quer dizer que produzem mais do que 100 e menos do que 1000 kg de resíduos perigosos e menos do que 1 kg de resíduos muito perigosos por mês, gozando de alguns privilégios (ou melhor, sujeito a uma legislação menos restritiva) do que aqueles que geram mais do que 1000 kg/ mês de resíduos e são classificados como Geradores de Grandes Quantidades (GGQ).

Nos laboratórios, os resíduos descartados em pias devem observar as condições e padrões de lançamentos de efluentes (Tabela 04).

As demais correntes líquidas podem ser enviadas para incineração, ou mesmo para alguma estação de tratamento de efluentes de indústrias de grande porte, uma vez que estas foram concebidas para tratar cargas orgânicas altas e normalmente tóxicas.

Para resíduos sólidos, a classificação¹⁹ em Classe I (perigoso), Classe II (não

¹⁹ NBR ABNT 10.004 de 2004 - Resíduos sólidos – Classificação

inerte) e Classe III (inerte) é que determina o local adequado para sua disposição, sendo que a grande maioria dos resíduos sólidos gerados num laboratório é Classe I, exigindo que seja disposto em aterros industriais. No entanto, independentemente do resíduo ser sólido ou líquido, a destinação final deve sempre ser feita conforme normas e procedimentos exigidos pelo órgão estadual de proteção ambiental.

Tabela 04- Resolução CONAMA 357 - Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes

Artigo 34º da Resolução CONAMA 357 de 17 de Março de 2005- Lançamento de Efluentes - Inorgânicos					
Parâmetro	CAS	Unidade	LQ ⁽¹⁾	Conama 357 Artigo 34 VMP ⁽²⁾	Método Analítico
Arsênio Total	[7440-38-2]	mg/L	0,005	0,5	SM 21 31SM 21 B
Bário Total	[7440-39-3]	mg/L	0,003	5	SM 21 31SM 21 B
Boro Total	[7440-42-8]	mg/L	0,01	5	SM 21 31SM 21 B
Cádmio Total	[7440-43-9]	mg/L	0,03	0,2	SM 21 3111 B
Chumbo Total	[7439-92-1]	mg/L	0,003	0,5	SM 21 3111 B
Cianeto	---	mg/L	0,015	0,2	SM 21 4500- CN ⁻ F
Cobre Dissolvido	[7440-50-8]	mg/L	0,01	1	SM 21 3111 B
Cromo Total	[7440-47-3]	mg/L	0,08	0,5	SM 21 3111 B
Estanho Total	[7440-31-5]	mg/L	0,02	4	SM 21 31SM 21 B
Fenóis Totais	[108-95-2]	mg/L	0,001	0,5	EPA 4SM 21.1
Ferro Dissolvido	[7439-89-6]	mg/L	0,02	15	SM 21 3111 B
Fluoreto Total	---	mg/L	0,07	10	SM 21 4500-F C
Manganês Dissolvido	[7439-96-5]	mg/L	0,02	1	SM 21 3111 B
Materiais Flutuantes	---	---	---	Ausente	SM 21 2530 B
Materiais Sedimentáveis	---	mL/L	0,5	1	SM 21 2540 F
Mercúrio Total	[7439-97-6]	mg/L	0,0002	0,01	EPA 7470 A
Níquel Total	[7440-02-0]	mg/L	0,01	2	SM 21 31SM 21 B
Nitrogênio Amoniacal Total	[7664-41-7]	mg/L	0,12	SM 21	SM 21 4500- NH ₃ E
Óleos Minerais	---	mg/L	0,5	SM 21	SM 21 55SM 21 F
Óleos Vegetais e Gordura Animal	---	mg/L	0,5	50	SM 21 55SM 21 F
pH	---	---	0 - 14	5 a 9	SM 21 4500-H ⁺ B
Prata Total	[7440-22-4]	mg/L	0,01	0,1	SMSM 21 31SM 21 B
Selênio Total	[7782-49-2]	mg/L	0,007	0,3	SM 21 31SM 21 B
Sulfeto	[18496-25-8]	mg/L	0,001	1	SMSM 21 4500-S ⁻ G

Continua

Continuação da tabela

Temperatura	---	°C	---	inferior a 40°C	SM 21 2550 B
Zinco Total	[7440-66-6]	mg/L	0,01	5	SM 21 3111 B
Continuação da tabela					
1,1-Dicloroetano	[75-35-4]	mg/L	0,002	1	EPA 8260 B
Clorofórmio	[67-66-3]	mg/L	0,002	1	EPA 8260 B
Tetracloroeto de Carbono	[56-23-5]	mg/L	0,002	1	EPA 8260 B
Tricloroetano	[79-01-6]	mg/L	0,002	1	EPA 8260 B
NOTAS					
⁽¹⁾ LQ = Limite de Quantificação. Os LQ's acima apresentados, podem variar de acordo com as interferências da matriz.					
⁽²⁾ VMP = Valor Máximo Permitido.					
PARÂMETROS					
FENÓIS TOTAIS: Substâncias que reagem com 4-Aminoantipirina.					
MATERIAIS FLUTUANTES: Validade: 24h após a coleta.					
MATERIAIS SEDIMENTÁVEIS: Validade: 24h após a coleta. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes.					
pH: Medida de Campo. TEMPERATURA: Medida de Campo.					

Fim da tabela

Quanto às características físicas do edifício, algumas medidas podem auxiliar na proteção a vida, tais como manter as portas de escadas abertas por meio de sistemas eletromagnéticos ligadas ao sistema de detecção de fumaça e ao sistema de alarme de evacuação, que na presença de fumaça ou do acionamento do alarme, se fecharia.

As portas não devem ter maçanetas ou puxadores, de modo a facilitar a entrada e saída com as mãos ocupadas. Se possível, devem estar equipadas com sistema antipânico, possuir um visor e abrir para fora;

Botões de emergência acessíveis que possam ser acionados para desligar o sistema de ventilação em caso de vazamento de substâncias radioativas ou agentes patogênicos (impedindo sua dispersão pela recirculação de ar).

Os revestimentos de piso para as áreas laboratoriais devem propiciar adequada segurança (anti derrapante mesmo quando molhado), durabilidade e manutenibilidade. Deve-se ter atenção a fatores como resistência a produtos químicos, resistência mecânica, facilidade de limpeza e descontaminação ou

ainda, condutividade elétrica.

A seguir alguns exemplos de materiais que podem ser aplicados ao piso dos laboratórios, consoantes ao tipo de substâncias químicas manuseadas:

	Madeira	Revestimento de Borracha	PVC	Cerâmica / tijolo	Cimentícios
Acetona, éter	B	B	r	MB	MB
Solventes clorados	r	B	r	MB	B
Água	B	MB	MB	MB	MB
Álcool	B	MB	MB	MB	MB
Ácidos fortes	r	r	MB	MB	r
Bases fortes	r	m	MB	MB	r
Óleos	r	MB	MB	MB	B
Facilidade de descontaminação	r	r	B	MB	r

Legenda: MB=muito bom; B= bom; r=ruim

QUADRO 02 – Adaptado da NTP 551²⁰ – “Prevenção e riscos em laboratórios: a importância do projeto”. Resistência de distintos revestimentos a agentes químicos.

O teto, paredes e mobiliário devem ser pintados com cores claras, preferencialmente tonalidades como o branco e creme, para facilitar a visualização de cartazes com indicações de segurança e não promover o cansaço visual.

Estantes de metal (convenientemente ligadas a terra) ou alvenaria são indicadas para a maioria dos produtos exceto os corrosivos; é recomendável que tenham um anteparo para evitar a queda dos frascos e, simultaneamente reterem um eventual derramamento.

As estantes ou prateleiras deverão ter 2 m de altura (no máximo) e estar bem fixadas, de modo a não caírem ou balançarem;

²⁰ NTP 551- “Prevención de riesgos en el laboratorio: la importancia del diseño” – Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales – España.

Os armários também devem estar dotados de ligação a terra. Devem ser completamente opacos para proteger determinadas substâncias da exposição à luz.

b) Capelas

As capelas devem ser projetadas e construídas levando-se em conta o tipo de trabalho e a quantidade de operadores que irão usá-la, revestimento interno resistente aos produtos com os quais se vai operar. Sistema de exaustão com potencia suficiente para promover a exaustão de gases leves que rapidamente ocupam camadas superiores e gases pesados tipo gases de enxofre e alguns solventes, que tendem a permanecer nas partes baixas da capela.

Dutos das capelas e de todos os sistemas de exaustão devem ser construídos com materiais não combustíveis.

As capelas não devem ficar posicionadas em rotas de circulação, pois são locais passíveis de acidentes.

Iluminação adequada para sua perfeita utilização (mínimo de 300 a 400 LUX).

Deve ser dotada de equipamentos elétricos e interruptores a prova de explosão.

A exaustão da capela deve ser verificada periodicamente pela medida da velocidade Facial, feita por meio de anemômetro e expressa em metros por segundo (m/s). Segundo normas sugeridas pela ACGIH (American Conference of Governmental and Industrial Hygienists), a velocidade do ar deve se dar a 0,5m/s com a janela da capela aberta.

No projeto, o sistema de exaustão, as capelas e o sistema de ar condicionado devem ser projetados com muito critério, pois caso contrário poderá haver descompensação de um sistema em relação ao outro.

c) Qualidade do ar nos laboratórios

O Ar no laboratório deve sofrer entre 10 a 60 trocas por hora, dependendo do tipo de produtos manuseados (mais ou menos voláteis e toxidez).

Segundo a NFPA 45²¹, a velocidade de exaustão nos dutos do sistema deve ser rápida o suficiente para minimizar o depósito de líquidos ou sólidos condensáveis no sistema de exaustão durante as operações normais do laboratório.

Ainda segundo a NFPA 45, quanto à troca de ar nos ambientes laboratoriais, a velocidade mínima da ventilação para laboratórios livres (p.e.: desocupados durante a noite ou final de semana) é equivalente ao ar de quatro renovações do ambiente por hora. Quando a área destes laboratórios estiver ocupada e operando normalmente, sua velocidade deverá ser de oito renovações por hora, dependendo do uso do laboratório.

Todo o ar retirado do sistema de exaustão não deve ser recirculado.

As chaminés do sistema de exaustão deverão estar acima do ponto mais alto do telhado, com velocidade suficiente para prevenir a reentrada e a exposição dos agentes químicos aos usuários.

O traçado das chaminés deve ser contínuo e a superfície interior lisa. Registros especiais distribuídos em toda sua altura devem permitir controle e limpeza.

Cada chaminé deverá expurgar gases de mesma fonte ou composição. Portanto gases distintos não devem possuir a mesma saída.

Estas instalações podem ser origens de um incêndio, fundamentalmente, por erros de projeto, má construção ou falta de manutenção.

Conforme dados de levantamentos Nacionais (BRASIL 1995)²²,

21 NFPA 45- National Fire Protection Association - "Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals."p.45-13, section 6.6. EUA 2004.

22 BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série Saúde & Tecnologia – Textos de Apoio a Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde- Condições de Segurança Contra Incêndios – Brasília, 1995. 107p.

(...)70% das mortes em incêndio são produzidas por intoxicação e asfixia. Somente 30% por queimaduras, quedas e outras causas. (...)

2.4- Habitabilidade e Funcionalidade nos Laboratórios

Habitabilidade é um conceito que envolve os aspectos ligados à qualidade da edificação e de seus componentes. Dessa forma, é caracterizada pelo atendimento dos requisitos dos usuários frente ao uso e abrange outros aspectos, como os de funcionalidade, conforto ambiental, segurança, higiene, salubridade e outros.

A organização e funcionalidade dos espaços nos laboratórios estão relacionadas ao tipo de trabalho ou pesquisa que serão executados no ambiente. De uma maneira geral os trabalhos realizados nos laboratórios requerem flexibilidade para acomodar a dinâmica dos grupos de trabalho e de estudo, áreas de pesquisa e equipamentos com ilimitados arranjos.

Para tanto, conforme sugerido pelos autores Daniel Watch *et al* no texto sobre "Laboratórios Acadêmicos" (2008), algumas premissas projetuais devem ser consideradas:

- Planejar o inesperado: Muitos edifícios são projetados com as necessidades e tecnologias disponíveis quando da sua concepção. Os edifícios devem prever áreas extras (acima dos requisitos mínimos) para energia, ar condicionado, informática e futuras ampliações;
- Os espaços de laboratórios devem prever eventos de curto e longo prazo. Planejar tais mudanças se torna cada vez mais difícil e o edifício e suas instalações devem estar prontos para se adaptar a essa demanda;
- Laboratórios de realidade virtual estão se tornando elementos comuns na nova ciência impactando diretamente na forma de utilização destes espaços;

- Novas tecnologias de informação, processamento, equipamentos estão se tornando cada vez mais comuns nos laboratórios e precisam de projetos de edifícios e mobiliários apropriados para recebê-las;

As pesquisas são realizadas em um determinado prazo e após sua conclusão as áreas sofrem modificações que podem ser de tamanho (área utilizada) a troca de equipamentos (necessidade de flexibilização das instalações) ocasionadas pela mudança de pesquisa e/ou equipes.

A flexibilidade, portanto, passa ser uma premissa para projetos de laboratórios. Um grande espaço aberto (espaço modificável) para possibilitar diferentes tipos de layouts e uma base permanente, que não necessite sofrer alterações (p.e.: sanitários, sala de reuniões, depósito, corredores, hall, escadas) são conceitos utilizados na concepção desta tipologia de projeto e aqui chamamos de princípios do edifício aberto. Dutos verticais de instalações implantados junto a áreas de serviços (áreas permanentes) e dutos horizontais (ramificações das instalações) localizados nos corredores (grandes espaços abertos) são outros conceitos utilizados.

Fatores como acústica, iluminação, ergonomia, acessibilidade, mobiliário e equipamentos são requisitos básicos para o estudo da funcionalidade nos espaços laboratoriais e serão desenvolvidos nos tópicos a seguir.

2.4.1 - Desempenho Higrotérmico

Segundo a NR 17²³ nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

- - índice de temperatura efetiva entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus centígrados);

²³ Norma Regulamentadora nº 17 (NR 17) 2007 - Ergonomia

- - velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- - umidade relativa do ar não inferior a 40% (quarenta) por cento.

As condições de umidade do ar nos ambientes laboratoriais (casos específicos devem ser objeto de estudo específico) devem ter como objetivo o de propiciar a sensação de conforto²⁴.

Estudos e manuais para segurança em laboratórios²⁵ sugerem manter a temperatura da sala constante e a umidade entre 45% e 60%.

2.4.2 - Desempenho acústico

O ruído em laboratórios não deve ultrapassar a 65 dB(A) para manter níveis aceitáveis de conforto acústico no local e a 85 dB(A) para manter a salubridade das operações, conforme prescrito nas Norma Regulamentadora NR-17 e NR-15 (BRASIL, 2007).

Segundo ASHRAE Handbooks²⁶, os parâmetros de projeto para sons de fundo apropriados para diferentes ocupações de salas são:

²⁴ As exigências que interferem mais diretamente na sensação de conforto estão descritas na classificação adotada pela norma ISO 6241(ISO – International Organization for Standardization, 1970) como sendo:

Exigências de conforto higrotérmico; b) Exigências de conforto visual; c) Exigências de conforto acústico; d) Exigências de conforto tátil; e) Exigências atmosféricas.

²⁵ Manual de segurança do IQ (2004).

²⁶ ASHRAE Handbook (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer) p.46.25 “Table 34 lists design guidelines for HVAC- related background sound appropriate to various occupancies”.

Tabela 05: Adaptação da tabela 34 p. 46.25 "Table 34 lists design guidelines for HVAC-related background sound appropriate to various occupancies."

Tipos de salas	RC (N)* ¹ QAI* ² < 5dB
Escritórios	
Escritórios executivos e privados	25 – 35
Escritórios abertos	30 - 40
Hospitais e Clínicas	
Salas privadas	25 - 35
Laboratórios (com sistemas de exaustão)	
Pesquisas/ testes com mínimo de conversação (comunicação)	45 – 55
Pesquisas, uso intenso de telefone e comunicação	40 – 50
Grupos de ensino	35 - 45

*1 - RC (N)- Room Criteria Noise²⁷ (Critérios de ruídos da sala)

*2 - QAI- Quality Assessment Index (Índice de Avaliação Qualitativa)

Os valores acima descritos são baseados no julgamento das experiências, não na avaliação qualitativa das reações humanas. Eles representam os limites gerais de aceitação para estes tipos de ocupação. Valores maiores ou menores devem ser apropriados e baseados em análises de uso dos espaços, necessidades dos usuários e fatores econômicos.

Vale ressaltar que todas as informações obtidas sobre os equipamentos a serem utilizados nos laboratórios formarão o embasamento técnico necessário para o projeto, possibilitando o melhor acondicionamento e posicionamento destes.

²⁷ Em 1981, o investigador Blazier estabeleceu empiricamente o conjunto de curvas RC (room criteria) para aplicação preferencial como critério em espaços desocupados servidos por sistemas e instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado. As curvas RC permitem uma caracterização dupla do espectro sonoro de um ruído, na forma geral RC xx (yy), onde xx indica a classificação a classificação RC e yy fornece informação acerca do balanceamento espectral desse ruído, de acordo com as seguintes características: "neutro" (neutral), "ronco" (rumble) com ou sem excitação vibrática estrutural de parâmetros, "silvo" (hiss) ou "tonal" (tonal).

2.4.3- Desempenho lumínico

Segundo estudo de Grandjean (2005), a iluminancia recomendada para atividades desenvolvidas por técnicos de laboratórios é de 500 a 700 lux.

Segundo Simões (1989), recomenda-se de 450 a 500 lux para áreas de atividades contínuas.

A ABNT NBR 5413 (1992) sugere três iluminâncias possíveis para laboratórios químicos: 300 – 500 – 750 lux, sendo 500 lux utilizadas para a maioria das tarefas e 750 lux para quando:

- a) a tarefa se apresenta com refletâncias e contrastes bastante baixos;
- b) erros são de difícil correção;
- c) o trabalho visual é crítico;
- d) alta produtividade ou precisão são de grande importância;
- e) a capacidade visual do observador está abaixo da média.

Mas não basta se pautar no dimensionamento dos sistemas de iluminação pela intensidade da luz e pela presença ou ausência de sombras. Especialmente em locais onde os usuários permanecem por longos períodos.

Cores, contrastes, reflexões e diferenças de intensidade e tons incidentes em cada olho devem ser consideradas. Um sistema de iluminação adequado deve permitir uma visão rápida de indícios de falhas ou defeitos nos instrumentos usados, assim como das operações realizadas.

O projeto de iluminação deve prever qualidade e quantidade de luz necessária as várias tarefas executadas nos laboratórios. Iluminação para boa acuidade visual, necessariamente, inclui um equilíbrio entre a iluminação da superfície de trabalho horizontal e o brilho de outras superfícies perto e distantes do campo de visão. Minimizar fortes contrastes em todo o campo de visão ajudará a reduzir a fadiga visual, embora alguns contrastes sejam essenciais para a prevenção de acidentes, o embotamento visual pode causar fadiga.

2.4.4- Ergonomia²⁸ e Acessibilidade

Os espaços físicos de um laboratório são normalmente equipados com diversos instrumentos onde se realizam experiências, cálculos, análises e medições em que trabalham pesquisadores.

Em estudos, 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. Logo, avaliar ergonomicamente estes locais se faz necessário, pois se pode verificar, caracterizar e qualificar as condições a que estão sujeitos os pesquisadores em suas atividades durante o processo produtivo em seu local de trabalho.

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 projeto além de contemplar questões como a forma dos ambientes, seus dados conceituais e a inserção urbana e histórica do edifício, devem priorizar a vivência daqueles que irão ocupar o espaço projetado. É nesta questão que o conforto e a acessibilidade do ambiente exercem o seu papel principal: o respeito pelo usuário que usufrui o espaço onde realiza suas atividades cotidianas.

Dentro desta linha de pensamento, o conceito arquitetônico de Desenho Universal²⁹ propõe o espaço com uso democrático, para diferentes perfis de usuários: prega que toda a pessoa inclusive a que possui limitações físicas (temporária ou permanente) tenham condições igualitárias na qualidade de uso de um ambiente construído, seja este interno ou no âmbito da cidade.

²⁸ Estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução de problemas surgidos desse relacionamento. (Ergonomics Research Society -UK). PHEASANT, Stephen. Body space: anthropometry, ergonomics and the design of work – 3rd Ed. 2005

²⁹ Segundo BERNARDI e KOWALTOWSKI (2005) Desenho Universal é o projeto de produtos, ambientes e comunicação para ser usado pelas pessoas em condições de igualdade. Também é chamado de projeto inclusivo, projeto para todos, projeto centrado no homem.

O conceito e a aplicação do desenho universal nos espaços edificados são hoje requisitos fundamentais para a vivência de um indivíduo em um ambiente, seja este na esfera pública ou privada.

Os critérios abaixo descritos visam à adaptação dos equipamentos para os usuários, sendo eles portadores de deficiências físicas, mobilidade reduzida ou não e condizem com o conceito de desenho universal.

Mobiliário fixo e móvel

As bancadas de trabalho devem ter altura compreendida entre 82 e 90 cm;

Quando trabalham várias pessoas simultaneamente num laboratório, deve existir um espaço livre de 1 metro (no mínimo) de bancada por cada usuário e estes devem poder trabalhar em pé ou sentados, respeitando-se os princípios da ergonomia de modo a evitar lesões e patologias conseqüentes da má postura assim como possibilitar o trabalho das pessoas com necessidades especiais (Fig. 01 e 02).

As bancadas não deverão ter cantos pontiagudos; deverão ser resistentes a ácidos e bases e não combustíveis.

Para o cadeirante, a bancada deve prever as medidas sugeridas na ABNT NBR 9050, como demonstrado na figura 03.

- A1 = Altura do centro da mão estendida ao longo do eixo longitudinal do corpo
 B1 = Altura do piso até o centro da mão com antebraço formando ângulo de 45° com o tronco
 C1 = Altura do centro da mão com antebraço em ângulo de 90° com o tronco
 D1 = Altura do centro da mão com braço estendido paralelamente ao piso
 E1 = Altura do centro da mão com o braço estendido formando 45° com o piso = alcance máximo confortável
 F1 = Comprimento do antebraço (do centro do cotovelo ao centro da mão)
 G1 = Comprimento do braço na horizontal, do ombro ao centro da mão

FIG. 01 - Aplicações das relações entre altura e profundidade para alcance manual lateral. Fonte: ABNT NBR 9050:2004.

- A2 = Altura do ombro até o assento
 B2 = Altura da cavidade posterior do joelho (popliteal) até o piso
 C2 = Altura do cotovelo até o assento
 D2 = Altura dos joelhos até o piso
 E2 = Altura do centro da mão com antebraço em ângulo de 90° com o tronco
 F2 = Altura do centro da mão com braço estendido paralelamente ao piso
 G2 = Altura do centro da mão com o braço estendido formando 30° com o piso = alcance máximo confortável
 H2 = Altura do centro da mão com o braço estendido formando 60° com o piso = alcance máximo eventual
 I2 = Profundidade da nádega à parte posterior do joelho
 J2 = Profundidade da nádega a parte anterior do joelho

FIG. 02- Alcance manual frontal – pessoa sentada. Fonte: ABNT NBR 9050:2004

FIG. 03- Alcance manual frontal – pessoa em cadeira de rodas. Fonte: ABNT NBR 9050:2004

Para que um cadeirante consiga trabalhar em uma bancada, deve-se considerar uma altura livre mínima de 73 cm entre o piso e a parte inferior da superfície de trabalho, e 75 a 85 cm de espaço entre o piso e a parte superior da superfície de trabalho (ABNT NBR 9050).

A figura abaixo (Fig.04) apresenta no plano horizontal, as áreas de alcance em superfícies de trabalho onde:

- a) $A1 \times A2 = 1,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$ = alcance máximo para atividades eventuais;
- b) $B1 \times B2 = 1,00 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$ = alcance para atividades sem necessidade de precisão;
- c) $C1 \times C2 = 0,35 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ = alcance para atividades por tempo prolongado.

FIG. 04 – Superfície de trabalho – áreas de alcance. Fonte: ABNT NBR 9050

O mercado nacional ainda não se adaptou integralmente a norma de acessibilidade. Ainda que alguns equipamentos (p.e. capelas, mesas, armários) possam ser adaptados ao cadeirante, um grande número ainda é inacessível.

Vale ressaltar que as ações do projeto em tornar as instalações físicas dos laboratórios acessíveis devem ser somadas a ações pedagógicas.

As especificidades e necessidades do universo de pessoas com limitações físicas devem estar contempladas no programa de necessidades.

2.5- Considerações sobre o capítulo

O capítulo decorreu sobre os requisitos de desempenho prioritários para laboratórios no âmbito da segurança e habitabilidade com o objetivo de ampliar o escopo de informações para o desenvolvimento do programa de necessidades.

A preocupação dos usuários dos laboratórios quanto às questões ligadas a segurança e salubridade dos espaços impulsionaram ações como a de reunir em manuais as práticas e recomendações necessárias para minimizar riscos e garantir a segurança dos usuários.

Informações obtidas através destes manuais específicos a atividade foram referências importantes para complementação dos dados aqui descritos, visto que normas e regulamentações não estão diretamente relacionadas às atividades específicas de laboratórios de química.

O levantamento, detalhamento do maior número de informações sobre as características dos laboratórios bem como o entendimento dos valores e necessidades dos usuários (iniciais e finais) são ações que, descritas e hierarquizadas no programa de necessidades, poderão subsidiar os projetistas nas suas decisões projetuais.

3- ESTUDO DE CASO

3.1- O Instituto de Química – Visão geral do edifício

O Instituto de Química é composto por treze blocos, contendo cada um dois pavimentos (térreo e superior), pelo Biotério-Almoxarifado (térreo), Conjunto de Anfiteatros (térreo) e Centro de Vivências (três pavimentos).

Na maioria dos treze blocos do Instituto estão instalados os laboratórios didáticos e de pesquisa assim como salas de apoio técnico-administrativo e sala dos professores.

Os espaços, em sua maioria, estão voltados para as atividades experimentais, ou seja, para laboratórios e apenas o bloco seis se destina a Anfiteatros Complementares, mas está preparado para receber atividades experimentais.

A distribuição dos laboratórios e as respectivas áreas ocupadas estão na tabela abaixo:

Tabela 06 – Áreas dos laboratórios do IQ (somente dos laboratórios – descontadas áreas circulação, salas de aula, outros)

BLOCO 00- Central de solventes				
Atividades:	Central de solventes			
Área (m2)	Térreo	885	Área total	
	Superior	885		
BLOCO 01- Laboratórios de ensino				
Atividades:	Laboratórios de Químico Geral, Orgânica e Química Analítica Quantitativa e Análise Instrumental; Físico-Química			
Área (m2)	Térreo	950	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	956		
BLOCO 02- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratório de Química Inorgânica e Espectroscopia Eletrônica Química Analítica e Química Inorgânica			
Área (m2)	Térreo	549	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	549		
BLOCO 03- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratório de Química Analítica e Físico-Química e Central Analítica do IQ; Bioquímica			
Área (m2)	Térreo	548	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	549		
Continua				

Continuação da tabela				
BLOCO 04- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratórios de pesquisa de Físico- Química; Química Orgânica e Bioquímica			
Área (m2)	Térreo	599	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	547		
BLOCO 05- Laboratórios de ensino e pesquisa				
Atividades:	Laboratórios de ensino de Química Orgânica e Físico-Química Laboratório de pesquisa de Química Orgânica			
Área (m2)	Térreo	550		Pós-graduação
	Superior	542		
BLOCO 07- Laboratórios de ensino				
Atividades:	Laboratórios de Química Analítica e Química Inorgânica; Bioquímica; Laboratório do GEPEQ e Ensino de Química			
Área (m2)	Térreo	938	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	461		
BLOCO 08- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratórios de Química Ambiental, Analítica e Ensino de Química			
Área (m2)	Térreo	549	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	547		
BLOCO 09- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratórios de Bioquímica			
Área (m2)	Térreo	549	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	551		
BLOCO 10- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratórios de Bioquímica			
Área (m2)	Térreo	547	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	574		
BLOCO 11- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratório de Química Orgânica de produtos naturais			
Área (m2)	Térreo	545	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	535		
BLOCO 12- Laboratórios de pesquisa				
Atividades:	Laboratórios de Bioquímica, Foto-Química, Química Orgânica e Inorgânica			
Área (m2)	Térreo	932	Áreas ocupadas por laboratórios	
	Superior	944		

Fim da tabela

3.2- Introdução

O Edifício do Instituto de Química, desde a sua gênese, faz parte de um conjunto maior, o Conjunto das Químicas, assim designado para abrigar atividades correlatas às disciplinas básicas de química fundamental e da bioquímica, e ainda aquelas relacionadas às disciplinas da química aplicada, tais como a Faculdade de Ciências Farmacêuticas e o Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica.

A decisão de reunir em um único conjunto todos esses edifícios tinha como objetivo racionalizar o uso de recursos humanos e materiais na produção e geração do conhecimento reunindo as instalações devotadas às disciplinas relacionadas à química em um único sítio.

Em levantamento realizado com a analista para assuntos administrativos do Instituto, o número de usuários em junho de 2010 está distribuído em:

Corpo Docente: 108, sendo 69 pertencentes ao Departamento de Química Fundamental e 37 no Departamento de Bioquímica.

Corpo Discente: 735 graduandos em Química e 380 a 400 pós-graduandos em várias áreas da Química.

Corpo Discente flutuante: 3000 alunos de outras escolas e faculdades cujo prazo de permanência no Instituto varia de seis meses a um ano.

Corpo técnico-administrativo: 260 pertencentes a várias categorias.

O projeto, de autoria dos arquitetos Alberto Daniel e João Roberto Leme Simões, ambos pertencentes à época ao Fundo de Construção da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, apresenta soluções técnicas inovadoras a época, e que ainda hoje, amparam as necessidades dos usuários.

3.3- Características gerais do Instituto de Química

O Instituto de Química é composto por treze blocos e uma biblioteca, contendo cada um dois pavimentos (térreo e superior), pelo Biotério-Almoxarifado (térreo), Conjunto de Anfiteatros (térreo) e Centro de Vivências (três pavimentos).

Os blocos são retangulares, com características dimensionais diferentes. Os maiores, em número de quatro, conhecidos como BLOCOS GORDOS têm medidas baseadas no módulo $M=0,86m$, e os menores, em número de nove, conhecidos como BLOCOS MAGROS conforme dimensões indicadas na Tabela 7.

Tabela 07- Dimensões e áreas dos ambientes do Instituto de Química

	Nº BLOCOS	COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	TÉRREO	1º PAV.	2º PAV.	TOTAL A.C. M2 CADA BLOCO
BLOCOS GORDOS	4	66,5 X 0,86 57,19	26 X 0,86 22,36	1278	1278		2556
BLOCOS MAGROS	9	66,5 X 0,86 57,19	18 X 0,86 15,48	885	885		1770
BIOTÉRIO - ALMOX.	1	87 X 0,86 101,16	60 X 0,86 51,6	2472*			2472*
CONJ. ANFITEATROS	1	Diâmetro 43 X 0,86					1074
CENTRO DE VIVENCIA	1	39 x 0,86 33,54	41 x 0,86 35,26	1182			3056
		39 x 0,86 33,54	35 x 0,86 30,1		1009,5		
		39 x 0,86 33,54	30 x 0,86 25,8			865	
PASSARELAS	Passarelas inter - blocos térreos, superior e lateral aos blocos.						2666
BIBLIOTECA							2577

* Foram descontadas as áreas abertas não construídas

Fonte: Simões (1989)

Seu partido pavilhonar horizontal-retangular e sua coordenação modular

($M=0,86m$) dotaram-no de expansibilidade (tanto horizontal, como vertical) e flexibilidade interna. (Fig.05)

FIGURA 05 – Vista aérea do Instituto quando da sua construção. Fonte: Simões (1989).

FIGURA 08 – Foto da autora- A esquerda: parte da vista frontal da passarela e blocos (2008); A direita : Vista parcial portaria , passarela e blocos do Instituto (2010).

Na maioria dos treze blocos do Instituto estão instalados os laboratórios de ensino e de pesquisa assim como salas de apoio técnico-administrativo e sala dos professores.

O conceito adotado no projeto do Instituto está baseado na coordenação modular ($M=0,86m$), módulo extraído do Modulor de "Le Corbusier"³⁰, módulo do componente construtivo "porta e batentes" ($0,80m$ folha porta + $0,06m$ batentes) e é utilizado nas duas direções, horizontal e vertical, colaborando na determinação das alturas dos peitoris, mesas, capelas, caixilharias, painéis, portas, corredores, dutos e pé-direito. A partir deste módulo, foram usados os sub e multi módulos para as dimensões dos espaços. A flexibilidade interna, instalações visitáveis, materiais duráveis, foram alguns dos elementos norteadores da filosofia do projeto.

3.4- Os 10 sistemas do Instituto das Químicas

a) Terrapleno

Devido à escolha do local (encosta do morro limítrofe com o Instituto Butantã e vizinhança com a Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas - FFLCH e História e Geografia), o serviço de terraplenagem para implantar os 12 Blocos (A

³⁰ No Modulor de *Le Corbusier* o valor de $0,86$ está relacionado às medidas médias do corpo humano – pessoa com altura padrão de $1,83m$ - consideradas por *Corbusier*, ou seja, $0,86m$ é uma altura um pouco abaixo da cintura que serve como referência para uma superfície de apoio das mãos para uma pessoa que está em pé.

construção do 13º bloco, chamado bloco 0, ocorreu em 1995/1996 , hoje concentrando a central de solventes) deu-se com relativa complexidade.

Foi realizado um corte representativo neste morro, possibilitando a implantação da Av. Prof. Lineu Prestes e ao aterro do primeiro e segundo patamar. Após a execução das duas plataformas, taludes e drenos perimetrais, constataram que as áreas eram insuficientes devido ao alto índice de ocupação e face a isto, os blocos foram implantados junto a crista dos taludes o que aliado a excessiva declividade dos mesmos, origina problemas constantes de manutenção.

b) Fundações

Executadas parte em fundações direta e parte em estacas pré-moldadas de concreto armado, com profundidade média em torno de 15m face às cargas nos pilares e às características do solo existente, aliado à dificuldade de controle efetivo de compactação dos aterros.

Algumas estacas próximas das cristas dos taludes sofreram pequenas movimentações, ocasionando acomodação e trincas nos edifícios localizados nestas áreas desde o término da construção (Fig. 09).

A conservação e manutenção dos taludes e drenos perimetrais de águas pluviais deve ser uma preocupação constante dos responsáveis pela manutenção do edifício.

FIGURA. 09 - Foto da autora (2008): Fissuras nas lajes e paredes dos corredores entre blocos

A meso-estrutura é constituída por blocos de concreto armado, assentados sobre as estacas acima referidas. Sobre estas, foram construídos os baldrames também em concreto armado, que por sua vez, nas áreas em subsolos se incorporaram aos muros de arrimo.

c) Estrutura

O sistema estrutural segue a modulação básica de 7,74m x 7,74m (nos blocos chamados magros e nos blocos chamados gordos) nas duas direções. As lajes, vigas e pilares são de concreto armado aparente e foram executados com forma plastificada de madeira compensada com 12 mm de espessura, armadura em aço CA 24 e concreto com aditivo plastificante.

Com o partido estrutural adotado – estrutura modulada baseada na modulação do projeto arquitetônico, a independência com outros subsistemas do edifício permitiu a construção de cada um deles sem a interferência um dos outros, permitindo a flexibilidade na adoção dos vãos, vedos, instalações e outros elementos construtivos.

As vigas do primeiro pavimento superior, externamente são aparentes, internamente integram a laje tipo caixão perdido do pavimento (vigas chatas em torno de $M/2 = 0,43m$) vencendo vãos de 7,74m. Esta laje nervurada, com este dimensionamento, permitiu a adoção das canaletas de piso (Fig. 11), que originalmente, foram responsáveis pela passagem das tubulações elétricas e hidráulicas.

Atualmente as canaletas foram fechadas por apresentarem problemas de higiene, conforme relatos do engenheiro responsável pela manutenção do edifício.

Na cobertura, as vigas são invertidas, sustentando uma laje de caixão perdido em torno de $M/4 = 0,215m$, que por sua vez, colabora para o desempenho térmico-acústico do teto.

FIGURA 10 - Foto da autora (2008): Canaletas de piso área dos corredores

d) Cobertura

Teto plano composto de laje em caixão perdido impermeabilizada com manta aluminizada (Fig. 11) sobre argamassa de regularização e espessura média de 2 cm (composta de areia e cimento 1:3). Possui declividade de 0,5% resultante de enchimento com concreto magro.

FIGURA 11 – Foto da autora (2008): Detalhe impermeabilização com manta aluminizada

A declividade de 0,5% mostrou-se insuficiente para o escoamento das águas pluviais, formando empoçamentos em diversos pontos.

Atualmente as coberturas estão sendo reformadas e foram adotadas mantas asfálticas aluminizadas (menor peso), executadas sobre massa de regularização entre as vigas invertidas com declividade de 2%.

e) Vedos

São de tijolos de barro maciço comum com espessura de 25 cm, utilizados nas paredes dos corredores internos, sanitários e nas empenas laterais das fachadas.

Nos peitoris das fachadas frontais, adotou-se bloco cerâmico de 8 furos com espessura de 7 cm aparente (Fig. 12), objetivando-se vedar e ao mesmo tempo resolver externamente o acabamento do edifício.

Nos vedos internos, adotaram-se painéis divisórios móveis de madeira aglomerada contra-placada com madeira compensada de cedro e revestida com laminado melamínico semi-fosco. Seus montantes são de madeira de perobinha do campo. Essas divisórias da época da construção estão sendo substituídas por outras de miolo celular em colméia e estruturadas em perfil de alumínio pintado, pois sofreu, no decorrer destes anos, infestação de cupins.

FIGURA 12 - Foto da autora (2008): Fachada lateral (entre blocos); esquadrias projetante, deslizantes.

f) Pavimentos

Conforme relatos do professor Simões, foram pesquisados cerca de trinta pisos visando atender as exigências das atividades ligadas as Químicas, ou seja, serem laváveis, não frios, resistentes a ácidos e bases, com boa resistência ao desgaste

superficial e com custo compatível pela enorme área a ser tratada. Optou-se pelo “epóxi”, cujos insumos básicos foram importados da “SHELL” Inglaterra. Com orientação técnica dessa companhia, desenvolve-se dentro da própria Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira - CUASO uma central produtora de piso “epóxi” para as Químicas e demais obras da época.

Os pisos externos são de concreto desempenado semi-rústico, intercalado com placas de 0,86 x 0,86m, em concreto armado. Estas placas também cobrem as canaletas e dutos centrais de passagem das instalações hidráulicas, elétricas e dos drenos periféricos do conjunto.

Nas praças existentes, nos espaços entre os blocos e na praça central, adotou-se o mesmo piso, em placas de concreto, rejuntado com seixo rolado.

Hoje, nos caminhos externos ao conjunto, acesso ao anfiteatro e a praça foi adotado piso intertravado de concreto.

g) Vãos

A comunicação entre os espaços nos 13 blocos e edifícios complementares se faz por meio deste subsistema. As esquadrias são moduladas com base no $M = 0,86m$, tanto na direção horizontal como na vertical, feitas de chapa dobrada de aço galvanizado, tendo como elemento de fixação dos vidros baguetes de aço em perfis “U”, tipo projetante deslizante para permitir maior ventilação e aeração, tendo em vista a existência de gases tóxicos.

A esquadria permite a entrada de luz necessária e visibilidade externa dos jardins proporcionando a integração dos espaços.

As portas de passagem (duplas ou simples) também obedecem à mesma medida acima mencionada, tendo como materiais o compensado de cedro na espessura de 3,5 cm, com acabamento para verniz ou pintura. Seus batentes são de peroba rosa, pintados com tinta a óleo semi-fosca na cor azul.

Nas divisórias móveis, as portas são constituídas dos mesmos materiais e medidas, formando assim, o painel porta utilizado em todos os vedos internos.

h) Paramentos

As paredes internas são revestidas com tintas à base de água e resina de poli acetato de vinila (PVA), na cor branca sobre emboço, reboco de cal e areia, chapisco fino de areia/cimento (1:3). Sobre a pintura látex aplicou-se duas demãos de verniz incolor a base de silicone.

O revestimento dos painéis divisórios são de laminado melamínico (semi-fosco) na cor bege.

Externamente, o concreto é tratado com verniz incolor. Os tijolos aparentes permanecem ao natural (textura e cor). As empenas laterais são revestidas com chapisco grosso (areia, cimento e pedra-seixo rolado) e após, pintada com tinta látex a base de PVA na cor bege.

As esquadrias são pintadas com tinta à base de tetróxido de chumbo que propicia proteção contra oxidação e corrosão e posteriormente com três demãos de tinta a base de óleo na cor cinza grafite.

i) Instalações Eletro-mecânicas

As instalações são aparentes, visitáveis, objetivando-se atender a filosofia dos projetos quanto à manutenção, expansibilidade e flexibilidade, tendo em vista que os espaços poderiam mudar em função de novas atividades.

O Instituto das Químicas possui subestações elétricas setoriais, abaixadoras de tensão e instalações elétricas trifásicas e monofásicas de 220 e 110 Volts. Estas são conduzidas por meio de dutos centrais, calhas "U" de fibrocimento, nos tetos, eletrodutos de aço, perfis em chapa galvanizada (Fig. 13).

FIGURA 13 – Foto da autora (2008): Detalhe eletrodutos, instalações aparentes.

As tomadas e interruptores em série e em paralelo. As unidades de alimentação das capelas e mesas de laboratórios são constituídas por tubos de PVC (poli cloreto de vinila) com diâmetro de 100 mm.

As luminárias são simples, compostas pelas calhas “U” de fibrocimento anteriormente referidas, nas quais se acoplam às lâmpadas fluorescentes. As instalações mecânicas são compostas de ventilação e exaustão das capelas (exaustão industrial por setores), sendo elas: um exaustor para cada quatro capelas, visando minimizar o custo de instalação, operação e manutenção desses equipamentos (hoje algumas delas possuem 01 exaustor para cada 2 capelas).

Para as salas das diretorias e chefias de departamentos há equipamento de ar condicionado.

Cada um dos 12 blocos possuía um elevador monta-carga destinado ao transporte de cargas pequenas e circulação de pessoas com necessidades especiais. Atualmente os elevadores estão desativados pelo fato de que suas dimensões e componentes não corresponderem às necessidades das pessoas portadoras de necessidades especiais. Um único elevador é utilizado para este fim, localizado ao lado do bloco 01 (Fig.14).

FIGURA 14 – Foto da autora (2010): Detalhe elevador anexo ao bloco 01

Externamente, o Instituto é iluminado por holofotes e postes com lâmpadas de luz de mercúrio, atualmente com desempenho insuficiente devido ao porte das árvores e dimensões de suas copas. Esta iluminação está sendo complementada e adequada ao paisagismo existente.

As salas internas possuem 400 lux de iluminação.

j) Instalações Hidrossanitárias

O sistema de alimentação de água fria, gás, ar comprimido, bem como a retirada das águas servidas, pluviais, esgoto sanitário e radioativo é feita por meio de tubulações e canaletas de piso, dutos horizontais e verticais.

O duto principal está locado entre os 13 blocos (passarela central), está ligado as instalações centrais de gás (gasômetro) e água (reservatórios com capacidade de 100.000 e 300.000 litros, elevado e subterrâneo, respectivamente), que por sua vez interliga cada bloco por meio de dutos secundários no pavimento térreo. Estes alimentam as tubulações existentes nas canaletas de piso (nos blocos onde ocorreram reformas, estas canaletas estão sendo preenchidas com argamassa e revestidas com cerâmica [áreas dos laboratórios], nos corredores [circulação] elas continuam existindo). O sistema continua até a laje do teto, onde encontra o

duto horizontal do corredor central onde se situam as tubulações para captação das águas pluviais e todo o sistema de exaustão para a captação e eliminação dos gases das capelas.

Os materiais utilizados foram pesquisados de forma a atender as atividades das Químicas e foram: bicos simples e duplos de gás, tubulação flexível de gás que foram substituídos posteriormente por tubos de aço galvanizado pintado com tinta na cor preta.

Nas instalações de água fria usou-se o aço galvanizado (substituído atualmente por PVC – poli cloreto de vinila). No esgoto das águas servidas, contendo resíduos de substâncias ácidas e básicas foram adotadas manilhas de barro vidrado, rejuntadas com asfalto.

O sistema de alimentação de água destilada (Fig. 15) é distribuído onde os laboratórios o necessitam.

FIGURA 15 – Foto da autora (2008): Sistema de alimentação de água destilada

Todo este sistema está vinculado ao sistema de hidrantes. Extintores de incêndio de pó químico estão distribuídos pelos corredores, assim como no interior dos laboratórios.

Nos corredores (circulação interna) encontramos chuveiros e lava-olhos, sistema de segurança para os usuários dos laboratórios. (Fig.16)

FIGURA 16 – À esquerda: croqui chuveiros e lava-olhos: conjunto sistema de segurança e prevenção a acidentes. Simões (1989). À direita: chuveiro e lava-olhos- Foto da autora (2009).

Equipamentos Complementares

Vários equipamentos foram pesquisados e projetados para o Instituto, como por exemplo: as capelas para exaustão dos gases, o mobiliário (mesas moduladas, tanques de concreto e de aço inoxidável, cubas em grés vitrificado, armários (Fig. 17), gavetas, prateleiras, bancadas simples e duplas.

FIGURA 17 – Foto da autora (2008)- À esquerda foto móvel para vidrarias (original). À esquerda: Tanque de apoio instalado no móvel situado na lateral das janelas.

As mesas obedeciam à coordenação modular ($M = 0,86\text{ m}$) na direção horizontal e vertical.

O material adotado para estas mesas era: tampos e apoios laterais e intermediários em peças compostas por lâminas de madeira – pinho ou similar – em diversos comprimentos e espessuras coladas e prensadas industrialmente; o restante em madeira compensada de amendoim.

Os tampos foram tratados com bi cromato de potássio e óleo de anilina, que posteriormente foram lavados, encerados com cera de carnaúba e após, passados a ferro elétrico quente resultando numa película vitrificada de acabamento (Fig. 18).

FIGURA 18– Foto da autora (2008): Laboratório de ensino original.

As mesas de escritório/gabinete dos professores e salas de administração eram em amendoim, e as cadeiras em plástico (poliéster) reforçado com fibra de vidro.

Todo o mobiliário do IQ foi substituído por apresentar infestação de cupins e/ou desgaste após estes mais de 40 anos de utilização.

3.5- Os laboratórios do Instituto de Química hoje

3.5.1- Laboratórios Didáticos

Os laboratórios didáticos do IQ estão concentrados nos blocos 01 e 07 e todos passaram por reformas internas.

As bancadas, antes de compensado de madeira, foram substituídas por bancadas em alvenaria e tampos de concreto revestido em cerâmica, bancadas inteiras revestidas de polipropileno sobre tampos de concreto e/ ou madeira e bancadas de concreto revestidas com granito, conforme a necessidade de cada laboratório e que serão analisadas no capítulo 04. (Fig.19)

FIGURA 19 - Foto da autora (2010): Laboratório de ensino reformados.

As instalações reformadas seguiram as especificações a seguir:

Capelas

Passaram a ser utilizadas tubulações poliméricas termoplásticas (Fig. 20) e o revestimento da bancada passou a ser em cerâmica. O sistema de exaustão também foi reformado - o exaustor possui motor trifásico com rotação 1100rpm,

entrada e saída 0,30m, com chave magnética e botoeira liga/ desliga; as coifas, antes em aço galvanizado, foram substituídos por polipropileno natural de espessura 10mm estruturada por perfis metálicos (dutos externos em fibra de vidro). Os gabinetes foram confeccionados em compensado naval, revestido por fórmica fosca, com portas frontais.

FIGURA 20 – Foto da autora (2009): Capelas reformadas

Água fria

A alimentação dos pontos de água das pias das bancadas foram conectadas a rede existente dentro das canaletas de piso dos laboratórios (os caminhos das canaletas foram aproveitados, mas foram vedadas com massa e armação de tela galvanizada e revestidas com piso cerâmico).

Em cada alimentação foram instalados os registros de gaveta, para pressões de até 1,4 Mpa.

Toda a tubulação de água foi substituída por PVC (Poli Cloreto de Vinila) rígido soldável.

As torneiras para pias de bancada e paredes possuem acionamento por alavanca, com arejador e bica alta.

As torneiras de lavagem possuem fechamento automático com arejador, de mesa, de "1/2", pressão de funcionamento 20 a 400 Kpa (faixa completa).

As válvulas e sifões são de metal com acabamento cromado.

Os flexíveis são em PVC ou em polipropileno com acabamento cromado.

Esgoto

Toda a tubulação (em polipropileno copolímero soldável de alta resistência, com espessura de parede excedendo aquelas especificadas em norma, da mesma linha que as tubulações existentes) é aparente até as canaletas de piso onde foram interligadas à rede existente.

Gás

A alimentação dos pontos de gás dos laboratórios didáticos se deu a partir da rede existente aérea. Trata-se de uma tubulação "diâmetro $\frac{3}{4}$ " instalada junto ao teto. Originalmente, quando da construção dos blocos, a tubulação de gás passava pelas canaletas de piso que foram fechadas por apresentarem problemas de higiene e risco de explosão.

Em cada descida para alimentação de bancada ou capela foi instalado um registro de esfera para manutenção do trecho.

As tubulações e conexões da rede de gás utilizaram tubo em cobre maleável classe A.

As roscas são cônicas, os registros de esfera possuem corpo fundido em bronze com baixo teor de zinco, operação por 1/4 de volta, alavanca de aço pintado ou revestido de plástico.

As tubulações aparentes foram fixadas a suportes com resistência mecânica suficiente para suportar o peso próprio da tubulação e da água que a preenche, com um fator de segurança igual a 5; as tubulações suspensas foram suportadas por cintas de aço dentadas e ajustáveis.

Elétrica

Os pontos e a infraestrutura de iluminação não foram trocados, as lâmpadas, reatores e fiação foram substituídos. Os quadros gerais foram revistos, acrescentados circuitos e disjuntores para tomadas.

Para cada área de trabalho na bancada foram instalados dois conjuntos de duas tomadas em caixas "4x4" que estão interligadas por caixas de passagens sob a bancada (Fig. 21).

Sob a bancada foram instaladas tomadas para a bomba a vácuo. A alimentação destas tomadas se faz através de eletrodutos aparentes que vem da eletrocalha periférica e esta está interligada aos quadros (locados ao lado das capelas, parede divisa com o corredor central, circulação) [Fig.22].

FIGURA 21 – Fonte: Engº Saporito (2009) - Detalhe tomadas e eletrodutos bancada

FIGURA 22 – Foto da autora (2010): Instalações aparentes- detalhe eletrocalha.

As portas de acesso e janelas foram mantidas. Não foram instaladas persianas ou brises (com exceção do laboratório do pavimento superior do bloco 07, fachada NW onde foram instaladas persianas horizontais).

A circulação (Fig.23) entre as salas de laboratórios de ensino (blocos 01 e 07) estão livres, mas na maioria das circulações dos outros blocos a área vem sendo utilizada para acomodação dos equipamentos que não cabem nas salas.

FIGURA 23 – Foto da autora (2010): Foto esquerda-circulação B1.07; Foto direita-circulação B1.01

4- REQUISITOS E CRITÉRIOS PARA O PROJETO DE LABORATÓRIOS DE QUÍMICA

Análise dos resultados dos levantamentos do estudo de caso

A seguir serão apresentadas as tabelas da análise do estudo de caso – laboratórios de ensino dos blocos 01 e 07 segundo ABNT NBR 15575/2008.

Na sequência serão analisadas as plantas do pavimento térreo e superior dos blocos 01 e 07 e as divisões dos laboratórios didáticos, distribuição interna dos mesmos e respectivos desdobramentos quanto aos resultados da análise das tabelas e das informações discutidas nos capítulos anteriores.

Tabela 08 – Análise dos resultados dos levantamentos do estudo de caso segundo ABNT NBR 15575/2008

Segurança contra incêndio	
<i>Requisito: Princípio de incêndio</i>	
<i>Situação atual:</i>	<i>Referencias normativas</i>
Nos laboratórios de ensino as instalações elétricas passaram por reforma e os fios e cabos são antichama, embutidos em conduletes de PVC (cloreto de polivinila) ou protegidos por invólucros de EPR (borracha etileno-propileno).	NBR 6148, NBR 6880, NBR 5410/2005
Os laboratórios possuem extintores de Pó químico, espuma e Co2 e luz de emergência.	Decreto nº 46.076; NBR 12613/93; NBR 13434/04; NBR 13435/95;
A tubulação de gás- antes em canaletas de piso, hoje aéreas- favorece o requisito segurança contra incêndio.	NBR 13437/95; NBR 10898/99

Continua

Continuação da tabela	
Inexistência de sinalização de rotas de fuga	NBR 11742; IT nº11
A incidência direta dos raios solares pela fachada onde estão instalados os caixilhos sem proteção (quebra-sol) é fator de risco, podendo provocar incêndio se em contato com produtos químicos.	Decreto nº 46.076
Recomendações:	Referencias normativas
O estudo para implantação de um sistema para aspersores automáticos (o tipo - água ou outros - deve ser analisado caso a caso) e/ ou detectores de fumaça pode reduzir os riscos e aumentar a segurança dos usuários e do ambiente construído.	NBR 13848/97; NBR 9441/1998
Sinalização de rota de fuga;	NBR 11742; IT nº11
A instalação de quebra-sol - já recomendada e detalhada por Simões (1989)- deve ser priorizada para evitar incidência de raios solares direta nos equipamentos e produtos químicos.	Decreto nº 46.076
Requisito: Inflamação generalizada/ Propagação para outras áreas adjacentes	
Situação atual:	Referencias normativas
A compartimentação entre os laboratórios se dá por meio de divisórias em aglomerado e acabamento em laminado melamínico que sob o ponto de vista de resistência ao fogo possui classificação baixa (tempo de resistência ao fogo inferior a 60 minutos)	Decreto nº 46.076; NBR 10636/1989; IT nº08;
Continua	

Continuação da tabela	
Os dutos verticais entre os pavimentos não possuem selos corta-fogo.	NBR 6479; NBR 9441
As áreas externas entre blocos e o fato dos blocos não serem geminados são características favoráveis ao atendimento desse requisito, ou seja, de dificultar a propagação de incêndio.	NBR 10636/1989;
Recomendações:	Referencias normativas
O estudo para implantação de um sistema para aspersores automáticos (o tipo - água ou outros - deve ser analisado caso a caso) e/ ou detectores de fumaça pode reduzir os riscos e aumentar a segurança dos usuários e do ambiente construído.	NBR 13848/97; NBR 9441/1998
A instalação de selos corta-fogo entre os pavimentos é recomendada.	NBR 6479; NBR 9441
Requisito: Fuga em situação de incêndio	
Situação atual:	Referencias normativas
O número de portas para a área de circulação é apropriada, a largura dos corredores é de 2.30m e a dimensão máxima a ser percorrida até a escada em caso de incêndio é de 25m.	NBR 9077/93; NBR 11742/97; Decreto nº 46.076
As rotas de fuga não estão sinalizadas.	NBR 11742; IT nº11
A iluminação de emergência está instalada e opera normalmente.	Decreto nº 46.076
Corrimão da escada - instalado somente em um dos lados da escada	NBR 11742; IT nº11
Recomendações:	Referencias normativas
Sinalizar as rotas de fuga- Instalação de porta corta fogo e corrimão nas escadas, conforme recomendado na norma.	Decreto nº 46.076; NBR 9077/93
<i>Continua</i>	

Continuação da tabela

Requisito: Acessibilidade de carros de combate a incêndio

<i>Situação atual:</i>	<i>Referencias normativas</i>
O acesso dos carros de combate a incêndio se dá pelo estacionamento frontal a portaria do IQ, porém o acesso de viaturas para o conjunto dos blocos não é possível – a passarela coberta impede o acesso aos blocos.	Decreto nº 46.076
<i>Recomendações:</i>	<i>Referencias normativas</i>
Sinalização dos hidrantes externos entre os blocos conforme a norma. Estes hidrantes podem ser considerados uma alternativa para a limitação do acesso as viaturas dos bombeiros para o conjunto de blocos.	Decreto nº 46.076

Segurança no uso e operação

Requisito: Segurança na utilização do imóvel

<i>Situação atual:</i>	<i>Referencias normativas</i>
Os materiais , acabamentos e mobiliários nos laboratórios didáticos quanto a sua aspereza, regularidade, e resistência a agentes químicos seguem as recomendações da norma.	NBR 9442/86

Desempenho Higrotérmico

Requisito: Condições de conforto no verão e inverno

<i>Situação atual:</i>	<i>Referencias normativas</i>
A incidência direta dos raios solares pela fachada onde estão instalados as esquadrias provoca aumento da temperatura interna dos laboratórios – foram instaladas persianas para promover o sombreamento (laboratórios bloco 07 piso superior). Nos laboratórios de ensino situados no pavimento térreo, não há elemento para sombreamento.	NR 17 NBR 15575-1-2008- Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social

Continua

Continuação da tabela

<i>Recomendações:</i>	<i>Referencias normativas</i>
A instalação de quebra-sol - já recomendado e detalhado por Simões (1989)- deve ser priorizada para evitar incidência solar direta nos ambientes.	NBR 15575-1-2008 - Desempenho térmico de edificações-Parte 3: Zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social

Saúde higiene e qualidade do ar

Requisito: Proliferação de microorganismos, poluentes na atmosfera interna, contaminações das instalações prediais

<i>Situação atual:</i>	<i>Referencias normativas</i>
Não foram informadas ocorrências decorrentes de problemas ocasionados por contaminação nos laboratórios de ensino. Os usuários manipulam pequenas quantidades de produtos químicos nos laboratórios de ensino, não havendo contaminação do ar. Os laboratórios de ensino dos blocos 01 e 07 possuem ventiladores (quatro) localizados na face da parede oposta a das janelas que auxiliam na recirculação do ar interno.	NT 004 – Resolução RE nº176 Agencia Nacional de Vigilância Sanitária; NFPA 45

<i>Recomendações:</i>	<i>Referencias normativas</i>
Por se tratar de ambiente onde são manuseados diversos produtos químicos recomenda-se monitorar com frequência a qualidade do ar interna, bem como dos descartes (resíduos sólidos e líquidos). Estas questões devem ser previstas no programa de necessidades através de recomendações de adoção de áreas de contenção, tratamento ou outros conforme a natureza dos produtos químicos manuseados e recomendações das normas.	NT 004 – Resolução RE nº176 Agencia Nacional de Vigilância Sanitária; NFPA 45; Resolução CONAMA 357

continua

Continuação da tabela

Funcionabilidade e acessibilidade

Requisito: Dimensões mínimas e organização funcional dos espaços, adequação para portadores de necessidades especiais, possibilidade de ampliações.

<i>Situação atual:</i>	<i>Referencias normativas</i>
Nos laboratórios de ensino, após a reforma, foram feitas adaptações nas bancadas para cadeirantes. Os acessos, porém, ainda deverão ser adaptados bem como as áreas de apoio e sanitários.	NBR 9050
A organização interna e a funcionalidade dos laboratórios de ensino seguem as recomendações da literatura especializada	Segurança Química em laboratórios – Silva, Mary S. (2002)- UNESP; Manual de segurança do IQ.(2004)
A necessidade de novas áreas para ampliação foi apontada como imprescindível dado o aumento de números de alunos.	
<i>Recomendações:</i>	<i>Referencias normativas</i>
Adaptar os acessos, sanitários e áreas de convívio para os portadores de necessidades especiais.	NBR 9050

Fim da tabela

Conforme o levantamento feito verifica-se que os laboratórios de ensino do IQ atendem a vários requisitos da norma, porém as questões relativas à segurança e acessibilidade ainda podem ser melhoradas.

A formação de uma brigada de incêndio, a sinalização das rotas de fuga, a verificação da possibilidade de controles mais efetivos de detecção de fumaça, chuveiros automáticos na circulação/ rota de fuga e outros podem ser objeto de estudo para minimizar riscos e garantir a segurança dos usuários.

As reformas e mudanças efetuadas nos laboratórios de ensino se fizeram necessárias principalmente em decorrência do desgaste dos materiais após estes mais de 40 anos de utilização (bancadas e armários de madeira, degradação de tubulações, outros).

A flexibilidade dos espaços (espaços abertos) e a adoção de dutos verticais de instalações implantados junto a áreas permanentes e dutos horizontais (ramificações das instalações) localizados nos corredores permitiram tais adequações.

Segundo relatos de Simões (2008), o programa de necessidades inicial do projeto recebido por ele e coordenado pelo arquiteto Alberto Daniel (que não participou das etapas seguintes do projeto) foi complementado através de levantamentos minuciosos das necessidades de cada professor a época.

Cada um dos discentes das várias áreas correlatas que deixariam suas unidades isoladas do Campus para integrar o IQ, expôs suas necessidades específicas quanto aos equipamentos, mobiliário, resistência dos materiais aos agentes químicos e outros.

As adequações as necessidades atuais dos usuários quanto à utilização e funcionalidade dos laboratórios foram adaptadas a realidade atual de ensino, a dinâmica das aulas, a modernização dos equipamentos e adequação das bancadas para cadeirantes.

Os laboratórios dos blocos 01 e 07 foram reformados em períodos diferentes, conforme disponibilidade orçamentária, e possuem características específicas conforme relatadas a seguir.

Laboratórios bloco 01 – Térreo

Laboratório de química orgânica – fachada SW

Analisando a planta (pag. 78) verificamos que a circulação entre bancadas nos laboratórios de química orgânica, fachada SW é de 1,50m e as bancadas em tampo de concreto revestido com cerâmica medem 1,30 x 5,20m.

Cada bancada (no total de 12) pode ser utilizada por 08 alunos -04 de cada lado, frente a frente e a área de trabalho para cada aluno é de 1,00m².

A altura das bancadas é de 0,85m e sob elas foram instaladas portas deslizantes em laminado melamínico para guarda de material do laboratório – kit das substâncias que são utilizadas nas aulas pelos estudantes.

As instalações das bancadas contam com tomadas elétricas, bico para gás, bojo em polipropileno, ponto para vácuo, torneiras, cuba e anteparo em polipropileno conforme fig. 24.

FIGURA 24 – Fonte: Eng^o Saporito (2009)-Detalhe das bancadas laboratórios bloco 01, térreo, fachada SW.

Esta planta virá ampliada em pagina dobrada - aqui somente para demonstração.

PLANTA BLOCO 01 - TÉRREO

Além de possuir as capelas localizadas nas paredes projetadas para a passagem dos dutos verticais, conta com mais 04 capelas duplas (1,50m cada uma) na fachada onde estão localizadas as janelas – Fig. 25

FIGURA 25 – Foto da autora (2010): Capelas laboratório bloco 01, térreo, fachada SW.

Entre as 12 bancadas encontra-se a sala dos técnicos, delimitada por divisórias com vidros conforme fig. 26

FIGURA 26 – Foto da autora (2010): Sala dos técnicos – I. química orgânica- bloco 01, térreo, fachada SW.

Na parede oposta, face onde se encontram as janelas, estão instaladas as capelas e as prumadas dos dutos verticais.

Ventiladores (04) instalados acima da porta ($h = 2,80\text{m}$) permitem a melhor

recirculação do ar do laboratório. (Fig.27)

FIGURA 27 – Foto da autora (2010): Detalhe parede laboratório química orgânica-ventiladores

O revestimento de piso destes laboratórios é em epóxi.

Laboratórios de química geral – fachada NW

Os laboratórios de química geral, fachada NW estão divididos por divisórias (parede-teto) sem vidros em 03 salas e sua disposição interna difere em relação à do laboratório de química orgânica.

Cada uma das 03 salas possui 04 bancadas de 1,30 x 5,20m, e entre elas uma circulação de 1,60m. A altura das bancadas é a mesma, ou seja, 0,85m e o número de alunos por bancada ocupando 1m² é de 08, sendo 04 de cada lado.

Sob as bancadas, portas deslizantes em laminado melamínico para a guarda dos materiais utilizados nas aulas.

Paralelo as janelas, em todo o perímetro das salas, temos uma bancada de apoio, construída em alvenaria e tampo de concreto revestido com cerâmica e sob ela, prateleira de concreto para guarda de produtos químicos e equipamentos.

O fechamento frontal destas bancadas de apoio se dão por portas deslizantes em laminado melamínico (Fig.28).

FIGURA 28 – Foto da autora (2010): Lab. química geral – det. bancada apoio bloco 01-térreo.

Cada uma das 03 salas conta com um conjunto de capelas (02 capelas de 1.50m cada), armários e acesso a prumada de instalações dos dutos verticais.

As instalações das bancadas são iguais a do laboratório de química orgânica.

Possui extintores de pó químico, espuma e Co₂, bem como iluminação de emergência sobre as portas.

O revestimento de piso é em cerâmica clara.

Laboratórios bloco 01 – Superior

Laboratório de química analítica – fachada SW

Os laboratórios de química analítica do bloco 01 piso superior fachada SW foram reformados por uma empresa terceirizada e suas características diferem dos demais laboratórios de ensino do IQ.

As bancadas de 1,35 x 5,20m foram montadas e estruturadas em madeira e laminado melamínico com gavetas e portas de abrir em laminado melamínico na cor cinza claro e gelo, intercaladas por áreas sem armários.

Os tampos são recobertos por polipropileno. Fig.29

FIGURA 29 – Foto da autora (2010): Lab. de química analítica – detalhe bancada bloco 01- superior.

A altura das bancadas é de 0,85m e o número de alunos por bancada é de 08, sendo 04 frente a frente.

A circulação entre bancadas é de 1,60m. Possui uma sala para os técnicos e bancada de apoio por todo o perímetro da parede onde se encontram os caixilhos sem nenhum elemento para sombreamento (Fig.30)

FIGURA 30 – Foto da autora (2010): Lab. de química analítica – det. bancada apoio bloco 01- superior.

As capelas (de 1,20m), situadas na parede oposta a das esquadrias, estão intercaladas com armários e porta de acesso aos dutos das instalações verticais. (Fig. 31)

FIGURA 31 – Foto da autora (2010): Lab. de química analítica – detalhe parede das capelas

O revestimento do piso deste laboratório é em epóxi cinza claro.

As instalações das bancadas seguem o padrão dos outros laboratórios reformados do IQ.

Possui três ventiladores sobre as portas, iluminação de emergência e extintores de pó químico, espuma e Co₂.

Laboratório de físico-química – fachada NW

O laboratório de físico-química situado na fachada oposta – NW do bloco 01 pavimento superior, possui 09 bancadas de 1,60 x 5,20m, construídas em alvenaria revestida em cerâmica e tampo de concreto revestido com polipropileno. (Fig.32)

FIGURA 32 – Foto da autora (2010): Laboratório de físico-química – detalhe tampo bancada

A circulação entre bancadas é de 1,60m. Na fachada onde estão situadas as janelas, um armário baixo ($h=1,03$) em madeira e portas deslizantes é utilizado para guardar materiais e produtos químicos (Fig.33)

FIGURA 33 – Foto da autora (2010): Lab. de físico-química – detalhe armário perímetro das janelas

Sob as bancadas não existem armários (Fig. 34). O revestimento de piso deste laboratório é em epóxi. As instalações das bancadas seguem o mesmo padrão dos laboratórios apresentados.

As capelas – duplas (1,50m cada) se situam na parede oposta a das janelas.

Nesta mesma parede, acima das portas, estão instalados os ventiladores (em número de 04), extintores de pó químico, espuma, CO₂ e iluminação de emergência.

FIGURA 34 – Foto da autora (2010): Laboratório de físico-química – bloco 01 piso superior

O laboratório conta com uma área fechada por divisórias e vidro para a guarda de balanças e outros equipamentos.

O revestimento de piso deste laboratório é em epóxi.

Laboratórios bloco 07 – Térreo

Laboratório de química inorgânica – fachada SW

Conforme planta a seguir, verifica-se que as dimensões das bancadas tem 1.50 x 5.40m e sua altura é de 0,85m. A circulação entre elas é de 1,60m de largura.

As bancadas construídas em alvenaria revestida em polipropileno possuem sob elas prateleira em concreto e fechamento com portas deslizantes em laminado melamínico para guarda de material utilizado em aula.

As capelas estão posicionadas na parede oposta a das janelas, intercaladas com a porta de acesso as prumadas das instalações verticais.

O piso possui revestimento cerâmico, as janelas não possuem elemento para proteção/ sombreamento do laboratório.

Extintores de pó químico, espuma e Co2 estão locados perto das portas, assim como a iluminação de emergência.

Laboratórios de química analítica – fachada NW

Os laboratórios de química analítica estão posicionados na fachada NW e estão divididos em 03 laboratórios com 04 bancadas cada.

Na primeira sala, existe uma face de bancada construída sem os armários sob o tampo, possibilitando sua utilização por cadeirante. (Fig.35)

FIGURA 35 – Foto da autora (2010): Bancadas para cadeirantes.

Entre as duas faces da área de trabalho das bancadas foram instalados anteparos de polipropileno para proteção dos usuários contra acidentes. (Fig. 36)

FIGURAS 36– Foto da autora (2010). A esquerda: vista frontal do anteparo em polipropileno; a direita: Detalhe dos anteparos sobre as bancadas

Esta planta virá ampliada em pagina dobrada – aqui somente para demonstração.

BLOCO 07 - TÈRREO

Cada bancada pode ser utilizada por 08 alunos -04 de cada lado, frente a frente e a área de trabalho para cada aluno é de 1,00m².

A altura das bancadas é de 0,85m e sob elas (com exceção das concebidas para cadeirantes, que não possuem armários) foram instaladas prateleiras removíveis e fechamento com portas deslizantes em laminado melamínico para guarda de material do laboratório – kit das substâncias utilizadas nas aulas pelos estudantes (Fig.37).

FIGURA 37 – Fonte: Engº Saporito (2009) - Vista da bancada

Entre os laboratórios foram criadas salas – construídas parte em alvenaria, complementadas com vidro fixo de 5 mm de espessura e divisória com núcleo

aglomerado de 3,5mm de espessura (Fig. 38) para a guarda e manipulação de balanças e armários para a guarda de materiais dos alunos.

FIGURA 38 – Fonte: Engº Saporito (2009) - Elevação da divisória

O revestimento de piso do conjunto de laboratórios de química analítica é em cerâmica clara.

As capelas estão posicionadas na parede oposta a das janelas, e cada um dos três laboratórios possuem 02 conjuntos de capelas. Entre as capelas de 1,20 m, localizam-se portas de acesso as prumadas das instalações verticais.

Laboratórios bloco 07 – Superior

Laboratório GEPEQ– Fachada SW

(Grupo de pesquisa em educação química)

Este laboratório possui 04 bancadas (planta na página a seguir) de 1,42 x 2,43m e 0.85m de altura.

Utilizado como laboratório para iniciação de química para pequenos grupos de alunos do ensino fundamental ou grupos de usuários específicos, conta com bancadas sobre alvenaria e tampo de concreto revestidas em cerâmica.

Revestimento este utilizado também na bancada de apoio, situada paralela as janelas. Não possui elemento de sombreamento nas janelas.

Conta com uma única capela, situada na parede oposta a das janelas, armário e prateleira.

O revestimento do piso é em epóxi. Possui luz de emergência sobre a porta, bem como extintor de pó químico.

Laboratório de bioquímica e biologia molecular – fachada NW

Nas janelas do laboratório de bioquímica foram instaladas persianas horizontais de alumínio.

As bancadas em número de 08, medindo cada uma 1,40 x 5,40m e a 0,85 m do piso acabado foram construídas em alvenaria e base de concreto, revestidas com granito.

A área entre bancadas é de 2,40m. No centro, entre um conjunto de 04 bancadas de cada lado do laboratório, encontra-se a sala de preparação isolada por paredes em divisórias.

Na parede oposta a das janelas, encontra-se 02 capelas de 1,20m e vários armários.

O revestimento do piso é em epóxi. Possui luz de emergência e ventiladores sobre as portas, bem como extintor de pó químico, CO₂ e espuma.

Esta planta virá ampliada em pagina dobrada – aqui somente para demonstração.

PLANTA BLOCO 07 SUPERIOR

Mesmo tendo passado por reformas em períodos diferentes, os laboratórios de ensino seguiram alguns critérios comuns a todos:

Altura das bancadas - padronizadas com a altura de 0,85m, altura recomendada pela norma (NBR 9050) para utilização de cadeirantes;

Revestimentos das bancadas- em cerâmica, polipropileno ou granito - materiais resistentes ao ataque de produtos químicos, facilidade na limpeza e manutenção.

Os revestimentos das bancadas (em cerâmica, polipropileno e granito) foram instaladas conforme necessidades específicas do laboratório: o polipropileno foi utilizado nos laboratórios onde há maior manuseio de vidrarias, pois sua superfície favorece o amortecimento de quedas; nos outros laboratórios, onde esta característica não é preponderante foram utilizadas as bancadas revestidas em granito e cerâmica.

Execução de juntas (nas bancadas com revestimento cerâmico e pisos) com rejunte flexível a base de epóxi impermeável, resistente a manchas, a ação de fungos e bactérias, ataque químico e corrosão.

Arremates dos tampos das bancadas em polipropileno, acabamento que permite eliminar arremates irregulares e cantos pontiagudos;

Os armários e respectivas divisões internas (prateleiras) são fixas, executadas e revestidas com materiais resistentes a ação dos produtos químicos.

Pisos com revestimento epóxi – revestimento resistente a ataques químicos, alta resistência mecânica e abrasiva, facilidade na limpeza e manutenção.

Pisos com revestimento cerâmico – resistência a abrasão de classe ou grau 5 (PEI-5 -"Porcelain Enamel Institute").

Paredes e tetos – pintura látex acrílica branca

Divisórias removíveis, modulação de 1,20 m e 0,80m estruturadas em perfis de alumínio pintados em epóxi pó, com 0,60m de espessura total, miolo multicelular em colméia constituídos por painéis revestidos em ambas faces com chapas de laminado melamínico.

As capelas, instalações elétricas, hidráulicas e tubulação de gás foram reformadas conforme relatado no subitem 3.4 – *Os laboratórios do IQ hoje*.

As reformas e as modernizações realizadas nos laboratórios didáticos foram decorrentes do desgaste dos materiais, das melhorias operacionais, das mudanças funcionais, enfim, pode-se afirmar que foram realizadas para atender as atuais demandas do edifício e de seus usuários.

As características conceituais do projeto – modulação, espaços abertos flexíveis (possibilitando as mudanças de layout internas), prumadas horizontais e verticais, favoreceram estas mudanças.

Os requisitos de segurança parcialmente atendidos devem ser priorizados e atualizados. As atividades laboratoriais devem ser constantemente avaliadas quanto ao risco e devem permitir ações corretivas e preventivas.

Aos administradores cabe impor os limites necessários para garantir a segurança do edifício e de seus usuários.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1- Sugestão de roteiro de um programa de necessidades para laboratórios didáticos de química.

Com base nas questões discutidas neste trabalho, abaixo sugestão de roteiro de um programa de necessidades para laboratórios didáticos de química.

Dados Iniciais:

Estabelecimento das metas e objetivos:

- (a) do proprietário e/ou instituição; aqui também deve ser estabelecido o papel e atribuições de cada participante e/ou responsável.
- (b) quanto à forma e imagem do edifício;
- (c) principais funções ou serviços providos pelo edifício;
- (d) vida útil de projeto do edifício e suas partes;
- (e) população atendida;
- (e) relação entre custo de construção/implantação;
- (f) custo de operação/manutenção;
- (g) exigências quanto ao uso racional de recursos (água, energia, outros);
- (h) relação entre grupos de usuários, suas estruturas organizacionais, cultura, formas de interação, necessidades específicas bem como informações sobre os usuários portadores de necessidades especiais, redução motora, auditiva, visual e outras;

Detalhamentos:

- Das especificidades da tipologia do edifício bem como as necessidades e exigências dos usuários que deverão ser atendidas;

	Critérios	Premissa de projeto/Requisito a ser atendido
Conceito		
Flexibilidade	Espaços abertos;	Permitir vários rearranjos das salas e laboratórios
Crescimento	Previsão de expansibilidade	Permitir ampliações/expansões
Segurança	Sistemas de segurança contra incêndio, uso e intrusão	Garantir a segurança dos usuários e da edificação
Manutenabilidade	Instalações visitáveis, expansíveis, materiais, componentes e equipamentos com níveis superiores de desempenho	Garantir o desempenho do edifício e suas partes

- Busca, identificação e análise das normas, leis, limitações legais e exigências: dos ambientes laboratoriais, da edificação e do seu entorno;

Requisitos de desempenho para o programa de necessidades de laboratórios:

	Critérios	Premissa de projeto/Requisito a ser atendido
Dimensionamento físico		
Pé-direito mín (m)	3,00 (laboratório)	Permitir a instalação de tubulações aéreas (sistema de energia elétrica, fluídos em geral) Permitir o uso seguro do ambiente
	2,5 (corredor)	

continua

Continuação da tabela

Área de bancada (m ² /aluno)	Mínima 1.0	Permitir o uso seguro e confortável para a realização das atividades
Circulação (m)	Circulação entre bancadas: 1.50 Circulação frente a capelas: 1.50	Permitir a circulação segura quando o aluno está com as mãos ocupadas
	Largura mínima do corredor de distribuição: 1.50	Permitir a circulação segura em situações normais e emergenciais de uso
Conforto lumínico		
Iluminância mín (lux)	500 (no plano de trabalho)	Iluminação adequada para a visualização das atividades executadas no laboratório
	Verificar a necessidade de iluminação local para atividades específicas	
Tipo de lâmpada	fluorescente	
Conforto acústico		
Nível de ruído máx (dB)	40	Garantir o conforto e salubridade dos usuários
Conforto higrotérmico		
Temperatura (mín/máx) (°C)	22/25	Garantir o conforto e salubridade dos usuários
Umidade relativa do ar (mín/máx)	40/60	Garantir o conforto e salubridade dos usuários, Segurança contra descargas eletrostáticas
Renovação de ar (número/hora)	6	Ventilação natural preferível; dificuldade e custo da manutenção de sistemas mecanizados
Acabamentos		
Revestimentos de superfícies verticais	Acabamento liso, sem cantos vivos, pontiagudos ou cortantes, de cor clara e atóxica.	Permitir facilidade na limpeza e manutenção bem como proporcionar conforto visual
Revestimentos de superfícies horizontais (bancadas)	Material liso, resistente a ação de agentes químicos, compatível com o tipo/uso do laboratório; sem cantos vivos, pontiagudos ou cortantes	Permitir facilidade na limpeza, descontaminação e manutenção
Revestimentos de superfícies horizontais (pisos)	Monolítico, com resistência mecânica, a abrasão, corrosão, antiderrapante, condutividade elétrica	Permitir facilidade na limpeza, descontaminação e manutenção, segurança.

Continua

Continuação da tabela

Portas

Quantidade e sentido de abertura	02 portas, opostas, com visor, abertura para fora do ambiente do laboratório	Facilitar a saída em caso de emergência
Sistema de abertura	Barra antipânico	Facilitar a saída em caso de emergência

Janelas

Características	Amplas e com aberturas	Permitir o acesso de equipamento e/ou bombeiros em caso de emergência
	Vidros de segurança	Segurança dos usuários
	Comandos/ sistemas de abertura acessíveis	Permitir a abertura/ fechamento facilitado para o usuário
	Sombreamento: prever sistema de sombreamento para evitar incidência dos raios solares diretos; componentes resistentes ao fogo	Permitir a segurança dos usuários, acesso aos bombeiros (brises)

Divisórias / elementos para compartimentação

Características	Resistentes ao fogo	Permitir a segurança dos usuários
	Composta de materiais que não eliminem gases tóxicos	Evitar sufocamentos e permitir condições de fuga em emergências
	Material liso	Permitir facilidade na limpeza, descontaminação e manutenção

Sistemas contra intrusão

Gradis, portões, catracas, outros	Sistemas que possibilitem o controle de acesso dos usuários	Permitir o controle de acesso ao edifício e suas partes bem como a segurança dos usuários

Sistemas contra incêndio

Aspersores/ detectores de fumaça	Segurança e possibilidade de fuga dos usuários	Permitir a fuga em casos de incêndio/ segurança dos usuários
Extintores	01 extintor de pó químico, gás e espuma a cada 15 metros (circulação); nos laboratórios, pertos das portas	Permitir extinguir princípios de incêndio

Continua

Continuação da tabela

Hidrantes	Posicionados perto das escadas, comprimento de mangueiras compatíveis com a área a ser protegida	Permitir a segurança dos usuários
Instalações		
Água	Pontos de água em todas as capelas, nas bancadas, 01 a 02 pontos para cada bojo; 01 ponto para cada cuba de apoio.	Permitir a funcionalidade dos laboratórios
Esgoto (resíduos líquidos)	Levantamento dos produtos que serão manuseados/ descartados e quantidades	Permitir adequação dos sistemas as normas e a segurança dos usuários
Esgoto (resíduos sólidos e especiais)	Locais de descarga apropriados; implantação de sistema de gerenciamento de resíduos	Segurança dos usuários
Gás (GLP)	Pontos de gás em todas as capelas, nas bancadas, 01 a 02 pontos para cada 1m ²	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários
Oxigênio	Ponto conforme necessidade; quantidade e posicionamento na bancada	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários
Ar comprimido	Ponto conforme necessidade; quantidade e posicionamento na bancada	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários
Tomadas	Bancadas: tomadas duplas para cada 1m ² , dimensionadas (carga) conforme quantidade e tipos de equipamentos a serem utilizados	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários
	Capelas: tomadas e componentes protegidos, externas.	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários
	De uso geral: conforme organização do ambiente (layout)	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários
Exaustores/ Ventiladores	Ambiente dos laboratórios: Ventiladores instalados de forma a prover a recirculação/renovação de ar como solução conjunta a ventilação fornecida pelas janelas	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso, salubridade e segurança dos usuários

Continua

Continuação da tabela

	Capelas: velocidade de ar de 0,5m/s com a janela da capela aberta	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso, salubridade e segurança dos usuários
Equipamentos	Levantamentos de todos os equipamentos a serem utilizadas, cargas, dimensões, localização e proximidades desejáveis.	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários
Mobiliário	Armários e móveis de apoio: resistentes a ação de produtos químicos, concebidos e instalados de forma a evitar tombamentos, vibrações (produtos) e do móvel em si, aterrados e ventilados.	Permitir a funcionalidade dos laboratórios, adequação ao uso e segurança dos usuários

Fim da tabela

-Após a organização e análise das informações coletadas, o cliente (instituição) deverá aprová-las.

-Deverão ser formuladas as listas dos espaços necessários, alternativas e formas de arranjos destas áreas.

-As utilidades e espaços fixos (sanitários, escadas, outros) e os espaços dedicados aos laboratórios, áreas de apoio e afins devem ser categorizados por tipos, identificados por padrões de utilização e assim possibilitar as informações necessárias para o cálculo de áreas.

Conforme já discutido no texto, as informações coletadas devem ser reavaliadas e retroalimentadas constantemente para possibilitar novas abordagens e análises frente às demandas atuais.

Os valores culturais, humanos, devem ser valorizados sempre com o enfoque e objetivo de garantir a segurança e salubridade dos laboratórios.

A concepção de espaços abertos que permitam modificações (espaços flexíveis), a concentração de dutos verticais para a passagem de prumadas de tubulações de instalações e bases permanentes (sanitários, depósitos, outros) perpassa por todos os tópicos apresentados neste trabalho e devem ser considerados para os futuros projetos de laboratórios.

Um olhar atento à utilização das tecnologias disponíveis para a racionalização, reciclagem e reutilização de materiais com o objetivo de reduzir consumo (energia, água, outros) bem como as especificidades das instalações (mecânicas, de segurança), a manutenção e todas as questões que envolvam a salubridade do edifício e seus usuários são imprescindíveis e devem fazer parte do programa de necessidades.

A utilização de procedimentos para a sistematização de ações que busquem uma abordagem mais ampla e detalhada destes conceitos, já nas primeiras discussões sobre o projeto, devem ser valorizadas pelos profissionais da área face a sua importância para a concretização dos objetivos do projeto e viabilização da produção da obra e manutenção do edifício.

5.2- Sugestão para trabalhos futuros

Como contribuição final, seguem algumas opções para o desenvolvimento de pesquisas e investigações futuras:

- Levantamento e análise das instalações dos laboratórios de pesquisa – especificidades e funcionalidade.
- Como a cultura organizacional nos laboratórios de pesquisa poderá absorver o processo de projeto, manutenção e operação sustentáveis.

6- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith – **Usos e Abusos dos Estudos de Caso**. Cadernos de Pesquisa, v. 36, n.129, set/dez. 2006.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS INC- ASHRAE - Applications Handbook, Chapter 14 **Laboratories**. EUA; 2007.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEER - ASHRAE HANDBOOK- **"TABLE 34- LISTS DESIGN GUIDELINES FOR HVAC- RELATED BACKGROUND SOUND APPROPRIATE TO VARIOUS ACCUPANCIES"**. P.46.25. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminancia de interiores. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 5418**: Instalações elétricas em atmosferas explosivas. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6244**: Ensaio de resistência à chama para fios e cabos elétricos. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6493**: Emprego das cores para identificação de tubulações. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 8222**: Execução de sistemas de prevenção contra explosão de incêndio, por impedimento de sobre pressões decorrentes de arcos elétricos internos em transformadores e reatores de potência. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9441**: Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 122352**: Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos, que fixa condições exigíveis para armazenamento de resíduos sólidos perigosos, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532**: elaboração de projetos de edificações – arquitetura. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14725**: Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ, que fornece informações sobre vários aspectos desses produtos químicos (substâncias ou preparos) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente. A FISPQ fornece, para esses aspectos, conhecimentos básicos sobre esses produtos químicos, recomendações sobre medidas de proteção e ações em situações de emergência. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **PORTARIA N.º 3.214, 08 DE JUNHO DE 1978** (DOU de 06/07/78 - Suplemento) "Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho"

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução n. 306** de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF; 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução n. 176** de 24 de outubro de 2000. Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Brasília, DF; 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução n. 9** de 16 de janeiro de 2003. Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo Brasília, DF; 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série Saúde & Tecnologia – Textos de Apoio a Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde- **Condições de Segurança Contra Incêndios** – Brasília, 1995. 107p.

BRASIL. Norma Regulamentadora **NR 15 – Atividades e operações insalubres** Publicação. D.O.U.. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.

BRASIL. Norma Regulamentadora **NR 17 – Ergonomia** Publicação. D.O.U.. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Atualização 21 junho 2007.

BRASIL. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. **NR 23**. Proteção contra Incêndios. In: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 29. ed. São Paulo: Atlas, 1995. 489 p. (Manuais de legislação, 16).

CINTRA, Maria Aparecida Hippert; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin. **A importância de um sistema de informação no gerenciamento de projetos**. Juiz de Fora, MG. 2000. V2 p.953-964. Congresso de Engenharia Civil, 4º, Juiz de Fora, 2000. Artigo técnico.

CHERRY, E.; PETRONIS, J. **Architectural programming**. Whole Building Design, 29 nov 2005. Informação obtida em 05 jan 2008 no endereço eletrônico: http://www.wbdg.org/wbdg_approach.php

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>

ESPAÑA- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales – **NTP 551**- “Prevención de riesgos en el laboratorio: la importancia del diseño” –2000.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. Tese doutorado. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2002.

FRANCO, Luiz Sérgio. **A aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em**

alvenaria estrutural não armada. Tese doutorado. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1992.

FREITAS, C. M. de, et al. **Segurança química, saúde e ambiente: Perspectivas para a governança no contexto brasileiro.** Cad. Saúde Pública, vol.18, no.1, p.249-256, 2002.

GRANDJEAN, E. **Manual da Ergonomia. Adaptando o trabalho ao homem.** São Paulo: Editora Bookman, 2005.

HERSHBERGER, Robert. G. **Architectural programming and predesign manager.** 1999. Mc Graw-Hill. 506p.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. ISO 6241: **Performance standards in building - principles for their preparation and factors to be considered.** London, 1984, 10 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.ISO 7162 **Performance standards in buildings: contents and format of standards for evaluation of performance.** London, 1992.

JARDIM, W. F. **Gerenciamento de Resíduos Químicos.** Disponível em: <HTTP://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/livrocap11.pdf> Acesso em: 06/06/2010.

LABORATORY DESIGN, CONSTRUCTION AND RENOVATION: **Participant, Process and Products.** ISBN -0-309-51443-6. 2000. 170 p.

LIMA, Patrícia R. Balbio. **Considerações do projeto no desempenho dos sistemas construtivos e qualidade da edificação – Proposição de um modelo de banco de dados.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de engenharia de estruturas. Belo Horizonte, MG, 2005.

INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Manual de segurança.** São Paulo, 2004.

KUMLIN, Robert. **Architectural program creative technique for design professional** . ISBN 0-07-035972-5. 1995. Mc Graw Hill

MARINO, José Luiz. **Atendimento de emergência em laboratórios químicos.** Polícia Militar do Estado de São Paulo – Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores- Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais. Junho 1989.

MELHADO, S.B. **Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios:** metodologia envolvendo os novos procedimentos de projeto. In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 7., Florianópolis, 27-30

abril/1998. ENTAC 98 – Qualidade no Processo Construtivo: anais. Florianópolis, NPC/ECV/CTC/UFSC, 1998. v.2, p. 739-47.

MONTMOLLIN, Maurice de. **A ergonomia**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. 160p.

MOREIRA, Daniel de Carvalho. **Os princípios da síntese da forma e análise de projetos arquitetônicos**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP 2007.

LEMONS, C. A. C. **O modernismo arquitetônico em São Paulo**. Texto originalmente apresentado na abertura do III Seminário Docomomo Estado de São Paulo, ocorrido em São Paulo em agosto de 2005. Disponível em http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq065/arq065_01.asp. Acesso em 02 fev. 2008.

NFPA 45- National Fire Protection Association - "**Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals.**" p.45-13, section 6.6. EUA, 2008.

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION (OSHA) - 29 CFR 1910.1450: **Occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories**. Washington DC, EUA. Disponível em http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=10106 Acesso em: 10 out 2009.

PENEDO, Carlos. **Ruído de equipamentos electromecânicos em espaços ocupados**. Acústica 2008. 20-22 de Outubro, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO - Corpo de bombeiros Militar – **IT 02**- Conceitos básicos de segurança contra incêndios. 2004

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO - Corpo de bombeiros Militar – **IT 11**- Saídas de emergência em edificações;

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO - Corpo de bombeiros Militar – **IT 27**- Medidas de segurança para produtos perigosos;

RIBEIRO, A.F. Gomes **Comissionamento de Edifícios Novos**. Tese de mestrado. Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, outubro de 2008.

SANOFF, Henry. **School Building Assessment Methods**. Washington, DC: National Clearinghouse for Educational Facilities, 2001 [NCEF Web site- www.edfacilities.org].

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 46.076** de 31 de agosto de 2001. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco para os fins da Lei nº. 684, de 30 de setembro de 1975 e estabelece outras providências.

SILVA, MARIA ANGELICA COVELO. **Metodologia de seleção tecnológica na produção de edificações com o emprego do conceito de custos ao longo da vida útil**. Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. São Paulo: EPUSP. 1996. 338p.

SIMÕES, J. R. L. Patologias - **Origens e reflexos no desempenho técnico-construtivo de edifícios**. Tese (livre-docência). FAUUSP, São Paulo, 2004.

SIMÕES, J. R. L. **Realimentação de projetos arquitetônicos. Avaliação pós-uso (APU) - Instituto de Química USP/SP**. v1 e v2. Tese (doutorado). FAUUSP, São Paulo, 1992.

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.

TIRINUS, Wolfram; SJÖSTRÖM, Christer. *Service Lifew Planning and Performance Requirements*. **Building Research& Information**. March – April 2005. 33(2), 173-181.

VIDAL, Marcia Soares; CARVALHO ,Julita M.F.C. **Segurança química em laboratórios de pesquisa**. Circular Técnica 75, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - EMBRAPA. Campina Grande, PB, setembro 2003.

WATCH Daniel, *at al*. **Academic Laboratory** feb.2009. Disponível em: http://www.wbdg.org/design/academic_lab.php#top. Acesso em: 12 Mar.2009

WOOLLIAMS, Jessica; LLOYD, Matthew; SPENGLER, John D. **The case for sustainable laboratories: first steps at Harvard University**. 2005. International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 6 Is: 4, pp.363 – 382.

YIN, Robert K. Estudo de Caso. **Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 212p. 2005.

ANEXOS

QUESTIONÁRIO

PÓS-GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO USP – ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO: TECNOLOGIA DA ARQUITETURA

Objeto de estudo: Laboratórios IQ _____

Atividade desenvolvida no laboratório: _____

Local: Bloco _____ Andar _____ Data _____

Entrevistado _____

1.-Instalações e sistema elétrico de emergência, quais?

2.-Outras instalações elétricas e eletrônicas mais simples?

3.-Nível de iluminação

4.-Instalações de proteção e combate a incêndios, quais?

5.-Instalações de climatização, quais?

6.-Instalações hidráulicas e fluido-mecânico, quais?

7.-Área do laboratório/ setor

ROTEIRO ENTREVISTAS

**PÓS-GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - ÁREA
DE CONCENTRAÇÃO: TECNOLOGIA DA ARQUITETURA**

Objeto de estudo:

Entrevistado: RESPONSÁVEL PELA MANUTENÇÃO

	ENTREVISTAS GRAVADAS E TRANSCRITAS	
1	PRINCIPAIS PROBLEMAS RECORRENTES NO EDIFÍCIO	
2	CAPACIDADE DE ACOMODAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS	
3	PERIODICIDADE DE ALTERAÇÃO DE LAYOUT	
4	CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO Á NOVAS TECNOLOGIAS (INSTALAÇÕES)	
5	PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DO EDIFÍCIO	
6	SUBSISTEMAS QUE MAIS REQUEREM MANUTENÇÃO	
7	CAPACIDADE DOS GERADORES	
8	CONSUMO DE ENERGIA E ÁGUA	

ROTEIRO ENTREVISTAS

**PÓS-GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - ÁREA
DE CONCENTRAÇÃO: TECNOLOGIA DA ARQUITETURA**

Objeto de estudo:

Entrevistado: RESPONSÁVEL PELA ADMINISTRAÇÃO

	ENTREVISTAS GRAVADAS E TRANSCRITAS	
1	PRINCIPAIS PROBLEMAS RECORRENTES NO EDIFÍCIO	
2	CAPACIDADE DE ACOMODAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS	
3	PERIODICIDADE DE ALTERAÇÃO DE LAYOUT	
4	CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO Á NOVAS TECNOLOGIAS (INSTALAÇÕES)	
5	PRINCIPAIS SOLICITAÇÕES DOS PROFESSORES	
6	PRINCIPAIS SOLICITAÇÕES DOS ALUNOS	
7	NÚMERO DE USUÁRIOS: CORPO DOCENTE ,DISCENTE E TÉCNICO	
8	GRUPOS E LINHAS DE PESQUISA E RESPECTIVAS ÁREAS - RELAÇÃO	
9	OUTRAS ATIVIDADES - RELACIONAR	

Transcrição da Entrevista realizada com Professor João Roberto Leme Simões sobre o projeto do Instituto das Químicas (junho 2009).

O objetivo principal deste trabalho foi documentar as singularidades do projeto de arquitetura e da construção do Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

Esse projeto é de autoria dos arquitetos Alberto Daniel e João Roberto Leme Simões, ambos pertencentes, à época, ao Fundo de Construção da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira.

Ao longo da entrevista o professor Simões, que passou a integrar o grupo de projeto em 1963 quando do desenvolvimento do projeto básico, revela algumas especificidades sobre as diretrizes do projeto do Instituto e do Conjunto das Químicas, a elaboração e alterações do seu programa de necessidades, o anteprojeto e o projeto executivo.

A forma como se dava a conjugação de esforços e influências nas definições de projeto; a adoção da coordenação modular e a especificação de materiais e técnicas inovadoras à época são algumas das singularidades que o professor Simões destaca ao longo da entrevista.

Entrevistadora: Natalia (N) Entrevistado: Professor Simões (S)

N: Quais foram as idéias iniciais para implantação do Instituto das Químicas?

S: Desde o início dos anos 60 já existia a idéia da formação dos Institutos. No caso das Químicas, nós tínhamos químicas espalhadas por toda São Paulo, tínhamos química na Veterinária, na Odontologia, na Politécnica, na Filosofia (que formava professores de química) e assim por diante.

Eles queriam, assim como na área de Química, unificar as áreas das Biomédicas e outras áreas, inclusive das Artes, mas a FAU não quis se unir e ficou isolada, e no caso específico da Química, eles já tinham idéia de reunir num só sítio (no caso era na cidade Universitária, Armando de Salles Oliveira, cujo Armando Salles, foi o grande iniciador do processo) e para que? Para que você tivesse uma racionalização do espaço, dos equipamentos e do pessoal (recursos humanos).

Exemplo: você tinha o mesmo pessoal na biblioteca da Veterinária, na Odontologia, na Filosofia, na Escola Politécnica e assim por diante, então eles queriam racionalizar, fazer com que este pessoal viesse para um só lugar e nós iríamos disciplinar melhor esta distribuição do pessoal e dos equipamentos. Exemplo: se você possuía um microscópio eletrônico, o professor que era o dono deste microscópio (nesta época nos tínhamos somente os professores catedráticos, não existiam ainda os professores titulares) fechava o laboratório e ninguém tinha acesso.

O professor Isaias Raw, que na época foi o grande iniciador (hoje é o diretor do Instituto Butantã) e chefe do departamento de Bioquímica, conjuntamente com outros, queriam ter o uso democratizado dos equipamentos, das áreas e dos laboratórios. Era muito difícil (constatado quando levantamos os dados) do pessoal ceder seus equipamentos, seus recursos humanos, o seus espaços.

Cada um tinha sua "igrejinha". Nós fizemos este levantamento todo e induzimos o pessoal em primeira instância a vir para cá praticamente com as mesmas áreas, com os mesmos equipamentos, mas o projeto, já previa que existiria esta racionalização, esta flexibilidade, de maneira que, se você verificar o projeto, ele é um grande salão.

Possui um corredor central, esse corredor é destinado às áreas das capelas, as áreas dos dutos verticais, que são "shafts" para que você entrasse nos "shafts" horizontais, de maneira que, o módulo, cujo módulo-base que adotamos é de 0,86 (modulor de Le Corbusier); Daí nasceu o "painel-porta", já era o painel, a medida da placa já era a porta – descontando o montante, etc. dava a medida de oitenta e pouco (o montante era de 6x6 cm se não me engano), se descontarmos isso, dava a medida da porta, porta simples ou porta dupla.

Bom, este pessoal veio para cá (fizemos o levantamento do pessoal todo) e nós instalamos todos eles, e não houve problema nenhum.

O problema que nós tivemos foi com relação ao pessoal da Escola Politécnica, que tinha o laboratório de Química e o diretor na época, professor Camargo, quando me viu perguntou: O que este moleque veio fazer aqui? Eu era novo na época, fui fazer o levantamento de dados, e ele praticamente me enxotou de lá. Eles não queriam vir para cá. Mas, graças a outros professores, bastante sensíveis a este processo, eles foram induzidos a virem para cá. E o Camargo aquiesceu para que isso se realizasse.

Como era um grande pavilhão, com um corredor que dividia este em duas alas, circulação vertical e circulação horizontal, e você tinha um monta-carga, que era um elevador, próximo aos sanitários, localizado no meio, mas era muito pequeno.

Houve um erro de não fazermos um monta-carga maior para cargas maiores, equipamentos maiores (que hoje foi instalado), de maneira que estes salões foram subdivididos dentro do módulo de 0,86 no sentido ortogonal (transversal e longitudinal) de maneira que induzimos o painel-divisória. Aí que nasceu o painel-divisória no Brasil, até então não existia.

Nós fomos verificar a divisória que existia em Brasília, nos prédios dos ministérios, mas tinham uma flexibilidade relativa. E nós, precisávamos de uma flexibilidade praticamente total. Por que isso? Porque nós induzimos o pessoal a um programa que lá eles possuíam, na Farmácia, na Filosofia, na Veterinária, etc. para virem para cá (as áreas que eles possuíam lá, eles recebiam aqui) e assim eles foram se acomodando.

E o painel-divisória permitia isso, porque não existia perda. E eles dizem o seguinte (depoimentos obtidos quando eu fiz uma avaliação pós-ocupação) que se não fosse à divisória eles não conseguiriam viver no edifício, seria humanamente impossível.

Houve, portanto, uma interação entre eles, os professores catedráticos da época estavam quase se aposentando e os novos sentindo a necessidade de se integrar com as várias áreas do conhecimento cuja similaridade existia.

Então você tinha a Química inorgânica (como exemplo), as várias áreas que interagiam com ela vieram ficar próximas umas as outras e se adaptaram e se arranjaram por meio deste painel-divisória, e no meio destas canaletas a cada 1,76m nós podíamos levar as instalações (elétrica, ar comprimido, etc.) a qualquer ponto que eles necessitassem. Não houve quebra nenhuma. Nem no corredor. Por que nós estabelecemos estas portas duplas, três módulos que era o módulo mínimo que você acomodaria uma sala para um professor.

Com isso estava concluída a primeira grande fase- as grandes áreas estavam prontas. Depois vieram as fases seguintes (segunda, terceira), conforme a disponibilidade dos recursos. E ao longo do tempo eles se acomodaram.

N: Então a principal dificuldade encontrada neste projeto foi a cultura, a resistência de alguns quanto à idéia da unificação?

S: Sim, foi só por causa da cultura deles. Cada uma queria ter a sua "igrejinha". Mas depois eles aceitaram.

N: Quem foi o coordenador do programa do projeto?

S: Isso foi antes de eu ter entrado. Eu entrei em 63. Acho que quem coordenou primeiramente foi o arquiteto Alberto Daniel. Ele que recebeu o primeiro programa.

N: Ele ainda é vivo?

S: Isso eu não sei. Ele é do Rio de Janeiro. O que aconteceu foi o seguinte: em 60, 62 o Paulo Camargo de Almeida, que era nosso diretor executivo do Fundo de Construção CUASO, recebeu como missão do nosso reitor, Ulhoa Cintra, juntamente com a vontade do nosso governador, Carvalho Pinto, de tornar realidade a Cidade Universitária. E eles não tinham equipe.

Tanto é que este pessoal, o Daniel e mais dois ou três arquitetos vieram do Rio, pois eram conhecidos do Paulo Camargo. Mas depois não se adaptaram a São Paulo. Todo final de semana eles voltavam para o Rio e depois de dois a três anos eles não quiseram ficar mais.

N: Mas o programa já estava consolidado?

S: Sim, já estava. Quando eu cheguei o programa já estava consolidado.

N: Houve mudanças no programa durante o seu período (sua época)?

S: Pouco. Muito pouco. No fundo o programa foi complementado e aferido. Mas veja os pavilhões praticamente não mudaram, eles se adaptaram a cada bloco. Não houve restrição maior, eles se acomodaram e com certa generosidade.

N: Alguma outra dificuldade neste processo inicial?

S: Não, não houve. As pessoas ficaram satisfeitíssimas com tudo. Eu levantei dado por dado deles. Eu tinha o programa geral, mas depois levantei espaço por espaço, croquisei espaço por espaço, discuti os espaços com eles, coloquei o mobiliário, desenhei o mobiliário para eles (não existia mobiliário específico), não existia bico de bunsen, torneirinha. Nós tivemos que incentivar uma das metalúrgicas (não me lembro o nome) a fazer isto.

N: Lendo seu trabalho (tese doutorado sobre APO do Instituto) eu vi que vocês acabaram fabricando o epóxi aqui...

S: Sim, epóxi para o piso. O piso tinha um problema sério. Era uma área imensa que deveria receber o piso.

N: Daquilo que você recebeu como programa, houve fidelidade do que foi projetado e construído?

S: Houve. Não houve grandes conflitos.

N: Quando você entrou no processo, qual foi a fase: anteprojeto ou estudo básico?

S: Foi no estudo básico.

N: Então vocês desenvolveram praticamente tudo.

S: Sim, desenvolvemos o anteprojeto. Tive que voltar a verificar se aquilo que estava no programa era aquilo mesmo (pois o programa era global) e levantei tudo, salinha por salinha, mesa por mesa, ponto de gás: marquei ponto por ponto. Levantamento de gaveta por gaveta. Um trabalho insano.

N: Basta ver o número de pranchas do projeto...

S: Duas mil pranchas.

N: Quanto tempo para desenvolver o projeto? Quanto tempo para cada etapa?

S: Para cada etapa eu não tenho, mas falo da minha parte. Quando eu peguei em 63 eu levei dois anos. (Inaugurado em 1965)

N: Então foram dois anos para desenvolver o anteprojeto e executivo?

S: Foram dois anos até a inauguração. Inaugurou-se a primeira etapa. Mas que primeira etapa? Da divisão (o bloco já estava pronto – estrutura, alvenaria, instalações), das divisórias e mobiliário. O piso também. O único piso que existia (nas Biociências) era em cerâmica São Caetano, e sofria com a movimentação , soltava.

Então nós precisávamos ter um mono piso, resistente a ácidos e bases, não frio e que fosse de fácil conservação. Aí, nós soubemos que existia o piso epóxi, o primeiro piso epóxi que foi feito foi nos corredores no conjunto residencial no início de 63.

Soubemos que a Inglaterra, pela Shell, tinha esse piso e nós importamos o material. Vieram os técnicos e nos ensinaram como fazer. E um engenheiro nosso, Odilon Passos, muito curioso, ficou “expert” no assunto e montamos uma central para fazer o piso todo do conjunto das Químicas. Eu pesquisei na época, mais de 30 pisos, inclusive o “paviflex” (Fadamac- França)

N: Você lembra quais as ferramentas de gestão que vocês utilizaram na época? Como vocês se comunicavam?

S: Existia, em cada departamento, um grupo – uma comissão.

N: Quantos eram? De quantos era formada esta comissão?

S: Variava. Na comissão não eram mais do que três. Fazíamos o levantamento, o croqui e discutíamos com a comissão que aprovava as decisões, mediante

assinatura nos documentos apresentados. Depois, em ato solene, com a chefia do departamento, era aprovado para execução.

N: Nesta época, podemos dizer então que você coordenou todo o processo?

S: Tudo. Os estudos iniciais foram somente um levantamento quantitativo para um estudo de massas. Todo o restante fomos nós que fizemos detalhamos espaço por espaço, móvel por móvel. Locando cada um dos espaços e cada um dos móveis, todos os pontos, enfim – tudo.

N: Quanto tempo você demorou para realizar o levantamento das necessidades de cada professor?

S: Variava, de todos os professores foram quase dois anos. Quando o prédio foi inaugurado, ainda estávamos trabalhando. Eu e meus desenhistas.

N: Desta época você sabe quem ainda está vivo?

S: Do meu grupo? Os que estão vivos ainda: verifique na Química, Paschoal Ernesto Senise. Isaias Raw, procure no Instituto Butantã. Ele foi o primeiro a entrar no Instituto das Químicas, ele era da bioquímica.

Outro é o Walter Colli, Giovani Brunello, não sei, verifique na Poli. José Carlos Barbério, da Farmácia está vivo; Marcelo Moura Campos, não tenho certeza, verifique na Poli. Eugenio Aquarone é da Farmácia e deve estar vivo. Blanka Wladislaw é da Química; Vicente G. Toscano está na Química também; Breno Fabriani (lecionava na Fatec) procure lá – foi o meu técnico guru. Seria interessante que você falasse com ele, pois era chefe do departamento de projeto. Eng. Waldemar Scolfaro foi engenheiro da primeira etapa de estruturas, é dono do cursinho Universitário; Manoel da Silva Rodrigues é meu compadre e era do FUNDUSP, te darei seu telefone. José Bataglia (técnico) era o chefe dos desenhistas, detalhou todo o mobiliário, não sei se está vivo. Miguel Albignente era do FUNDUSP também, verifique lá.

Os já falecidos são: Simão Mathias, Ernesto Gisbrescht, Henrique Tastaldi, Walter Borzani, Lúcio de Carvalho, Oscar Bergstron Lourenço, Paulo Camargo, Alexandre Kemenes.

N: Então, a hierarquia era você como coordenador de todas as equipes?

S: O coordenador é o responsável pelo projeto. É o arquiteto. Eu era o arquiteto que croquisava, que tinha o contato e que coordenava os demais trabalhos

N: Nesta coordenação como foi a participação dos outros projetistas complementares (calculista, instalações, etc.)?

S: O Breno (chefe de projetos) foi do início assim como o Daniel (Alberto Daniel, arquiteto do Rio). Depois o Breno saiu. O Paulo (Camargo, diretor do FUNDUSP) pouco participava. Participação maior era minha. Eu coordenei todos os projetistas complementares, eram todos do FUNDUSP.

N: Inclusive o calculista?

S: Não. O calculista foi o escritório Figueiredo Ferraz. Ele tinha o pré-projeto e calculou com base no módulo $7,74 \times 7,74$ e previu, não lembro exatamente, uma carga de 250 a 300 kg/m² para colocar qualquer mobiliário em qualquer ponto. É uma laje nervurada, tipo caixão perdido.

N: E com ele a coordenação foi fácil?

S: Foi fácil, rápido. Racionalizamos o projeto. É o primeiro grande projeto a nível nacional que teve a inserção do módulo. Aí houve a inserção da coordenação modular na direção horizontal e na vertical, e no mobiliário e instalações também.

N: O que você faria diferente hoje?

S: O módulo eu faria a mesma coisa, única coisa que faria e é motivo do trabalho de minha livre docência, eu manteria as áreas afins e correlatas, mas o térreo eu iria liberar. Não iria ocupar o térreo e incluiria mais um andar. Térreo mais dois. No térreo colocaria a biblioteca, o bar, o centro de convivências, coberta e aberta – um andar da integração. Me incomoda não ter um térreo mais vazado. E faria um pavimento mais baixo para as instalações (tubulações, andar técnico – ver croqui abaixo- Figura 01).

FIGURA 01 - Croqui realizado pelo Professor Simões durante a entrevista

O primeiro andar concentraria os laboratórios de estudo, das aulas teóricas e práticas e no segundo andar deixaria para os laboratórios de pesquisa. O aluno circularia no primeiro andar, no segundo, só pesquisadores – um andar calmo e mais restrito.

N: Você notou, quando do levantamento com os professores, esta necessidade de separar a área de pesquisa da área de ensino?

S: Sim, a dinâmica da área de ensino é muito grande e poucos alunos adentravam nos laboratórios, não eram laboratórios didáticos, mas de pesquisa.

N: Algumas Instituições lá fora (Estados Unidos) começam a unificar os laboratórios de pesquisa com os de ensino. Justificam esse procedimento por acharem que esta racionalização seria benéfica tanto para o compartilhamento dos equipamentos e espaços (racionalização) como para a integração e oportunidade de vivência e aprendizado entre alunos principiantes e pesquisadores avançados.

S: Não sei se isso funcionaria aqui. Você deve conversar com os professores das Químicas. Veja, até hoje o andar superior é praticamente todo ocupado pelos laboratórios de pesquisa.

N: Olhando as plantas atuais (layout dos espaços) notamos a divisão dos espaços por área (m^2) relacionada ao tamanho da pesquisa e ao título do pesquisador...

S: E você sabe por que foi introduzido o painel (divisório)? Justamente porque a pesquisa não dura mais do que cinco anos, a pesquisa é muito dinâmica, aí para você arranjar o espaço, vem uma nova pesquisa, um novo equipamento, você precisa movimentar as divisórias. Agora o erro em relação ao painel foi não ter especificado um painel divisório tratado contra cupins, pois eram de madeira.

N: Inclusive eles estão trocando as antigas bancadas, pois estão danificadas pelo cupim. Mas durou muito, não?

S: Foi montada em 64, 44 anos e eles não trataram todos estes anos. As bancadas eram para ser confeccionadas em madeira cabreúva, uma madeira de lei, não existe mais, mesmo naquela época ela tinha acabado então soubemos que uma técnica americana estava sendo implantada no País, que era o "Laminarco", peças compostas por lâminas de madeira – pinho ou similar- em diversos comprimentos e espessuras coladas e prensadas industrialmente e o restante em madeira compensada de amendoim.

Tratamos esta prancha com óleo de anilina, bicromato de potássio e fizemos lá mesmo. E eu nunca ouvi falar que o cupim tenha atacado estas mesas antigas.

N: O que está danificado pelos cupins hoje lá são as bases das bancadas

S: Por que são de pinho. E estas não foram tratadas contra cupim. Só receberam verniz. Foi falha minha de projeto, falha do fornecedor e também da manutenção.

S: Que mais você quer saber?

N: Algo mais sobre o programa do projeto?

S: Eu tive que complementar e detalhar todo o programa inicial, depois fiz o programa de todo o mobiliário e de todos os pontos (instalações). Eles entravam nas áreas por etapas. (1ª, 2ª e 3ª etapas)

N: Estas etapas eram divididas ou liberadas por áreas prontas? Qual era o critério?

S: Sim, por área pronta em função dos grupos e disciplinas dos departamentos.

N: Existia alguma prioridade?

S: Não. (politicamente, os professores internamente se entendiam).

N: Os recursos financeiros foram um problema?

S: Não. Tínhamos recursos para isso.

N: Observamos que foram utilizados materiais caros e inovadores.

S: Sim, e não tivemos restrições orçamentárias.

N: Obrigada professor.

S: Não deixe de conversar com Walter Colli, Isaias Raw, Breno Fabriani e Eng. Mario (atual chefe da manutenção das Químicas).

Outro problema que houve lá (lembrei agora) foi com o brise-soleil.

Este foi um problema de verba, por que veja bem: se você no projeto faz o brise que está incorporado à construção civil, e ele é executado depois, dá problema.

O último elemento a ser colocado você já está com seu orçamento no fim. Elas não resistiram ao tempo. Mas na minha tese de doutorado eu apresentei uma solução.

Instituto de Química

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, USO DE INFORMAÇÕES FORNECIDAS POR MEIO DE QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS PARA DESENVOLVER PESQUISA PARA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO.

Eu, Hans Viertler, Diretor do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, abaixo assinado e identificado, autorizo o uso de fotos, imagens, informações fornecidas por meio de entrevistas e questionários, documentos apresentados, para compor uma **dissertação de mestrado na área de concentração de tecnologia da arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP** que será produzida pela **arquiteta Natalia Raiunic Civile**, residente à Alameda Ravel, 25 – São José dos Campos – SP – CEP. 12242-034 - RG. 6.013.702/2 - CPF. 098.595.679-08 sejam essas destinadas à divulgação ao público em geral e para formação de acervo acadêmico/histórico.

A presente autorização abrange os usos acima indicados tanto em mídia impressa (livros, catálogos, revista, jornal, entre outros) como também em mídia eletrônica, internet, banco de dados informatizado, multimídia, CD ROM, DVD (“digital vídeo disc”), suportes de computação gráfica em geral e divulgação científica de pesquisas e relatórios para arquivamento e formação de acervo acadêmico/histórico, sem qualquer ônus à Natalia Raiunic Civile ou terceiros por esta expressamente autorizados, que poderão utilizá-los em todo e qualquer projeto e obra de natureza sócio-cultural voltada a fomentação acadêmica e cultural, em todo território nacional e no exterior.

Por esta ser a expressão de minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser declarado a título de direitos conexos a imagem, ou a qualquer outro, e assino a presente autorização.

São Paulo, 13 de agosto de 2008

Nome:- *Hans Viertler*

Endereço:- *Av. Prof. Dr. Lineu Prestes, 748*

Cidade:- *São Paulo*

RG nº:-*2.445.674*

CPF nº:- *000.182.608-53*

Telefone para contato:- *11- 3031-2858*

e-mail:- *diretor@iq.usp.br*

SUMÁRIO

1- Introdução	1
Contexto	1
Justificativa	5
Objeto	7
Objetivo	7
Método	7
O estudo de caso	9
Entrevistas	10
Vistoria	11
Análise dos dados e apresentação de resultados	11
As limitações da pesquisa- Recorte	12
Estruturação	13
2- REQUISITOS DE SEGURANÇA E HABITABILIDADE DOS LABORATÓRIOS.	14
2.1- Segurança e procedimentos contra o fogo nos Laboratórios	23
a) Instalações e equipamentos	26
2.2 – Estoques	28
2.3- Segurança ao uso:	30
a) Resíduos	30
b) Capelas	35
c) Qualidade do ar nos laboratórios	36
2.4- Habitabilidade e Funcionalidade nos Laboratórios	37
2.4.1 - Desempenho Higrotérmico	38
2.4.2 - Desempenho acústico	39
2.4.3- Desempenho lumínico	41
2.4.4- Ergonomia e Acessibilidade	42
Mobiliário fixo e móvel	43
2.5- Considerações sobre o capítulo	46
3- ESTUDO DE CASO	47
3.1- O Instituto de Química – Visão geral do edifício	47
3.2- Introdução	49
3.3- Características gerais do Instituto de Química	49

3.4- Os 10 sistemas do Instituto das Químicas	53
3.5- Os laboratórios do Instituto de Química hoje	65
3.5.1- Laboratórios Didáticos	65
4- REQUISITOS E CRITÉRIOS PARA O PROJETO DE LABORATÓRIOS DE QUÍMICA	70
Análise dos resultados dos levantamentos do estudo de caso	70
Laboratórios bloco 01 – Térreo	76
Laboratório de química orgânica – fachada SW	76
Laboratórios de química geral – fachada NW	80
Laboratórios bloco 01 – Superior	81
Laboratório de química analítica – fachada SW	81
Laboratório de físico- química – fachada NW	84
Laboratórios bloco 07 – Térreo	86
Laboratório de química inorgânica – fachada SW	86
Laboratórios de química analítica – fachada NW	87
Laboratórios bloco 07 – Superior	90
Laboratório GEPEQ– Fachada SW	90
Laboratório de bioquímica e biologia molecular – fachada NW	91
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
5.1- Sugestão de roteiro de um programa de necessidades para laboratórios didáticos de química.	95
5.2- Sugestão para trabalhos futuros	101
6-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	102
ANEXOS	108
Sumário	124

INDICE REMESSIVO

FIGURAS

Figura 1: Aplicações das relações entre altura e profundidade para alcance manual lateral. Fonte: ABNT NBR 9050:2004.	43
Figura 2: Alcance manual frontal – pessoa sentada. Fonte: ABNT NBR 9050:2004	44
Figura 3: Alcance manual frontal – pessoa em cadeira de rodas. Fonte: ABNT NBR 9050:2004.	44
Figura 4: Superfície de trabalho – áreas de alcance. Fonte: ABNT NBR 9050	45
Figura 5: Vista aérea do Instituto quando da sua construção. Fonte: Simões (1989).	50
Figura 6: Croqui, sem escala, da implantação do Instituto de Química. Fonte: Engº Saporito (2010).	51
Figura 7: Croqui, sem escala, das plantas dos Blocos Gordo e Magro. Fonte: Simões (1989).	52
Figura 8: Vista parcial frontal da passarela e blocos do Instituto	53
Figura 9: Fissuras nas lajes e paredes dos corredores entre blocos	54
Figura 10: Canaletas de piso área dos corredores – circulação entre salas	55
Figura 11: Detalhe impermeabilização com manta aluminizada	56
Figura 12: Fachada lateral (entre blocos)/detalhe esquadria tipo projetante Deslizante	57
Figura 13: Eletroduto, instalações aparentes	61
Figura 14: Detalhe elevador, anexo ao Bloco 01	61
Figura 15: Sistema de alimentação de água destilada	62
Figura 16: Chuveiro e lava-olhos	63
Figura 17: Mobiliário original	63
Figura 18: Laboratório de ensino original	63
Figura 19: Laboratório de ensino reformado	65
Figura 20: Capelas reformadas	66
Figura 21: Detalhe das tomadas da bancada	67
Figura 22: Instalações aparentes – detalhe eletrocalha	69

Figura 23: Circulação blocos 01 e 07	70
Figura 24: Vista bancada	77
Figura 25: Capelas	79
Figura 26: Sala dos técnicos	79
Figura 27: Detalhe parede do laboratório	80
Figura 28: Laboratório Química geral	81
Figura 29: Laboratório Química Analítica	83
Figura 30: Laboratório Química Analítica – bancada de apoio	83
Figura 31: Laboratório Química Analítica – capelas	84
Figura 32: Laboratório Físico-Química	84
Figura 33: Laboratório Físico-Química – detalhe armários	85
Figura 34: Laboratório Físico-Química – vista geral	86
Figura 35: Detalhe bancada para cadeirantes	87
Figura 36: Detalhe anteparos em polipropileno	87
Figura 37: Vista da bancada	90
Figura 38: Elevação da divisória	91

INDICE DE TABELAS

Tabela 01: Requisitos de desempenho ABNT NBR 15575-1:2008	15
Tabela 02: Aspectos e valores que dão origem aos tópicos de projeto	18
Tabela 03: Tabela comparativa valores Hershberger e NBR 15575	20
Tabela 04: Resolução CONAMA – Lançamentos de Efluentes	32
Tabela 05: Adaptação da tabela 34 p. 46.25	
“Table 34 lists design guidelines for HVAC-related background sound appropriate to various occupancies.”	40
Tabela 06: Áreas dos laboratórios do IQ	47
Tabela 07: Dimensões e áreas dos ambientes do Instituto de Química	50
Tabela 08: Análise dos resultados dos levantamentos do estudo de caso	70

INDICE DE QUADROS

Quadro 01: Medidas de segurança para produtos perigosos	29
Quadro 02: Resistência de distintos revestimentos a agentes químicos.	34