

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

DANILO CESAR STRAPASSON

**FLEXIBILIDADE EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES DE ENSINO
SUPERIOR: ESTUDO DE CASO NA UFPR**

Curitiba
2011

DANILO CESAR STRAPASSON

**FLEXIBILIDADE EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES DE ENSINO
SUPERIOR: ESTUDO DE CASO NA UFPR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de mestre, pelo curso de Pós-
Graduação em Construção Civil, do Setor de
Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof^o. Aguinaldo dos Santos, PhD

Curitiba
2011

TERMO DE APROVAÇÃO

DANILO CESAR STRAPASSON

FLEXIBILIDADE EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DE CASO NA UFPR

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos (Doutorado: University of Salford, Inglaterra)
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – UFPR

Prof. Dr. Sérgio Scheer (Doutorado: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro- PUC-RJ)
Programa de Pós Graduação em Construção Civil – UFPR

Prof. Dr. Douglas Queiroz Brandão (Doutorado: Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC)
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental – UFMT

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Aguinaldo dos Santos pela orientação segura e pelo incentivo constante incondicional, indispensável para a realização deste trabalho.

À minha esposa Giselle, responsável pelo equilíbrio emocional, compartilhado nos momentos de incertezas e expectativas, pelo incentivo, carinho e amor incondicional e a sua família, pelo apoio me fazendo crer neste trabalho.

Aos meus pais pelo amor e pelos conselhos.

Ao meu irmão, que, tenho certeza, torce por mim.

Aos amigos, que mesmo de longe, por saberem da dissertação e por terem me incentivado.

Aos professores e apoiadores do PPGCC, pelo conhecimento transferido e amizade durante o período do curso.

Aos colegas da Prefeitura da Cidade Universitária da UFPR pela participação na pesquisa.

Aos colegas do PPGCC pela amizade.

Aos alunos e funcionários da UFPR pela participação nos questionários

À UFPR pela estrutura fornecida aos estudos de campo.

RESUMO

O presente trabalho oferece uma série de soluções de flexibilidade com o objetivo de auxiliar profissionais e departamentos técnicos envolvidos na concepção e execução de edificações de ensino superior. A pesquisa focaliza os princípios de independência e *upgradability* na fase de planejamento dos projetos das edificações, sendo que a escolha destes princípios é justificada pela possibilidade de proporcionar flexibilidade a fim de obter facilidade de adaptações nos sistemas de vedação e prediais (elétricos, rede/comunicação) dos ambientes de edificações de ensino. O método de pesquisa adotado para esta pesquisa foi o estudo de caso, sendo o mesmo dividido em três etapas. A primeira etapa, preparatória à realização do estudo de caso, envolveu a revisão de soluções projetuais para flexibilidade constantes na literatura. Na segunda etapa, também preparatória ao estudo de caso, realizou-se uma “Mini-Survey” com pesquisas de soluções tecnológicas para obtenção de instalações flexíveis. A terceira etapa tratou do estudo de caso propriamente dita, o qual foi realizado por meio de observações e registros realizados em uma sala de aula da Universidade Federal do Paraná. Como resultados foram apresentados critérios de escolha de soluções flexíveis que podem ser aplicadas aos projetos de salas de aula de edificações de ensino superior.

Palavras chaves: edificações, flexibilidade, *upgradability*, soluções projetuais e tecnológicas

ABSTRACT

The present work offers a range of flexible solutions with the aim of helping professional and technical departments involved in the design and implementation of higher education buildings. The research focuses on the principles of independence and upgradability in the planning phase of designs of buildings, and the choice of these principles is justified by the possibility of providing flexibility to achieve ease of adjustments in the fence and building systems (electrical, network/communication) environments for education buildings. The research method adopted for this research was a case study, the same being divided into three stages. The first step is preparatory to the holding of the case study involved the review of design solutions for flexibility in the academic literature. In the second stage, also preparatory to the case study, there was a "Mini-Survey" research with technological solutions to achieve flexible installations. The third stage dealt with the case study itself, which was conducted through observations and records conducted in a classroom at the Federal University of Parana. Results were presented as criteria for choosing flexible solutions that can be applied to designs in the classrooms of higher education buildings.

Key words: building, flexibility, upgradability, projectual and technological solutions

PREFÁCIO

O autor da presente dissertação é engenheiro civil e, na época de realização desta pesquisa, está trabalhando como técnico-administrativo da Universidade Federal do Paraná (UFPR) no setor de fiscalização de obras de todos os Campi da mesma instituição. Além da tarefa de fiscalização, elabora e gerencia a produção de projetos básicos, executivos e complementares, bem como memoriais e orçamentos de edificações e obras que são demandas pelo “Plano Diretor” da UFPR.

Com este trabalho, este pesquisador pretende apresentar na prática, as dificuldades encontradas diariamente no ambiente de trabalho e nas tarefas executadas, por todos os que integram o corpo técnico da instituição e, possivelmente, das diversas universidades públicas no país. A finalidade principal é, a partir de uma conceituação teórica e dos estudos realizados na UFPR, encontrar soluções que facilitem a execução das tarefas de competências destes funcionários.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE QUADROS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE GRÁFICOS	11
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	14
1.2 Problema de Pesquisa	17
1.3 Objetivo Geral	17
1.3.1 Objetivo específico	18
1.4 Pressuposto	18
1.5 Visão Geral do Método de Pesquisa	18
1.6 Limitações do Trabalho	19
1.7 Estrutura da Dissertação	20
2 FLEXIBILIZAÇÃO EM EDIFICAÇÕES AO LONGO DO CICLO DE VIDA	22
2.1 A Mudança de Requisitos dos Usuários nas Edificações	22
2.2 Implicações Ambientais, Sociais e Econômicas da Readequação do Ambiente Construído	26
2.3 O Conceito de Ciclo de Vida em Edificações	30
2.4 Flexibilidade em Edificações	32
2.4.1 Definição de Flexibilidade	32
2.4.2 Princípios de Flexibilidade em Projetos de Edificações	36
2.5 Heurística da Flexibilidade no Projeto de Edificações	38
2.6 Integrando a Flexibilidade no Planejamento de Projetos de Edificações	43
2.7 Discussão	45
3 MÉTODO DE PESQUISA	49
3.1 Contexto do Capítulo	49
3.2 Caracterização do Problema	49
3.3 Seleção do Método de Pesquisa Adotado	51
3.4 Estratégia de Desenvolvimento da Pesquisa	53
3.5 Protocolo de Coleta de Dados	55
3.5.1 “Mini-Survey”	55
3.5.2 Estudo de Caso	57
3.6 Análise: Mini-survey x Estudo de caso	61
3.7 Validações Interna e Externa	62
4 RESULTADOS E ANÁLISES	64
4.1 Soluções Tecnológicas - “Mini-Survey”	64
4.1.1 “Mini-Survey”	64
4.2 Estudo de Caso	68
4.2.1 Contextualização da Universidade Federal do Paraná – UFPR	68
4.2.2 Caracterização do Edifício Dom Pedro I	69
4.2.3 Caracterização da Sala de Aula Objeto da Análise	71
4.2.4 Levantamento das Adaptações Realizadas	72
4.2.5 Aplicação do “Check List para Avaliação de Flexibilidade”	83
4.2.6 Aplicação do Questionário aos Envolvidos com a Sala de Aula.	86
4.2.7 Análise Cruzada: Características do Projeto e Tecnologias x Requisitos dos Usuários	90

5 CONCLUSÕES	98
5.1 Conclusões Gerais	98
5.2 Conclusões Finais	99
5.3 Sugestões para Estudos Futuros	100
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE 1	107
APÊNDICE 2	112

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – Exemplo de Adaptação Típica em Edificação Voltada ao Ensino	15
FIGURA 2.1 – Visão integrada do ciclo de vida da edificação	31
FIGURA 2.2 – Características de Edificações Flexíveis	34
FIGURA 2.3 – Princípios de Flexibilidade	36
FIGURA 2.4 – Estrutura Independente – Esquema <i>Dom-Ino</i> de Le Corbusier	41
FIGURA 2.5 – Processo para um Projeto de Construção de uma Edificação	43
FIGURA 2.6 – Níveis de intervenções	47
FIGURA 3.1 – Estratégia de Desenvolvimento da Pesquisa	53
FIGURA 3.2 – Validação Interna	62
FIGURA 3.3 – Validação Externa	63
FIGURA 4.1 – Implantação do Complexo da Reitoria (Campus I – Centro)	70
FIGURA 4.2 – Planta do oitavo pavimento do edifício Dom Pedro I, com destaque para a sala de aula escolhida para análise e detalhamento	72
FIGURA 4.3 – Projeto original da sala de aula para o ano de 1958	73
FIGURA 4.4 – Disposição efetiva da sala de aula	74
FIGURA 4.5 – Instalação da porta em grade metálica	75
FIGURA 4.6 – Instalação do projetor de imagens	76
FIGURA 4.7 – Modificação “ <i>layout</i> ” e inclusão de novos equipamentos	77
FIGURA 4.8 – Plantas do Oitavo Pavimento do Edifício Dom Pedro I	78
FIGURA 4.9 – Representação de Soluções de Flexibilidade do 8º Pavimento	79
FIGURA 4.10 – Detalhe da Modificação de <i>layout</i> da Sala de Aula Ampla do Oitavo Pavimento	80
FIGURA 4.11 – Divisória Eucatex para a Separação de Ambientes Distintos	81
FIGURA 4.12 – Sala de aula com necessidades do usuário	91
FIGURA 4.13 – Sala de Aula adaptada devido às mudanças de necessidades dos envolvidos com o uso e manutenção	92
FIGURA 4.14 – Sugestões de Soluções para o Oitavo Pavimento	95

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – Elementos Facilitadores de Flexibilidade	39
QUADRO 3.1 – <i>Check-List</i> para Avaliação da Flexibilidade	60
QUADRO 4.1 – Síntese das Tecnologias em Relação à Flexibilidade e Desempenho	66
QUADRO 4.2 – Síntese dos Processos e Composições das Tecnologias	67
QUADRO 4.3 – <i>Check-List</i> para Avaliação da Flexibilidade na Sala de Aula	84
QUADRO 4.4 – <i>Check-List</i> para Avaliação da Flexibilidade no Oitavo Pavimento	86

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Variação de Custo de Processos Construtivos para Adaptações	28
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 – Relatório de Teses e Dissertações no Brasil	50
Gráfico 4.1 – Evolução do Espaço Físico da UFPR – 1997 - 2009	69
Gráfico 4.2 – Perfil dos Usuários da Edificação Analisada	86
Gráfico 4.3 – Perfil das Alterações Ocorridas ao Longo do Ciclo de Vida	87
Gráfico 4.4 – Requisitos de Desempenho Analisadas pelos Usuários	89

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

É premente a adoção de conceitos projetuais que contemplem a freqüente mudança de requisitos ao longo do ciclo de vida de edificações voltadas ao ensino. As evoluções pedagógicas, a aceleração das inovações tecnológicas e a pressão da sociedade por maior sustentabilidade na construção civil são exemplos de vetores desta demanda. Um dos conceitos centrais para o atendimento de tal demanda é a “flexibilidade” em edificações.

Flexibilidade é definida por Dorfman (2002) como “a capacidade de estruturas construídas, equipamentos, materiais, componentes, elementos e processos construtivos em atender a exigências e/ou circunstâncias de produção e/ou utilização mutáveis, sem que para isso haja variações significativas na quantidade de recursos necessários à sua produção e/ou utilização”.

A inclusão de tecnologias envolvidas com os aspectos de flexibilidade presentes no mercado da construção civil pode trazer resultados diretos no desempenho da edificação. Estes resultados, de acordo com Lütendorf e Speer (2005) são relacionados à facilidade de adaptar-se ao uso e de manutenção, maior capacidade de carga, resistência estrutural às intempéries, transmissão de ruído, isolamento térmico e também o aumento da vida útil.

Sendo assim, o conceito de flexibilidade é particularmente relevante em ambientes caracterizados por frequente mudança da função e dos requisitos do usuário. Tal situação é hoje observada em edificações voltadas ao ensino superior, foco da presente dissertação. Karman (1995) argumenta que alterações sucessivas nos *layouts* das plantas dos pavimentos, paredes e divisórias, que são seguidamente removidas, deslocadas e acrescidas são exemplos das repercussões destas mutações. Geralmente estas alterações decorrem de solicitações de caráter administrativo e técnico, além da inserção constante de novos equipamentos que serão

utilizados para pesquisas de graduação e pós-graduação, ou em serviços à sociedade, que necessitam de suportes, apoios, suprimentos e instalações (KARMAN, 1995).

A Figura 1.1 a seguir exemplifica uma situação típica de mudanças requeridas em edificações voltadas ao ensino superior. Na imagem da esquerda apresenta-se uma sala de aula convencional que é transformada em um laboratório conjugado a uma sala para seminários (imagem da direita).

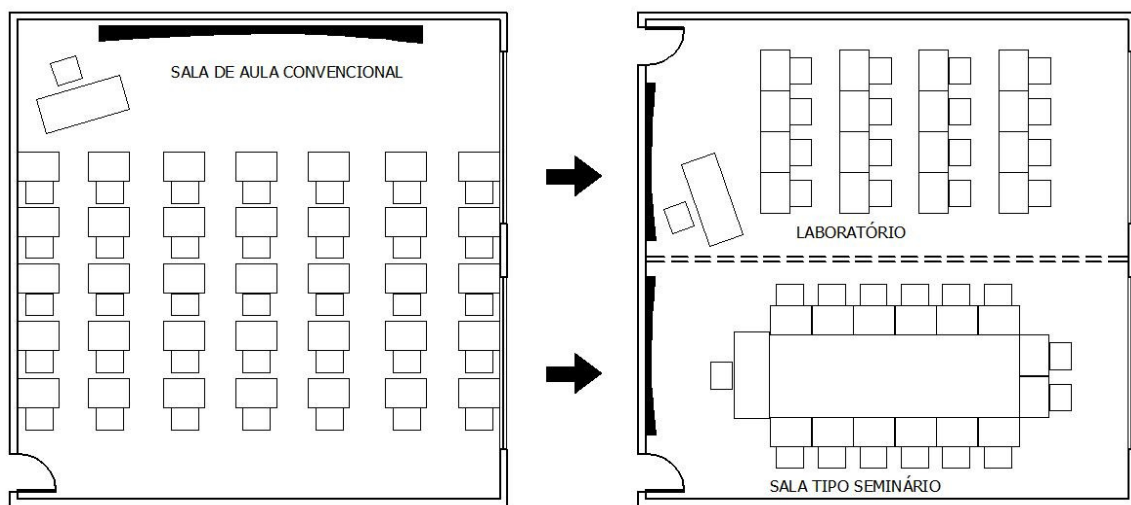


Figura 1.1 – Exemplo de Adaptação Típica em Edificação Voltada ao Ensino

A mudança exemplificada na Figura 1.1 tem diversas implicações que vão desde a alteração da demanda de energia elétrica até alterações no desempenho acústico do ambiente.

Via de regra, a probabilidade de tais mudanças ocorrerem ao longo do ciclo de vida da edificação voltada ao ensino são ignoradas nas fases de elaboração de projetos, com impactos negativos diretos nos custos de adaptação e no atendimento dos novos requisitos do ambiente construído. Para que tais alterações sejam realizadas com o menor custo possível e, ainda, resulte no mínimo possível de interferências ao uso das instalações da edificação é

razoável afirmar que, entre outros requisitos, seus projetos originais necessitam contemplar a possibilidade de efetuar tais alterações de acordo com as mudanças de necessidades.

Segundo dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (2011), verifica-se um aumento percentual de aproximadamente 4% na densidade demográfica (hab./km²) para a cidade de Curitiba em relação ao ano de 2005 e 2008. Esses dados podem significar uma necessidade de novos espaços construídos, através de adaptações em edificações existentes e até mesmo novas edificações para os diversos setores, como moradias, comércio, indústria e ensino.

Confirmam-se as informações anteriores ao verificar-se especificamente o dado da mudança comportamental da população que considera um aumento de 5,21% do total de alunos matriculados no ensino superior em Curitiba demonstrado também para o período de 2005 a 2008 (IPARDES, 2011).

A premência de se integrar o conceito de flexibilidade em edificações voltadas ao ensino superior é reforçada pelo fato de haver um aumento significativo no volume de instituições neste setor. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP (2011) houve um aumento de aproximadamente 38% no período de 2002 a 2008, ou seja, de 1.637 para 2.252 instituições de ensino superior no país. Segundo o mesmo relatório, o acréscimo do número de matrículas para as mesmas instituições saltou de 3.479.913, no ano de 2002, para 5.080.056 em 2008, ou seja, uma evolução de aproximadamente 46% (INEP, 2011).

De acordo com o World Building Design Guide - WBDG (2010) a consideração das prováveis mudanças de requisitos da edificação, ainda na etapa projetual, permite não só a redução de custos para sua realização, mas também, a redução do tempo necessário para a readequação dos espaços. Além disto, há a possibilidade de se minimizar o volume de

recursos necessários para adequar a edificação, contribuindo desta forma para a dimensão ambiental da sustentabilidade.

A luz dos conceitos de flexibilidade tratados anteriormente, é razoável ressaltar a necessidade de integração deste conteúdo específico na formação de arquitetos e engenheiros no país. Porém, para que soluções projetuais e tecnológicas de flexibilidade sejam operacionalizadas na prática, é necessária a determinação de critérios para a seleção destas soluções, assim como princípios de orientação ao projetista.

O presente trabalho pretende, enfim, contribuir com a maior satisfação dos usuários de edificações de ensino através da identificação de soluções projetuais e tecnológicas a partir de critérios de implementação baseadas em requisitos de desempenho e de flexibilidade, que podem viabilizar a obtenção de novas edificações com características flexíveis.

1.2 Problema de Pesquisa

Esta pesquisa tem em vista responder a seguinte questão: *“Como permitir, de forma prática, que espaços voltados ao ensino superior sejam mais versáteis às mudanças de necessidades dos usuários ao longo do ciclo de vida?”*

1.3 Objetivo Geral

Identificar critérios para seleção de tecnologias e soluções projetuais em função de requisitos de desempenho (ISO 6241), e das necessidades relacionadas à flexibilidade dos usuários de salas de aula de edificações de ensino.

1.3.1 Objetivo específico

Criar uma ferramenta rápida de análise de soluções tecnológicas, através da análise de suas características de desempenho (ISO 6241) e de flexibilidade em edificações.

1.4 Pressuposto

A partir do referencial teórico revisado nesta pesquisa e da aplicação da “mini-survey” é possível dizer que um dos pressupostos desta pesquisa é que as soluções projetuais e tecnológicas voltadas ao aumento da flexibilidade podem ser estabelecidas com elevado nível de abstração (generalidade). Tal pressuposto permite inferir a possibilidade de estabelecer critérios de características de desempenho e de flexibilidade, aplicáveis de forma geral em salas de aula de edificações de ensino superior.

Outro pressuposto é que a ferramenta para a análise das soluções tecnológicas que proporcionem características de flexibilidade às edificações permite instrumentalizar e orientar projetistas na elaboração de projetos que considerem subsistemas/componentes que permitam facilidade de adaptações ao longo do ciclo de vida das mesmas.

1.5 Visão Geral do Método de Pesquisa

O método científico foi subdividido em três etapas para melhor permitir uma análise de soluções construtivas e de projetos em edificações públicas de ensino superior conforme explicitado adiante.

A etapa inicial desta dissertação consistiu em levantar através de pesquisa em fontes bibliográficas referentes ao assunto a estrutura teórica acerca dos princípios da flexibilidade.

A segunda etapa, também preparatória ao estudo de caso, consistiu na realização de uma “mini-survey” em empresas do mercado da construção civil, aplicadas aos fornecedores de materiais e tecnologias que oferecem alguma característica associada aos princípios e de flexibilidade identificados na revisão da literatura e requisitos de desempenho (ISO 6241).

A terceira etapa tratou da realização de um estudo de caso em uma edificação da Universidade Federal do Paraná. O estudo foi realizado em edificação existente, buscando entender a dinâmica da mudança de requisitos. O principal critério de seleção foi o tempo de utilização dos espaços construídos, definido com mais de 50 anos de ocupação. Esta etapa envolveu inicialmente a caracterização da edificação utilizada como objeto do estudo, procurando analisar o nível de aplicação dos princípios de flexibilidade levantados na literatura. A seguir verificou-se então a opinião dos envolvidos com o uso e manutenção do ambiente analisado quanto à dinâmica da readequação dos espaços, levantadas através de questionário semi-estruturado.

A triangulação dos constructos apontados na literatura (primeira etapa) com os dados da “Mini-Survey” (segunda etapa) com os resultados obtidos no estudo de caso resultou na identificação de critérios para conferir flexibilidade ao longo do ciclo de vida para salas de aula de edifícios voltados ao ensino superior.

1.6 Limitações do Trabalho

A presente pesquisa reduz-se inicialmente ao estudo da flexibilidade em projetos de salas de aulas de edificações voltadas ao ensino superior. Os sistemas prediais objetos do estudo relacionam-se apenas com os sistemas de vedação e instalações elétricas, de rede/comunicação. A ênfase da análise serão as estratégias que resultam em edificações flexíveis, minimizando interferências ao uso causadas por adaptações em seus ambientes.

O número de tecnologias investigadas na “mini-survey” e a quantidade de ambientes construídos verificados na realização de estudo de caso não permitem a efetivação de análises estatísticas, sendo enfatizado, portanto, as considerações analíticas da pesquisa.

1.7 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação foi dividida em cinco capítulos a fim de estruturar ao leitor e explicar de forma ordenada o entendimento das soluções apresentadas para projetos e selecionar os processos e materiais construtivos que propiciam melhora no desempenho das edificações de instituições públicas no país.

O Capítulo 1, como apresentado, fundamenta os motivos principais para o desenvolvimento desta dissertação. Em seguida são apresentados o problema de pesquisa, o objetivo geral, o pressuposto e a visão geral da metodologia. Finalmente, identificam-se as limitações identificadas para a elaboração desta investigação.

O Capítulo 2 traz inicialmente uma explanação sobre as implicações das mudanças de requisitos dos usuários das edificações. Em seguida, trata dos impactos ambientais, sociais e econômicos causadas pela readequação dos ambientes construídos ao longo do ciclo de vida. Posteriormente, define os termos principais desta pesquisa, ou seja, a flexibilidade, os princípios inerentes e a heurística para a obtenção de edificações flexíveis. Ao final, é apresentada uma discussão, informando sobre os níveis de intervenções que são ocasionadas por procedimentos de alterações nas edificações e por processos construtivos gerados pela mudança de necessidades dos usuários das mesmas.

O Capítulo 3 refere-se ao método de pesquisa utilizado na dissertação, incluindo a descrição dos procedimentos para realização da “mini-survey” e o protocolo de coleta de

dados do estudo de caso. Este capítulo também apresenta a estratégia de análise utilizada, para o cruzamento dos dados da literatura, “mini-survey” e estudo de caso.

O Capítulo 4 apresenta inicialmente as motivações, detalhamento das edificações escolhidas e, em seguida, os resultados da aplicação do método aplicado. Os dados obtidos são analisados e as soluções são demonstradas, gerando um conjunto de critérios de aplicação dos conceitos de flexibilidade a serem inseridos em futuros projetos de instituições de ensino.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões sobre o problema de pesquisa a partir dos resultados da pesquisa de campo. O capítulo também apresenta considerações sobre o método de pesquisa adotado e inspirações para outros trabalhos.

2 FLEXIBILIZAÇÃO EM EDIFICAÇÕES AO LONGO DO CICLO DE VIDA

O objetivo deste capítulo é estabelecer a estrutura teórica desta dissertação que deverá prover os fundamentos para a análise dos dados coletados em campo. Para tanto, serão revisadas inicialmente as mudanças de necessidades dos usuários das edificações e implicações ambientais correlacionadas, para então adentrar nos conceitos, nos princípios e heurística de flexibilidade que objetiva a obtenção de edificações de ensino superior flexíveis no país.

2.1 A Mudança de Requisitos dos Usuários nas Edificações

De acordo com Azevedo (2002), um novo contexto econômico e cultural vem se estabelecendo no país e no mundo neste novo milênio. Estas mudanças são decorrentes principalmente dos meios de comunicação e de informação, além dos avanços científicos e tecnológicos, determinando novas atitudes, novos modos de pensar e novos estilos de vida (AZEVEDO, 2002).

Entretanto, avaliando-se as edificações de um modo geral, verifica-se que a maioria dos projetos convencionais são incapazes de responder à intensidade e amplitude das mudanças observadas na sociedade moderna. Projetos convencionais frequentemente têm características funcionais, simbólicas e estéticas, sem possibilidades de alterações.

Larcher (2005) corrobora estas proposições ao argumentar que o modo tradicional de projetar pressupõe que as edificações não sofrerão alterações substanciais ao longo de sua vida útil, trazendo dificuldades em possíveis adaptações que possam vir a ocorrer em virtude das mudanças de necessidades dos usuários.

A capacidade de gerir os recursos destinados à construção de forma sustentável deve passar pela previsão de adaptações da edificação relacionada às mudanças de necessidades do

usuário e/ou ao desenvolvimento de soluções de baixo custo que permitam a readequação de edificações existentes (LARCHER, 2005).

Esta falta de flexibilidade projetual, de acordo com Paduart et al (2009), é uma das causas de intervenções, demolição parcial e, até mesmo, a demolição completa de uma edificação.

De acordo com Saari et al (2007) a dificuldade em se considerar alterações nos usos das edificações ocorre pelo simples fato de que em muitas vezes não se tem conhecimento de quem serão os possíveis usuários das edificações, como shoppings e complexos de escritórios, por exemplo.

As mudanças de requisitos dos usuários muitas vezes são induzidas por fatores externos, como, por exemplo, avanços tecnológicos. De fato, nesta era de rápidas inovações em tecnologia da informação, as edificações de um modo geral e seus espaços internos têm de ser flexíveis com a finalidade de antecipar e dar suporte as mudanças da natureza dos trabalhos. Assim, a obtenção de efetividade de um ambiente construído é conseguida através da elaboração de projetos que contemplem sistemas prediais flexíveis, permitindo que as instalações de uma edificação admitam mudanças de grupos de trabalho e projetos envolvidos (WBDG, 2010).

Conforme Saleh e Chini (2009) quanto mais flexíveis e adaptáveis são os projetos de uma edificação em relação às mudanças de necessidades do usuário, maior será a vida útil do edifício em questão.

A evolução sócio-econômica da população tem também repercutido em alterações drásticas nos requisitos para os espaços de trabalho. De acordo com Saleh e Chini (2009), o conceito de reutilização de edifícios adaptáveis tem aumentado em importância devido não só

às evoluções tecnológicas mas, principalmente, devido às alterações dos tipos de organizações de trabalho, exigindo criatividade e desenhos flexíveis do local de trabalho.

Segundo Saleh (2009), para que tais mudanças sejam econômica e tecnicamente possíveis, é importante que as edificações tenham uma arquitetura voltada à facilidade de adaptações. Uma antiga fábrica pode tornar-se um condomínio de apartamentos ou uma igreja decadente pode encontrar uma nova vida como um restaurante, por exemplo (SALEH, 2009).

A reutilização de uma edificação reduz o impacto ambiental através da extensão do ciclo de vida dos materiais e da edificação propriamente dita. Além disto, usualmente a reutilização de uma edificação passa pela revisão de seus sistemas e a melhoria de sua performance em aspectos como o consumo de energia ou água.

Dentre o espectro de mudanças de requisitos que ocorrem em edificações ao longo do ciclo de vida destacam-se as mudanças relativas às demandas de acessibilidade. Neste milênio é imprescindível a garantia de acesso as pessoas com necessidades especiais a todas as instalações de uma edificação (WBDG, 2010).

Acidentes de trânsito, gravidez, restrições devido ao envelhecimento são exemplos de fatores que influenciam tais alterações de requisitos. Uma edificação pode passar, por exemplo, a necessitar de sinalização tátil de piso para guiar o portador de necessidades visuais ou rampas substituindo escadas em função da acessibilidade do cadeirante de rodas (WBDG, 2010).

Para milhões de pessoas com dificuldades motoras ou de qualquer natureza, o acesso aos serviços é complicado ou até mesmo impossível sem intervenções nas edificações existentes (WBDG, 2010). Portanto, conferir ao ambiente construído a capacidade de poder receber alterações e aperfeiçoamentos ao longo do ciclo de vida é uma questão também de responsabilidade social do projetista.

Sendo assim, os projetos arquitetônicos e urbanísticos das edificações de ensino, bem como de qualquer edificação devem ser aprovados considerando as instruções da NBR 9050/2004 e do Decreto nº. 5296 de 2004, que têm por finalidade fornecer diretrizes de prioridade ao atendimento às pessoas portadoras de deficiência, os idosos com idade igual ou superior a 60 (sessenta) anos, as gestantes, as lactantes e as pessoas acompanhadas por crianças de colo, bem como os critérios e parâmetros a serem observados para a elaboração de projetos, construções, instalação e adaptação de edificações. Contudo, sob o ponto de vista projetual, o atendimento desta legislação evolui com o tempo à medida que se evoluem a compreensão da eficácia e as falhas das soluções adotadas no presente.

Por esses motivos são importantes as relações entre os clientes e usuários de uma edificação e os arquitetos e engenheiros que elaborarão os projetos executivos e complementares de um empreendimento. As exigências dos usuários e contratantes devem ser esclarecidas aos projetistas anteriormente à produção dos projetos, de tal forma que as instalações projetadas atendam todas as necessidades requeridas. As soluções adotadas nas concepções dos projetos devem antever as modificações inerentes ao avanço da tecnologia e à mudança do perfil estético da arquitetura.

Recorrendo-se aos objetivos desta pesquisa, Azevedo (2002) corrobora estas informações ao afirmar que projetos de edificações voltadas ao ensino devem contemplar características de espaços flexíveis, de modo a atender possíveis transformações de ensino. Esta flexibilidade do ambiente construído deve permitir a flexibilidade na organização de grupos de trabalho e a instalação de novas tecnologias, permitindo a implantação de uma filosofia pedagógica aberta e dinâmica.

Reputando-se às idéias tratadas anteriormente, pode-se partir do princípio que é principalmente na elaboração dos projetos e documentos preliminares à execução de uma

edificação que devem ser estabelecidas as soluções projetuais que forneçam flexibilidade às mudanças de necessidades dos usuários, devido, principalmente, às implicações dos processos construtivos causados pelas readequações conforme será visto nas sessões seguintes.

Assim, não é possível nem desejável estagnar a inevitável mudança de requisitos dos usuários das edificações. As inovações tecnológicas estão presentes no cotidiano de uma sociedade, e principalmente no ambiente acadêmico, trazendo consigo as mudanças de necessidades das pessoas. Porém, aspectos envolvidos com inovações e criação de novas soluções projetuais e tecnológicas que envolvam os aspectos de flexibilidade em edificações não acompanham o ritmo acelerado das mudanças de necessidades da sociedade. Nas seções seguintes, pretende-se agrupar estas medidas e soluções, diminuindo esta defasagem.

2.2 Implicações Ambientais, Sociais e Econômicas da Readequação do Ambiente

Construído

Tavares e Lamberts (2005) argumentam que o setor da construção civil é a atividade humana que mais demanda energia e recursos naturais. Esta colocação é explicitada através do conceito de “Energia Embutida”, ou seja, energia necessária inicial que ocorre na fase de fabricação e transporte de materiais e equipamentos que envolvem a construção de uma edificação, e ainda a implantação/execução da obra propriamente dita.

Corroborando o argumento de Tavares e Lamberts (2005), o Relatório Final do Balanço Energético Nacional para o ano base de 2009 – Brasil (2010) aponta o consumo de energia para produção de Cimento, Ferro-Gusa e Aço – principais materiais da construção civil - corresponde com aproximadamente 17.300.000 toneladas equivalentes de petróleo. Isto equivale a 7,81% do consumo total de energia no país, considerando outros setores tais como produção de papel e celulose, têxtil e cerâmica por exemplo.

Ao tratar-se, por exemplo, da energia incorporada para a produção do concreto armado (possivelmente a maior fonte de recursos naturais e poluentes) percebe-se um alto consumo para a construção de uma edificação nova se comparado com o uso de materiais e tecnologias que podem estender o tempo de vida útil de edificação, podendo ser 10 anos ou mais (RUSSEL; MOFFAT, 2001).

Associado a este aspecto Russel e Moffatt (2001) relatam que a “eficiência média das muitas tecnologias utilizadas em edifícios - como iluminação e ventilação - mais do que duplicou nos últimos 10 anos” e outras, como sistemas de aquecimento a combustão e motores elétricos, tem aumentado em pelo menos, 20%. Portanto, se um edifício tem características que permitem, por exemplo, a fácil substituição de tecnologia por uma nova e eficiente, é razoável supor um aumento na eficiência média de vida útil de 10% ou mais, reduzindo, por sua vez, o impacto ambiental total da operação edifícios em 10% (RUSSEL; MOFFATT, 2001).

Adequações do ambiente construído podem reduzir o impacto ambiental e isto é particularmente evidente em se tratando de “Energia Operacional”. No entanto, tais adequações podem ocorrer com o mínimo de implicação na “Energia Embutida”, através da minimização de recursos necessários para adequação do ambiente construído com a aplicação do conceito de flexibilidade ainda na etapa do projeto.

Segundo o WBDG (2010), a preservação de edificações, através de soluções de flexibilidade, é considerada uma prática responsável ambientalmente pois permite a adaptação do ambiente construído com o mínimo de recursos necessários. Além da flexibilização funcional torna-se cada vez mais importante a possibilidade da edificação poder aumentar sua eficiência ambiental ao longo do ciclo de vida. Exemplos de tais alterações incluem a possibilidade de receber alterações em seus sistemas de ventilação, a ampliação dos sistemas

de isolamento térmico e acústico, o ajuste fino de mecanismos de iluminação natural e a integração de sistemas hídricos mais eficientes.

Na dimensão social uma das repercussões mais relevantes da flexibilidade está na possibilidade de se ampliar a acessibilidade do ambiente construído ao longo do ciclo de vida. Saari et al (2007) relatam que o custo adicional de se fornecer acessibilidade em edificações novas é mínimo quando comparado a realização de intervenções construtivas não previstas no projeto original a fim de fornecer acessibilidade após a ocupação de uma edificação. Os mesmos autores, Saari et al (2007) exemplificam esta afirmação relatando dados conforme Tabela 2.1 a seguir:

Tabela 2.1 – Variação de Custo de Processos Construtivos para Adaptações

	Custo adicional se considerado na fase de concepção de projeto.	Custo adicional se considerado na fase pós-ocupação da edificação.
“Degrau-Zero” de entrada	1 US\$*	6,667 x US\$*

*Valores Relativos.

Fonte: Adaptado de Saari et al (2007).

Ao considerar estes impactos, devido à falta de previsão das necessidades futuras dos usuários das edificações, existem soluções estratégicas que devem ser estudadas e exploradas no setor da construção civil que objetivam a redução do consumo de energia e recursos de toda ordem. Para tanto, Saleh e Chini (2009) argumentam que deve ser dada a devida importância à fase de planejamento de edificações na construção civil pelo fato de se pretender reduzir o prejuízo ambiental causado pelo consumo elevado de energia e recursos naturais, e também financeiros, ocasionados pelos os efeitos da obsolescência de edificações.

Corroboram estas informações Russel e Moffatt (2001) quando mencionam que uma edificação despreparada para responder a novas circunstâncias de uso, a mudanças de

necessidades de seus ocupantes e a capacidade de acomodar novas tecnologias torna-se, portanto, prematuramente obsoleta. Note-se que a obsolescência aqui pode ser de caráter estético. O impacto ambiental combinado de tais falhas de planejamento e projetos traduz-se no aumento do uso dos recursos naturais causado pelos processos construtivos necessários para readequar o ambiente construído ou realizar novas edificações (RUSSEL; MOFFAT, 2001).

De acordo com Hoekman et al (2009), a incorporação da capacidade para acomodar mudanças em relação ao uso e necessidades futuras de uma edificação é reconhecida como uma condição prévia essencial para o desenvolvimento sustentável e bem sucedida de uma edificação.

Segundo informações do Canada Mortgage and Housing Corporation - CMHC (2000), alguns dados relacionados aos impactos ambientais podem ser demonstrados em diferentes áreas urbanas no mundo. Por exemplo, para o ano de 2000, a média de idade útil de um edifício em Tóquio era de somente 17 anos. No Brasil, atendendo normas, o projeto contempla um ciclo de vida útil de 50 anos, mas observa-se que em edificações comerciais ou orientadas a serviços este ciclo é bem menor tendo em vista a mudanças freqüentes das demandas dos usuários.

Larsson (1999) confirma o conceito da redução no impacto ambiental através de soluções que aumentam a vida útil das edificações ao afirmar que os benefícios são em grande parte relacionados a dois fatores: a redução de energia para a fabricação de materiais e redução de produção de resíduos sólidos em processos construtivos de renovação e demolição. Alguns dados verificados na pesquisa de Larsson (1999) indicam esses benefícios ambientais, tais como redução de aproximadamente 15% em emissões de gases para a atmosfera e de 15% de produção de resíduos.

Para finalizar a explanação anterior e complementar com outros dados, “eficiência média das muitas tecnologias utilizadas em edifícios - como iluminação e ventilação - mais do que duplicou nos últimos 10 anos” e outras, como sistemas de aquecimento a combustão e motores elétricos, tem aumentado em pelo menos, 20% (RUSSEL; MOFFAT, 2001).

Portanto, o desafio é fazer com que projetistas tenham critérios para atender, na fase inicial de tomadas de decisões e elaboração de projetos de edificações, às mudanças de necessidades dos clientes e consumidores de edificações, objetivando a redução dos impactos causados pelas readequações na fase de uso das mesmas. Para isso, devem verificar adequadamente como se comportam os usuários, prevendo entretanto, como estes usuários utilizarão as edificações no futuro, quais serão as possíveis necessidades e também, a previsão da entrada de novas tecnologias.

2.3 O Conceito de Ciclo de Vida em Edificações

Para considerar as regulares mudanças de demandas ou necessidades dos usuários e entrada de equipamentos das edificações uma abordagem debatida na literatura é “ciclo de vida das edificações”. Os autores Bonin (1988) e Ornstein (1992) descrevem as etapas o ciclo de vida de uma edificação conforme tópicos relacionados abaixo, representados na Figura 2.1 adiante:

- planejamento: fase inicial do ciclo de vida de um edifício na qual o empreendimento está sendo concebido. Nesta etapa são realizados estudos da viabilidade física, econômica e financeira da elaboração dos projetos e especificações e, ainda, a programação do desenvolvimento das atividades construtivas;

- implantação: é a fase da produção da edificação, da construção propriamente dita;

- uso e operação: é a fase de operação do empreendimento, etapa em que o mesmo é ocupado pelos usuários; comporta o período de vida útil, período de tempo durante o qual o produto pode ser utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene;
- manutenção: é a fase cuja atividade tem origem na necessidade de reposição de componentes que atingiram o final de sua vida útil e de manutenção de equipamentos e sistemas ou então na necessidade de correção de falhas de execução, patologias ou ainda para modernização e adequação;
- readequação a novos usos: a partir de alterações nas necessidades dos usuários, e também no intuito de prolongar a idade-limite em serviço, a habitação pode sofrer adaptações para acomodar novos usos adicionais ou em substituição aos existentes. Por exemplo, uma habitação pode abrigar também pequeno comércio ou serviços, mediante algumas alterações construtivas;
- demolição e reciclagem: é a fase de inutilização do produto edifício através de um processo de desmontagem/demolição e disposição dos sistemas construtivos das edificações.

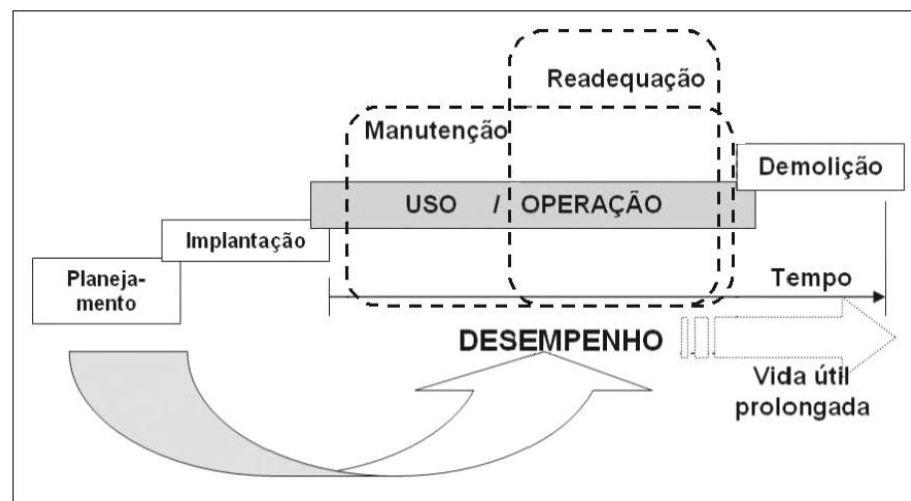


Figura 2.1 – Visão integrada do ciclo de vida da edificação
 Fonte: Bonin (1988) e Ornstein (1992).

É importante ressaltar da figura anterior que os conceitos sobre as soluções projetuais e tecnológicas de flexibilidade que serão tratados adiante nesta pesquisa deverão ser aplicados na fase de planejamento das construções das edificações. Ou seja, prever características que propiciem flexibilidade às edificações, facilitando futuras adaptações em decorrência das mudanças de necessidades dos usuários, trará benefícios no que diz respeito ao desempenho adequado e aumento da vida útil das edificações.

Portanto, a readequação do espaço, foco da presente dissertação, faz parte do ciclo de vida de uma edificação. Contemporaneamente esta etapa tem adquirido importância ainda maior tendo em vista a velocidade nas mudanças demográficas, além de hábitos dos usuários das edificações.

Larcher (2005) argumenta que o conceito de ciclo de vida tem importância fundamental para estudos das edificações tanto sob o aspecto ambiental quanto sob outros enfoques como manutenção e readequação da mesma. Isto em virtude da possibilidade do aumento da vida útil da edificação caso sejam adotadas as estratégias corretas para projetos flexíveis nas fases de planejamento de uma obra.

2.4 Flexibilidade em Edificações

2.4.1 Definição de Flexibilidade

Um tema bastante debatido entre os profissionais envolvidos na elaboração de projetos de edificações (arquitetos e engenheiros) está relacionado à obtenção de projetos com “ambientes de fácil utilização ao usuário” e “flexíveis às alterações futuras” (WBDG, 2010).

Segundo Saleh (2009) a flexibilidade de um edifício depende da sua concepção arquitetônica, forma, materiais utilizados nos sistemas construtivos, adequado ainda a sua finalidade e proposta inicial. Portanto, a capacidade do edifício em ser flexível é,

normalmente, afetada por sua concepção estrutural, os diferentes sistemas construtivos em seu interior, o *layout* interno, entre outros (SALEH, 2009).

Entretanto, de acordo com Russel e Moffatt (2001), o conceito de flexibilidade insere-se como uma estratégia de um conceito mais amplo, o de adaptabilidade em edificações.

Outra estratégia mencionada pelos autores Russel e Moffatt (2001) para obtenção de edificações adaptáveis é a expansibilidade. Esta é definida como a capacidade de uma edificação em sofrer acréscimo de área sem alterações relacionadas à infraestrutura da mesma (RUSSEL; MOFFATT, 2001). Porém, não excluindo a importância desta estratégia, os conceitos da expansibilidade não serão tratados nesta dissertação em virtude das delimitações traçadas e dos objetivos da pesquisa, estabelecidos no Capítulo 1.

Edificações flexíveis são aquelas que permitem aos ocupantes a facilidade em usar a área de uma forma efetiva de acordo com as mudanças de necessidades dos usuários, sendo por esse motivo, considerada como uma estratégia para a adaptabilidade (RUSSEL; MOFFATT, 2001).

Rossi (1998) afirma que o conceito de flexibilidade na construção civil pode ser definido como a capacidade de um ambiente, edifício ou espaço ser organizado e utilizado de várias formas. Larcher (2005) exemplifica as implicações da flexibilidade no ambiente construído ao defender a interdependência entre o sistema estrutural e os elementos de vedação interna, com a finalidade de possibilitar de alterações na edificação, a partir do surgimento de novas necessidades dos usuários.

Ainda tratando sobre as características marcantes de uma edificação efetivamente projetada com flexibilidade, ou seja, com sistemas construtivos projetados com características flexíveis, Larcher (2005) novamente menciona que aquela pode ser modificada sem

necessariamente destruir as instalações existentes ou parte delas, ou ainda descaracterizar o projeto original.

O WBDG (2010) argumenta que soluções flexíveis podem ser visualizadas em edificações que proporcionem espaços com facilidade de sofrer modificações e ainda podem ser utilizadas para várias finalidades, por diversos grupos de usuários.

Assim, edificações que contemplam aspectos de flexibilidade incluem espaços que forneçam possibilidades de adaptações conforme descritas na Figura 2.2 adiante:

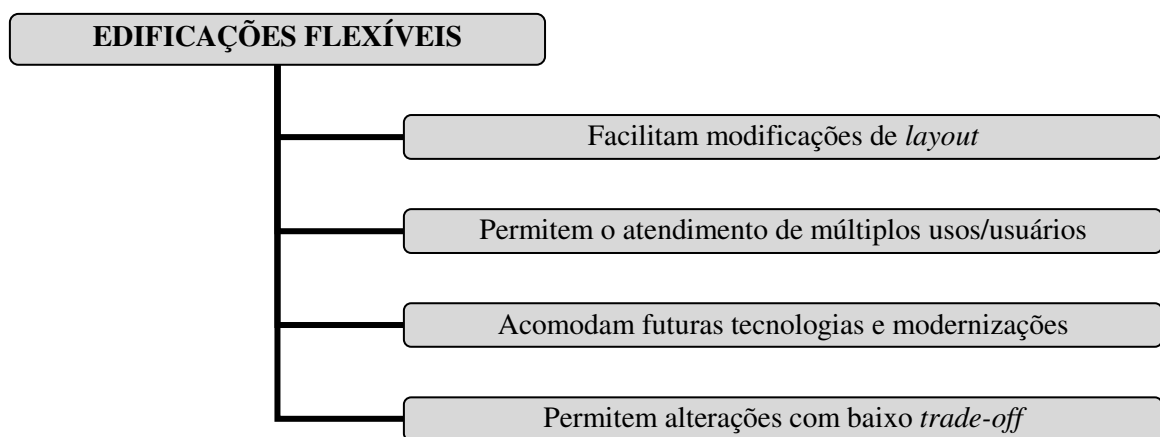


Figura 2.2 – Características de Edificações Flexíveis

Fonte: WBDG (2010).

Hoekman et al (2009) concordam com as afirmações anteriores e acrescentam que, de uma forma geral, os edifícios com sistemas construtivos considerados com características flexíveis são aqueles que possuem capacidade de “proporcionar uma utilização mais eficiente do espaço, um aumento da longevidade e uma melhoria geral do desempenho operacional”. Além disso, um ambiente flexível significa um espaço que possui características que permitam alterações tornando-o utilizável por diferentes necessidades dos usuários ao longo de sua vida útil.

Da mesma forma, Brandão e Heineck (1998) também definem que a flexibilidade pode ser descrita como a liberdade de reformular a organização do espaço interno, definido rigidamente por um vedo perimetral. Essas mudanças dos espaços implicam em alterações físicas e também funcionais em relação ao planejamento original dos espaços internos dos ambientes ocupados.

Sendo assim, a estratégia de implantação da flexibilidade arquitetônica nas edificações, segundo os autores Brandão e Heineck (1998), pode ocorrer em dois momentos:

- inicial: obtida na fase de construção, significando a variabilidade dos produtos obtidos, interessando ao primeiro usuário e ao empreendedor; neste caso tem-se a possibilidade de mais de um tipo de planta para um edifício;
- contínua: vinculada à utilização do produto arquitetônico e que se manifesta ao longo da vida útil da habitação sendo também conhecida como flexibilidade funcional ou flexibilidade posterior. Um exemplo é a possibilidade de arranjos diferenciados ao longo da ocupação.

A flexibilidade contínua é aquela que será referenciada nesta dissertação por relacionar-se com os aspectos gerais desta pesquisa em virtude do tipo de edificação estudada (ensino), que necessita de adaptações após a ocupação da mesma.

Ainda é possível acrescentar que edifícios flexíveis são utilizados de forma eficiente em relação ao desempenho ambiental, pois respondem as alterações com menor custo e redução de recursos e perdas, possuindo ainda vida útil prolongada (RUSSEL; MOFFATT, 2001).

A respeito desta explanação sob as definições gerais de flexibilidade permite-se dizer que a utilização de materiais e sistemas construtivos adequados que prevêm futuras alterações no âmbito das edificações deve ser instrumentalizada. A escolha correta de

soluções pode acarretar em edificações de alto desempenho que requerem menor uso de recursos e características que objetivam maior durabilidade da edificação.

Para que a edificação seja considerada com as características de flexibilidade conforme tratadas nesta seção é necessário que possua soluções flexíveis que estejam de acordo com os princípios de flexibilidade que serão pormenorizados na seção seguinte.

2.4.2 Princípios de Flexibilidade em Projetos de Edificações

Para avaliar se uma edificação possui características de flexibilidade é necessário verificar se os princípios apresentados conforme a Figura 2.3 a seguir, estão presentes nos projetos executivos e complementares das edificações.

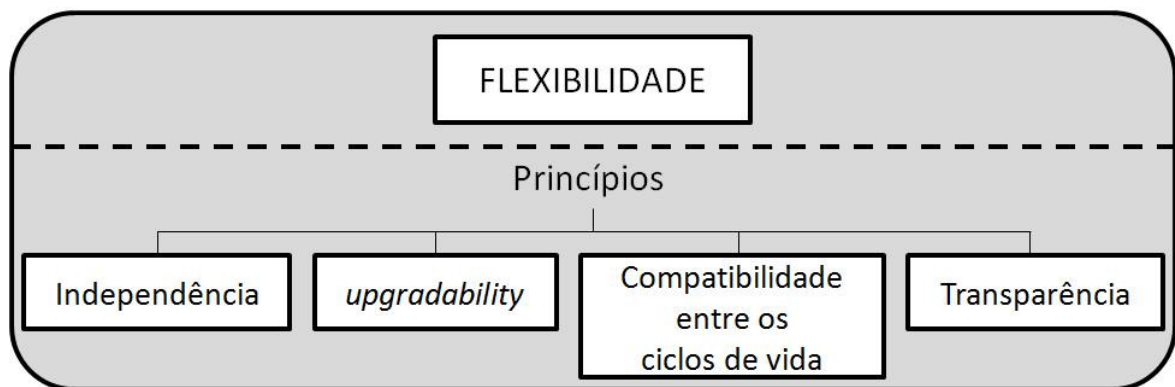


Figura 2.3 – Princípios de Flexibilidade

Fonte: Russel e Moffatt (2001)

O princípio da independência pode ser definido como a integração de sistemas ou componentes de uma edificação de tal forma que não contamine o desempenho dos sistemas conectados (RUSSEL e MOFFATT; 2001). Esta abordagem significa, portanto, permitir ainda na fase de projeto a redução no número de conexões entre sistemas de forma a reduzir a possibilidade de interrupções de operações de intervenção decorrentes de necessidade de

alterações do ambiente construído. Para exemplificar esta definição é possível citar o uso de divisórias leves como sistema de vedação interna de uma edificação, que possuem a capacidade de ser removidas e modificadas alterando o *layout* do ambiente independentemente do sistema estrutural, conforme será detalhado posteriormente nesta pesquisa.

Já o princípio da *upgradability* constitui na capacidade de atualização e melhoria dos sistemas de uma edificação e da escolha de sistemas e componentes que antecipam e podem suprir potenciais aumentos de exigências de desempenho (RUSSEL; MOFFATT, 2001). Esta melhoria do desempenho operacional das tecnologias significa também a facilidade de substituição de tecnologias, beneficiando, portanto, a inovação tecnológica das edificações e redução de custo operacional (RUSSEL; MOFFATT, 2001). Para exemplificar esse princípio, ao dimensionar uma tubulação e demanda energética da rede elétrica, o projetista pode superdimensionar os componentes de forma a permitir novas adições de tubos e circuitos elétricos no futuro.

Ainda sobre o conceito de *upgradability*, Barbosa (2006) explica que a flexibilização de um projeto ocorre quando há permissão de “modificações e alterações dos espaços e caminhos possíveis para a utilização dos equipamentos e dispositivos necessários ao funcionamento de uma atividade automatizada e a possível revitalização (*retrofitting*) destes ambientes com a atualização dos equipamentos”. Ou seja, ainda de acordo com Barbosa (2006), o termo *retrofit* pode ser definido como uma revisão de equipamentos de uma edificação, possibilitada apenas se houver a previsibilidade em projeto da capacidade de adaptações (*upgradability*) dos sistemas desta mesma edificação.

Outros princípios que têm o objetivo de verificar quanto uma edificação pode ser considerada flexível é a compatibilidade entre ciclos de vida, que significa não criar fortes

conexões ou encapsulamentos entre componentes de ciclos de vida curtos com aqueles de ciclos de vida mais longos (RUSSEL; MOFFATT, 2001). É possível citar como exemplo os elementos estruturais e os sistemas de revestimento de uma edificação, que possuem ciclo de vida diferentes.

A transparência, outro princípio, é definida como a disponibilidade e explicitação das informações dos componentes, sistemas e instalações da edificação para o uso futuro, facilitando tomadas de decisão em relação às opções de intervenção em processos de adaptações em obras (RUSSEL e MOFFATT; 2001). De acordo com Santos (1999) algumas técnicas e metodologias gerenciais objetivam a capacidade de atividades produtivas em manter a comunicação entre as pessoas, tais como: Gestão visual, Kanban, Andon, Poka-Yoke, entre outras. Em virtude dos objetivos centrais desta pesquisa, esses dois últimos princípios não serão debatidos nesta dissertação.

Portanto, para tratar dos termos principais desta pesquisa relacionadas aos processos construtivos das mudanças de necessidades dos usuários das edificações, a estratégia principal que propicie às edificações soluções que facilitem modificações ao longo do ciclo de vida, destaca-se a flexibilidade de uso, sob os princípios de independência e *upgradability*.

2.5 Heurística da Flexibilidade no Projeto de Edificações

Partindo-se dos entendimentos das definições e dos princípios de flexibilidade observados nas seções anteriores, o Quadro 2.1 adiante apresenta os elementos facilitadores adaptados dos autores: Rabeneck et al (1974), Russel e Moffatt (2001) e outros, que tratam de soluções para favorecer o desempenho de uma edificação com relação às mudanças e à flexibilidade.

QUADRO 2.1 – Elementos Facilitadores de Flexibilidade

SISTEMAS PREDIAIS	ELEMENTOS FACILITADORES	DESCRIÇÃO E EXEMPLOS
Superestrutura	Coordenação modular	Devem permitir modificações localizadas, com deslocamento de elementos internos e externos sem afetar a integridade estrutural; Ausência de colunas ou preferencialmente grandes vãos entre elementos e vedos portantes (RABENECK et al, 1974);
Vedações	Independência	Envoltórias independentes da estrutura, com junções discretas, projetadas para a separação; Meios de acesso ao interior das vedações, tanto da parte interna quanto da parte externa da edificação (por exemplo, paredes de painéis modulares). Divisórias internas não portantes e removíveis (RABENECK et al, 1974);
Instalações Prediais	Sistemas híbridos	Dar preferência a sistemas híbridos, que equilibrem sistemas centralizados e mais distribuídos. Isto permite maior flexibilidade dos sistemas de instalações, ao possibilitar alterações localizadas e mudanças de capacidade dos mesmos; Instalações, tubulações e acessórios desvinculados da obra bruta, evitando embuti-los na alvenaria (RABENECK et al, 1974);
	Dimensionamento com “folgas”	As instalações elétricas podem ser projetadas para futuras adaptações, prevendo-se a extensão de tubulações (através de caixas de “espera”), e do dimensionamento com folga nos circuitos principais, para futuros incrementos de carga.
	Independência	Passagem de tubulação através de forros, <i>shafts</i> (FINKELSTEIN; 2009), ou através de pisos elevados;
Espaços internos	Espaços maiores	Espaços projetados com folga são mais adaptáveis, assim como espaços multifuncionais; repartições internas desmontáveis, reutilizáveis e recicláveis; alturas e plantas maiores que os limites mínimos. Espaços ambíguos ou projetados para múltiplos usos são mais adaptáveis, pois podem acomodar funções diversas sem alterações estruturais (BRANDÃO, 2003).
Acessibilidade	Redução de obstáculos	Projetar edificações com acessos amplos e facilmente manuseáveis e de forma que não tenham obstáculos, tais como degraus e cantos pontiagudos diminuindo o risco de acidentes.

Fonte: Adaptado de Rabeneck (1974) e Russel e Moffatt (2001)

De acordo com Santos et al (2007) a “Coordenação Modular pode ser compreendida como um sistema dimensional de referência que se baseando em medidas de um módulo pré-

determinado compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra”. Portanto, de acordo com Pereira (2005), a coordenação modular é um instrumento de projeto, que objetiva contribuir para a melhoria da qualidade do mesmo, facilitando a concepção, elaboração e construção das edificações.

Finkelstein (2009) corrobora as informações anteriores ao afirmar que a coordenação modular é definida por como um elemento de repetição que aparece em projetos arquitetônicos tantas vezes quanto necessárias para a conformação e representação de um espaço arquitetônico.

A respeito da independência entre a estrutura e o sistema de vedação, a utilização do elemento facilitador de estrutura independente possibilita a separação entre a estrutura portante da edificação e o sistema de vedação, criando possibilidade de *layout* diferenciado para um mesmo ambiente permitindo assim, uma fluidez do espaço (FINKELSTEIN, 2009).

Relacionado ainda à independência do sistema estrutural, de acordo com Hoekman et al (2009), a capacidade de facilitar as mudanças no uso de um edifício ou a sua configuração sem comprometer o desempenho estrutural pode ser considerado como um elemento facilitador para a obtenção de flexibilidade em edificações (vide ilustração na Figura 2.4). A importância deste requisito ocorre, pois o sistema estrutural de uma edificação abordado é a entidade mais estática e que mais requer recursos de natureza energética e material de uma edificação em relação à vida útil da mesma (HOEKMAN et al, 2009).

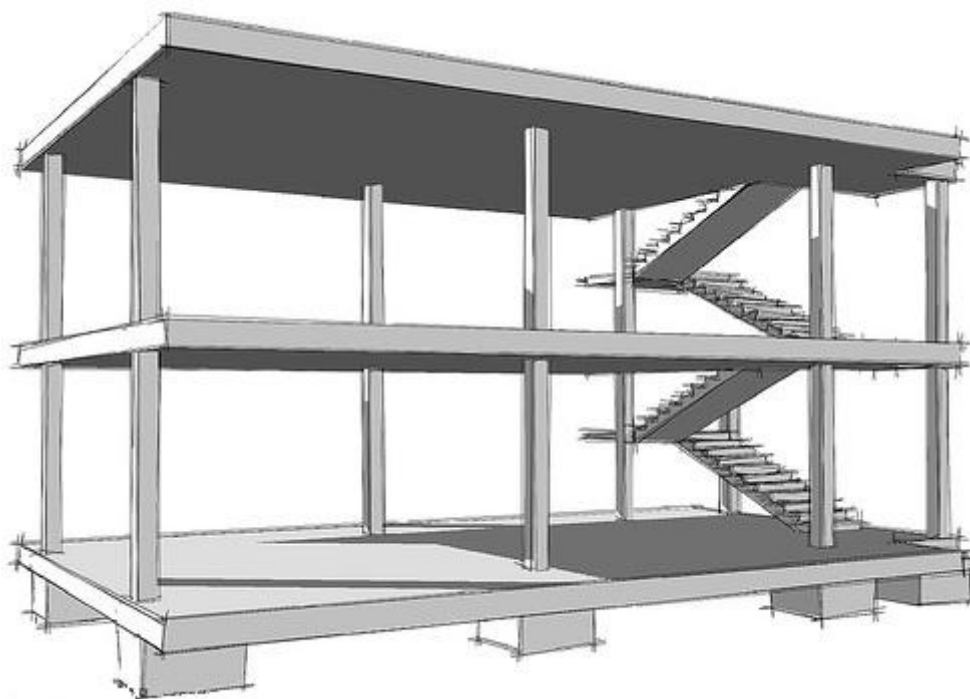


Figura 2.4 – Estrutura Independente – Esquema *Dom-ino* de Le Corbusier
Fonte: Finkelstein (2009).

O protótipo representado na Figura 2.4 anterior foi elaborado pelo arquiteto Le Corbusier e apresenta as colunas livres do vínculo com os planos de teto e chão, sendo que as paredes passaram apenas a exercer as funções de vedação externa ou divisão interna da edificação (FINKELSTEIN, 2009).

Porém, cabe ressaltar que divisórias removíveis e leves também podem ser consideradas como elementos facilitadores sob o aspecto da estrutura independente. Corroborar esta afirmativa o WBDG (2010) que informa que para assegurar a flexibilidade no ambiente construído uma das soluções adotadas é a utilização de paredes ou divisórias removíveis em ambientes com multifuncionalidades com o intuito de aumentar a eficiência da utilização de espaços.

Ao tratar-se especificamente de flexibilidade em salas de aula em instituições de ensino o WBDG (2010) afirma que divisórias móveis podem ajudar a subdivisão dos espaços

de acordo com as necessidades dos usuários, bem como proporcionar uma maior superfície de projeção, permitindo, portanto, que as salas de aula sofram alterações de atividades e dos tamanhos de grupos de alunos. Além disto, é adequada a implantação em projetos das edificações mencionadas a utilização de mobiliários modulares leves e de fácil reorganização (WBDG, 2010).

Para possibilitar a flexibilidade nos aspectos dos sistemas prediais, um dos elementos facilitadores é a previsão de *shafts* para edificações com mais de um pavimento. De acordo com Finkelstein (2009), os *shafts* são espaços ociosos, existentes entre paredes que abrigam e distribuem os dutos dos sistemas prediais verticalmente, inclusive elétrica, rede/comunicação. Como concentram as descidas dos sistemas mencionados, os *shafts* promovem uma maior organização na construção, além de facilitar o acesso para manutenção, e principalmente a inclusão de novos cabeamentos (FINKELSTEIN, 2009).

Ainda sobre os elementos facilitadores que oferecem flexibilidade nos sistemas prediais, é válido mencionar a utilização de dutos e canaletas aparentes na distribuição horizontal das edificações, a despeito de muitos usuários não aceitarem bem esta solução devido ao aspecto estético. Estas podem ainda ser dimensionadas de modo que apresentem “sobras” de espaço físico para troca e/ou inclusão de novos cabeamentos.

É sensato perceber a importância da inclusão dos elementos tratados anteriormente em projetos de edificações de ensino. Porém, o uso destas soluções e tecnologias deve atender não só critérios de mobilidade e facilidade de trocas e inclusões de novas tecnologias, mas também aspectos de desempenho geral, tais como: conforto térmico, acústico, saúde, higiene, etc.

2.6 Integrando a Flexibilidade no Planejamento de Projetos de Edificações

Esta seção trata da revisão das etapas que constituem o processo de projeto e da análise crítica da integração do conceito de flexibilidade neste processo. As etapas de execução de um projeto de uma construção de uma edificação com adaptações de Melhado (1994) são ilustradas na Figura 2.5 a seguir.

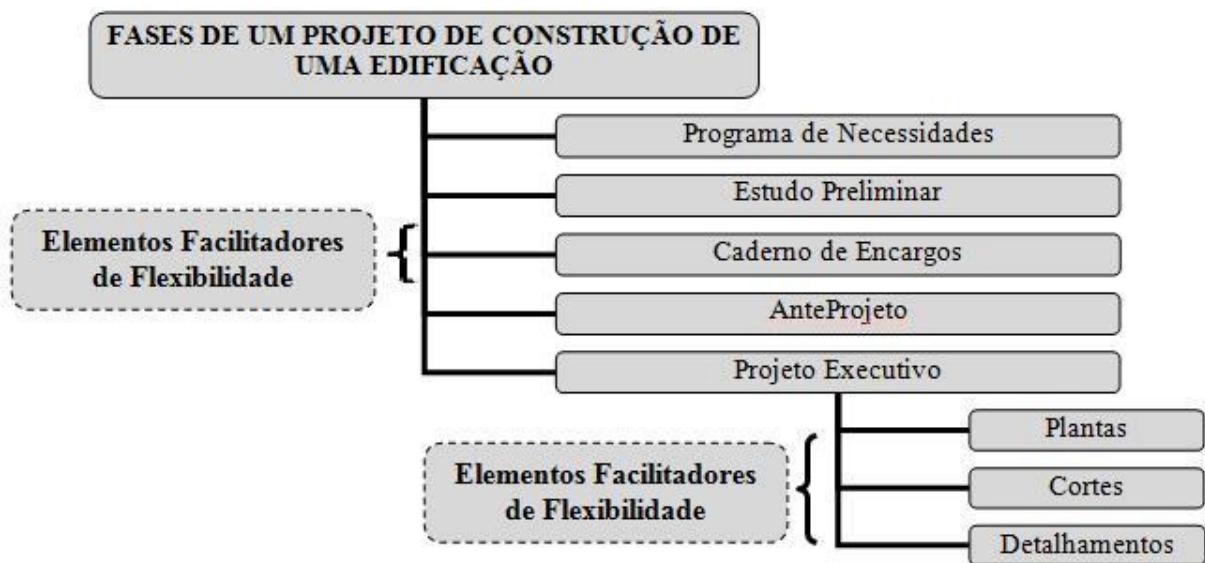


Figura 2.5 – Processo para um Projeto de Construção de uma Edificação
 Fonte: Adaptado de Melhado (1994).

Melhado (2005) afirma que o projeto é a “atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”.

Assumido isto, destaca-se da Figura 2.5 que para que um projeto de construção de uma edificação se torne tecnicamente viável, algumas etapas e requisitos devem ser considerados, tais como se verifica em Melhado (1994):

- Programa de Necessidades: conjunto de parâmetros e exigências a serem atendidos pela edificação a ser concebida;
- Estudo Preliminar: representação gráfica preliminar que necessariamente atenderá aos parâmetros e exigências do programa de necessidades, permitindo avaliar a configuração física preliminar das edificações;
- Caderno de Encargos: documento com um conjunto de diretrizes e especificações sobre como serão elaborados os projetos executivos das edificações;
- Anteprojeto: representação preliminar da solução adotada para o projeto, em forma gráfica e de especificações técnicas, incluindo: definição de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e de fundação, concepção de sistemas de instalações prediais, com informações que permitam avaliações da qualidade do projeto e do custo da obra;
- Projeto Executivo: representação final e completa das edificações e seu entorno, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para a perfeita compreensão do projeto, elaboração do orçamento e contratação das atividades de construção correspondentes.

Reportando-se novamente à Figura 2.5, verifica-se que os Elementos Facilitadores de Flexibilidade, conforme discutido nas seções anteriores, devem estar contidos nos documentos obtidos da etapa de elaboração dos Projetos Executivos de uma edificação.

Portanto, destaca-se a importância de uma correta elaboração do Caderno de Encargos, etapa na qual devem ser incluídos os conceitos de edificações com características flexíveis, ou seja, passíveis de mudanças espaciais facilitadas nos ambientes através da independência entre sistemas construtivos e de obtenção de melhorias tecnológicas e entradas de novos equipamentos, por meio do *upgradability*.

Porém as barreiras para a integração dos conceitos de flexibilidade, mencionados anteriormente, aos projetos de edificações de ensino podem estar relacionada, entre outros motivos, a não familiaridade com a temática na formação acadêmica dos profissionais envolvidos com a elaboração dos projetos destas edificações. Coube a esta pesquisa identificar alguns critérios que possam vir a auxiliar estes profissionais, conforme será visto adiante nesta dissertação.

2.7 Discussão

Ao considerar as obras realizadas nos anos 50, 60 e 70, quando não existia uma diversidade de materiais e tecnologias no setor da construção civil em comparação com o ritmo de inovações verificado no início deste novo milênio, é razoável perceber que não existia uma maior preocupação com soluções as de flexibilidade apresentadas nas seções anteriores.

É importante mencionar também a diferença do custo de mão de obra em relação aos mesmos tempos assinalados, em que antes o funcionário que trabalhava diretamente no canteiro de obras recebia um salário relativamente menor aos valores empregados para o ano da realização desta pesquisa. O significado disto era a facilidade quanto aos valores monetários para a execução de readequações na mão de obra e não se justificava economicamente a preocupação com os conceitos de flexibilidade.

Também é possível dizer que, para as décadas passadas mencionadas anteriormente, não existia a prevenção em relação às questões ambientais causadas pelos processos construtivos e pela geração de resíduos, como visto hoje. Percebe-se que, na época de realização desta pesquisa, existe uma ampla gama de discussões sobre a temática dos impactos ambientais em todos os setores, e evidentemente o da construção civil.

A idéia de flexibilidade deve estar presente em todos os tipos de edificações devido, principalmente, às mudanças de necessidades dos usuários e alterações tecnológicas ocorridas ao longo do ciclo de vida da mesma edificação. No contexto atual da sociedade, a integração de tal conceito no projeto de uma edificação é, também, uma questão de responsabilidade social e econômica do projetista, e ainda, as alterações em edificações serão realizadas independentemente das mesmas terem sido previstas ou não.

Cabe ressaltar então que a interface entre os elementos facilitadores de flexibilidade, tratados no tópico 2.4 e a e diretrizes e etapas inerentes aos projetos de edificações, tratadas no tópico 2.5, obtidas na elaboração de projetos de edificações de ensino superior volta-se a obtenção de edificações com características inteligentes, de alto desempenho e sustentáveis.

É possível ainda afirmar que as alterações nas edificações acarretam ações construtivas que afetam os usuários das instalações, podendo ser consideradas desde uma interferência imperceptível, até um nível mais radical que acarreta na intervenção total ao uso daquela instalação, por tempo indeterminado. O nível de intervenção ocasionado por procedimentos construtivos nas edificações que sofrem processos de adaptações pode ser definido conforme Figura 2.6 a seguir.

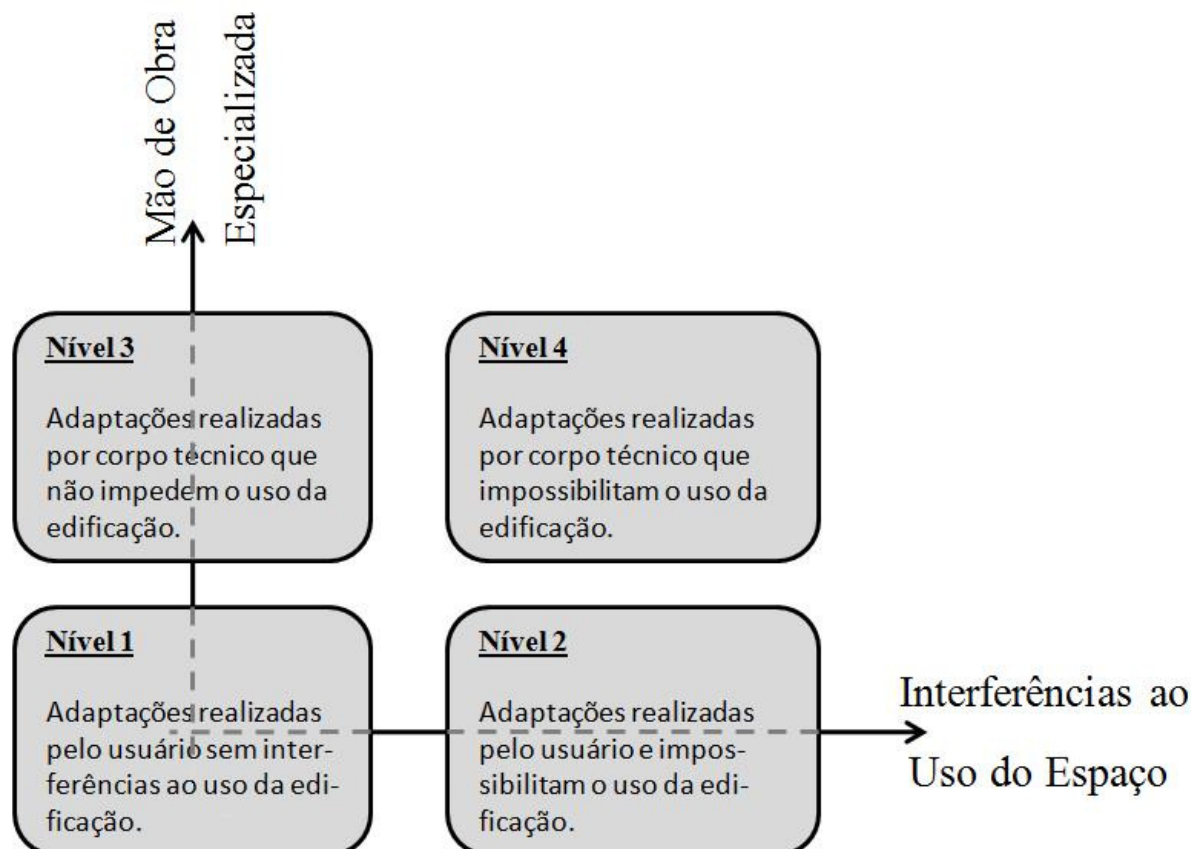


Figura 2.6 – Níveis de intervenções

De acordo com a Figura 2.6 anterior, relacionado aos conceitos de flexibilidade verificados anteriormente, pode-se dizer que:

- Nível 1: é aquele em que as adaptações não necessitam de mão de obra especializada, ou seja, realizada pelos próprios usuários, sem impossibilitar o uso da edificação. Este nível pode ser exemplificado por uma alteração decorrente de reformulação de *layout*, através da remoção de uma divisória removível feita pelo próprio usuário;
- Nível 2: este nível define-se pela adaptação realizada pelo usuário da edificação, porém causando interferência ao uso da mesma. Por exemplo, no caso de troca completa de tecnologias e entrada de novos equipamentos de um mesmo ambiente, os quais foram previstos demandas energéticas suficientes pontos para ligação dos mesmos;

- Nível 3: é caracterizados pela necessidade de corpo técnico especializado para a realização da adaptação, porém não impedindo o uso do ambiente em questão. Pode ser exemplificado na realização de melhoria/*upgrade* de sistema de automação ou lógica de uma edificação, por exemplo;

- Nível 4: define-se pela necessidade de mão de obra especializada, causando interferência completa em relação ao uso da edificação. Por exemplo, ao executar-se uma divisória em alvenaria, ou mesmo em Dry-Wall.

Sendo assim, a Figura 2.6 tem como finalidade auxiliar na identificação em que níveis se caracterizam os sistemas prediais (vedação, elétrico, rede, etc.) de uma edificação, através da análise das soluções projetuais e tecnológicas relacionadas à flexibilidade que podem ser identificadas. Este raciocínio será abordado posteriormente no método científico e na elaboração dos questionários e posterior análise e resultados que serão obtidos no decorrer desta pesquisa.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Contexto do Capítulo

A partir da conceituação teórica sobre o tema de flexibilidade ao longo do ciclo de vida no ambiente construído, apresentada no capítulo 2, foi possível estabelecer uma estrutura teórica referencial sobre quais soluções projetuais genéricas podem ser aplicadas na elaboração de projetos de edificações. O presente capítulo apresenta uma descrição das etapas do método de pesquisa utilizado na fase de campo, as técnicas para coleta de dados, a estratégia de análise e as validações da pesquisa.

3.2 Caracterização do Problema

Encontra-se com frequência no referencial bibliográfico nacional e internacional assuntos relacionados a soluções em projetos para obtenção de edificações mais flexíveis, tais como Brandão e Heineck (1998), Russel e Muffatt (2001), Dorfman (2002), Hoekman et al (2009), entre outros.

O levantamento realizado na base de dados de teses e dissertações do Ministério da Educação, entre os anos de 2005 e 2009, comprovam a afirmativa anterior ao demonstrar que 47 trabalhos relacionados a “flexibilidade em projetos na construção civil” foram feitos para o período indicado, conforme detalha o Gráfico 3.1:

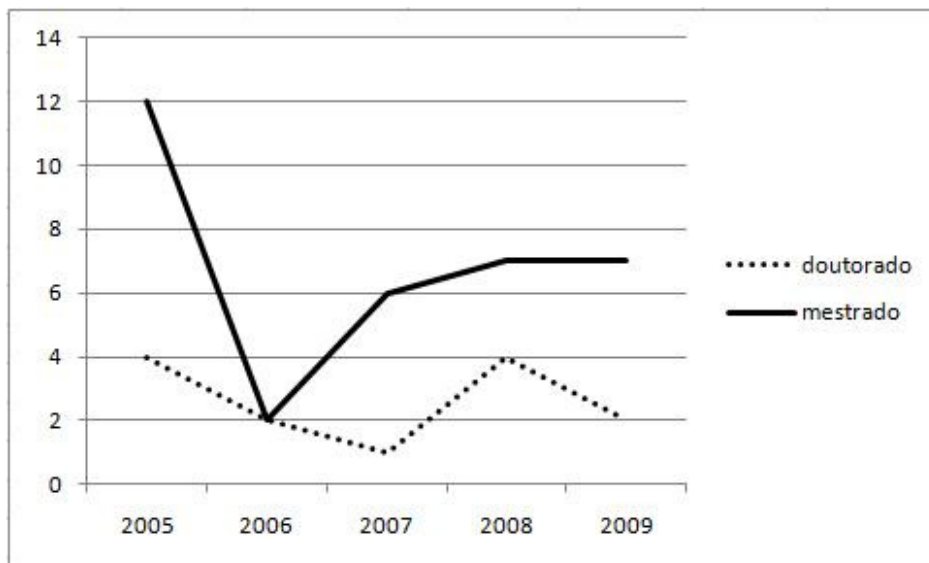


Gráfico 3.1 – Relatório de Teses e Dissertações no Brasil

Apesar desta intensidade de trabalhos sobre àquela temática, não foram encontrados por este autor na realização deste trabalho, estudos relacionados à aplicação dos princípios de flexibilidade em edificações voltadas, especificamente, ao ensino. Da mesma forma, não foram obtidos por este autor estudos contemplando de maneira específica as mudanças das necessidades dos usuários em edificações de ensino e suas implicações nas demandas de flexibilidade de suas instalações.

As indagações anteriores permitem destacar a característica exploratória para o desenvolvimento do método de pesquisa deste trabalho, e ainda, encontram-se ainda poucas ferramentas para instrumentalizar o projetista na integração deste conceito no projeto de edificações de ensino. Neste contexto, esta pesquisa tem a finalidade de contribuir com a integração da flexibilidade na prática projetual de escritórios voltados ao projeto de edificações para o ensino, e também contribuir com diretrizes e orientações aos corpos técnicos responsáveis pela elaboração dos projetos de edificações das universidades públicas no país. Este auxílio se dará através do provimento de critérios para inclusão de soluções

projetuais e tecnológicas que permitem maior flexibilidade do ambiente construído ao longo de seu ciclo de vida.

Portanto, esta dissertação pode ser classificada, de acordo com os conceitos de Gil (2002), como uma pesquisa do tipo exploratória que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema. Segundo Yin (2005), as generalizações de um estudo com esta natureza são de natureza analítica e não estatística. Ainda, segundo Gil (2002), este tipo de pesquisa permite “um planejamento bastante flexível de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado”, sendo que, na maioria dos casos, os trabalhos com esta característica assumem a forma de pesquisa bibliográfica, de pesquisa ação ou de estudo de caso.

Com explicam Lakatos e Marconi (2003), o tipo de estudo exploratório auxilia no desenvolvimento de hipóteses, aumentando a familiaridade e clarificando conceitos do pesquisador com o problema de pesquisa, além de instigar outras questões relevantes para trabalhos futuros.

3.3 Seleção do Método de Pesquisa Adotado

Para a escolha do método de pesquisa, segundo Yin (2005), há três condições para utilizar cada tipo de estratégia metodológica. A primeira delas consiste no tipo de questão da pesquisa proposta, a outra é a extensão do controle que o pesquisador tem sobre os eventos atuais e a última é o grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos em oposição a acontecimentos históricos.

A presente pesquisa pretende responder a uma questão do tipo “como” (*Como permitir que espaços voltados ao ensino superior atendam às mudanças de necessidades dos usuários ao longo do ciclo de vida?*). Além disso, o foco encontra-se em fenômenos

contemporâneos inseridos no contexto da vida real onde não se terá controle. Por isto, novamente reportando-se as diretrizes de Yin (2005), a importância de aplicação do Estudo de Caso no método desta pesquisa.

Yin (2005) explica que o estudo de caso é útil para ilustrar relações causais em intervenções ou situações da vida real que são consideradas complexas para tratamento por meio de estratégias experimentais ou de levantamento de dados. Este aspecto é relevante na seleção do método tendo em vista que o número de variáveis que interferem no fenômeno é grande, envolvendo desde a legislação até a cultura dos usuários.

Como forma de subsidiar a identificação de soluções tecnológicas viáveis para o estudo de caso realizou-se um levantamento sobre as opções tecnológicas disponíveis no mercado da construção civil em Curitiba e Região Metropolitana para viabilizar a aplicação do conceito de flexibilidade no ambiente construído. Para realizar este levantamento optou-se pela realização de uma “mini-survey”, que possui características semelhantes a “survey”, porém em menor escala de detalhamento.

A “survey” é definida por Robson (1993) como uma estratégia de pesquisa que não está tão preocupada com informações práticas dos instrumentos a serem utilizados, tais como questionários compostos totalmente ou em grande parte por perguntas fixas, mas sim com coleta de dados que permitam elevados padrões de respostas. Ainda de acordo com Robson (1993) a “survey” possui características fundamentais à seleção de uma amostra, tornando-se, portanto, adequada aos anseios desta pesquisa pela possibilidade de avaliar as características do objeto estudado.

Ainda sobre esta conceituação, Flynn et al. (1990) afirma que a “survey” pode ser aplicada a um grupo relacionado com ao menos uma característica do objeto da pesquisa, como por exemplo: uma indústria ou o uso de uma tecnologia comum.

Entretanto, na presente pesquisa, a “mini-survey”, em que não é possível uma geração estatística de observação, foi realizada no mercado da construção civil, aplicadas aos fornecedores de materiais e tecnologias que afirmam oferecer flexibilidade em projetos de edificações, em forma de consulta aos produtos e tecnologias oferecidos pelas empresas. Finalmente, esta etapa teve como objetivo o fornecimento de informações que auxiliaram no desenvolvimento e na obtenção dos objetivos do presente trabalho.

3.4 Estratégia de Desenvolvimento da Pesquisa

A estratégia desta pesquisa foi dividida em três fases, e teve como objetivo apresentar uma proposição inicial de critérios para o estabelecimento de soluções projetuais e tecnológicas a fim serem utilizadas na elaboração de projetos de edificações de ensino com princípios de flexibilidade. As etapas foram: revisão bibliográfica, “mini-survey” e Estudo de Caso, conforme ilustra a Figura 3.1 adiante.

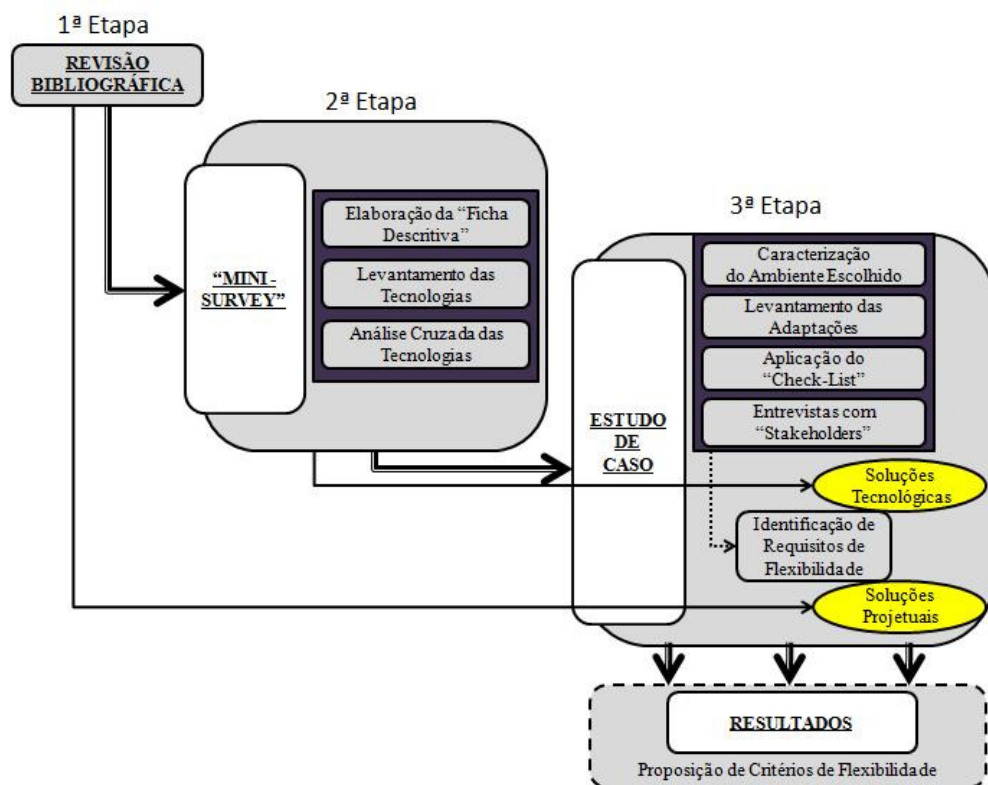


Figura 3.1 – Estratégia do Desenvolvimento da Pesquisa

A primeira etapa do trabalho consistiu na busca de fontes bibliográficas, através de uma investigação preliminar, as informações recorrentes de flexibilidade ao uso e *upgradability* em edificações, com a finalidade de encontrar soluções projetuais genéricas aplicáveis em projetos de edificações, objetivando subsidiar o desenvolvimento do Estudo de Caso. Conforme Gil (2002, p. 45), “a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”.

Yin (2005) corrobora as informações anteriores ao destacar que a elaboração da teoria preliminar deve ser realizada em fase anterior a qualquer coleta de dados. O embasamento teórico procedeu-se principalmente através da leitura teses, dissertações, além de artigos de periódicos científicos (tais como *Construction Management and Economics*) que se relacionavam com o tema principal da pesquisa.

A segunda etapa do trabalho consistiu na realização da “mini-survey”, quando foram buscadas fontes documentais de soluções tecnológicas voltadas para o aumento da flexibilidade na interface entre vedações e sistemas prediais (elétricos, rede/comunicação) disponibilizadas no mercado da construção civil. O objetivo desta fase foi elaborar uma base de dados mínima de soluções tecnológicas voltadas para o aumento da flexibilidade em edificações.

Para a realização da “mini-survey” utilizou-se um roteiro de caracterização da tecnologia (Apêndice 1) , aplicando o mesmo às tecnologias disponíveis em redes de materiais de construção localizadas em Curitiba e Região Metropolitana, através da consulta e entrevistas aos representantes, fornecedores e representantes, nos sites e documentos de apresentação dos produtos como *folders* e catálogos, especificações técnicas, etc.

A última etapa destinou-se a realização de Estudo de Caso, quando foi analisado um projeto real, o que envolveu a caracterização do projeto através da consulta aos projetos e memoriais descritivos da edificação pré-determinada para a realização dos estudos, levantamento visual e descritivo de soluções de adaptação implementadas à mesma. Estes procedimentos foram realizados por meio da presença deste pesquisador aos ambientes construídos e análise do local, aplicação de “*Check-List* para Avaliação de Flexibilidade” com itens relacionados aos sistemas prediais e princípios de flexibilidade admitidos a esta pesquisa. Este estudo de caso também envolve a realização de entrevistas junto aos usuários e funcionários de manutenção (Apêndice 2).

A análise destes dados procurou identificar quais os requisitos de flexibilidade principais no estudo de caso. Subsequentemente, foram determinadas, no elenco de tecnologias levantadas na “mini-survey”, as soluções que permitem viabilizar o atendimento dos requisitos identificados. Com esta análise o objetivo foi estabelecer critérios para seleção tecnológica com foco na flexibilidade de projetos de edificações voltadas ao ensino.

Esta análise buscou a corroboração e, eventualmente, a ampliação e refinamento dos princípios de flexibilidade apontados na revisão bibliográfica. Como resultado final, a análise procurou estabelecer parâmetros para a integração da flexibilidade, sob os princípios de independência e *upgradability*.

3.5 Protocolo de Coleta de Dados

3.5.1 “Mini-Survey”

3.5.1.1 Critério para Seleção de Tecnologias

O objeto da coleta de dados desta “mini-survey” foram as informações sobre os componentes e subsistemas disponíveis no mercado da construção civil em Curitiba e Região

Metropolitana. Este aspecto geográfico constitui um dos primeiros critérios desta etapa da pesquisa. Além disto, os componentes e subsistemas observados se limitaram àqueles pertinentes a instalações prediais (elétricas, rede/comunicação) e sistemas de vedação.

Para a seleção dos produtos e tecnologias pertinentes ao tema estudado nesta pesquisa foram adotados critérios associados aos princípios de flexibilidade definidos no Capítulo 2 desta dissertação. Os critérios adotados foram os seguintes:

- Permite independência em relação a outros sistemas da edificação;
- Permite baixa complexidade na execução das adaptações;
- Permite diminuição na necessidade por mão-de-obra especializada;
- Proporciona ambientes com múltiplas funcionalidades;
- Facilita a inclusão de novos equipamentos/instalações ou *upgrade* dos existentes.

3.5.1.2 Coleta e Validação Interna dos Dados

O protocolo prevê inicialmente a caracterização da tecnologia em uma Ficha Descritiva (Apêndice 1). A estrutura desta Ficha Descritiva encaminhada ao corpo técnico de arquitetos e engenheiros apresenta o seguinte formato: Apresentação; Definições; Critério de seleção das tecnologias e Comentários (contendo espaços para Análises e Opiniões).

O conteúdo da Ficha Descritiva é validado junto ao corpo técnico do departamento de construção de obras da instituição pública a qual se realizou o estudo de caso da pesquisa. Esta validação procura examinar se haverá necessidade de reconstrução, substituição, exclusão ou inclusão de informações constantes no documento.

A primeira versão desta ficha foi entregue a, pelo menos, três funcionários envolvidos diretamente com elaboração de projetos e documentos de obras de edificações. Com isto o protocolo de coleta de dados almeja viabilizar a triangulação de dados e o

aumento da validade interna da análise. O critério de seleção destes colaboradores é a rotina e tarefas realizadas no âmbito de suas funções, que deverá ser relacionada à temática desta dissertação, ou seja, elaboração documentos como caderno de encargos, memoriais e projetos de edificações de ensino.

As anotações dos participantes são analisadas e integradas na Ficha Descritiva. As eventuais discordâncias destes funcionários com o conteúdo e estrutura do relatório devem ser debatidas com o pesquisador e, na hipótese de pertinência das mesmas, serem integradas ao relatório final desta etapa. A Ficha Descritiva revisada retorna ao final deste processo aos participantes para confirmação final.

Concomitante à análise do conteúdo da Ficha Descritiva de cada tecnologia o pesquisador procurará identificar os critérios para implementação de soluções que proporcionem a flexibilidade ao ambiente analisado no estudo de caso. O ponto de partida desta pré-análise é a própria estrutura teórica do capítulo 2. Esta análise também buscou as limitações ou, alternativamente, o nível de densidade de soluções de mercado.

As tecnologias levantadas nesta etapa serão sintetizadas num quadro do capítulo de Resultados e Análises desta dissertação. Porém as informações detalhadas de cada tecnologia, tais como: vantagens e desvantagens, processos construtivos e composições, foram armazenadas num banco de dados do pesquisador, ficando disponíveis para possíveis consultas e esclarecimentos com o mesmo.

3.5.2 Estudo de Caso

3.5.2.1 Critério para Seleção do Estudo de Caso

Segundo Ornstein (1992), para a escolha das edificações para estudo de caso recomenda-se atenção a critérios como representatividade em relação a um conjunto edificado

e relevância em relação aos objetivos e justificativas do trabalho proposto. Como na presente dissertação é relevante a escolha de uma edificação que já tenha sofrido adaptações e intervenções ao longo do ciclo de vida estabeleceu-se como critério que a edificação a ser analisada deveria ter mais do que dez anos de vida.

Com esta idade haveria maior probabilidade de identificação das repercussões das mudanças de requisitos do usuário e o ambiente construído. A hipótese de trabalho é que com tal período já tenha ocorrido mudanças didáticas, tecnológicas ou de comportamento na sala de aula, a ponto de demandar alterações no ambiente construído.

Outro critério central diz respeito à função da edificação. Esta deve necessariamente ser voltada ao ensino, tendo em vista que o foco da presente pesquisa é o ambiente da sala de aula. Tal critério pressupõe possibilidade de obtenção de total acesso aos projetos relacionados com o objetivo de pesquisa da dissertação: arquitetônicos, estruturais e de sistemas prediais. Outro critério é a facilidade de comunicação com os usuários (funcionários, docentes, alunos, etc.).

3.5.2.2 Caracterização da Sala de Aula Objeto da Análise

Esta etapa envolve inicialmente a descrição da edificação que contém a sala de aula a ser analisada, apresentando dados como idade de implantação, eventuais mudanças de função do ambiente construído, entre outros aspectos, que visam à caracterização de variáveis apontadas na revisão bibliográfica como determinantes na mudança de requisitos do ambiente construído (Apêndice 2).

A seguir procede-se com a descrição da sala de aula sob a ótica de *layout*, o perfil do uso atual e passado, tecnologias de construção utilizadas, manutenções realizadas. Esta etapa

envolve, ainda, a obtenção de documentos chave como projetos arquitetônicos e estruturais, de sistemas prediais, além dos memoriais descritivos e planilhas de quantitativos.

3.5.2.3 Levantamento de Adaptações Realizadas na Sala de Aula e Ambientes Relacionados

Nesta fase ocorre o registro fotográfico de intervenções realizadas no ambiente construído. De acordo com Ornstein (1992) esta técnica de reunir dados para a pesquisa preconiza aspectos estéticos e de percepção visual dos usuários e profissionais da área. O foco dos registros fotográficos concentrou-se, principalmente, na observação de alterações significativas nos sistemas de vedação e prediais (elétrico, rede/comunicação) dos ambientes analisados. As imagens coletadas nesta etapa serviram também de apoio à aplicação do questionário descrito na seção seguinte. O critério para a observação e levantamento das adaptações do ambiente reporta-se, de modo geral, aos princípios de flexibilidade, ou seja, independência e *upgradability*, tratados no capítulo 2.

3.5.2.4 Aplicação do “*Check-List* para Avaliação de Flexibilidade”

A aplicação do *Check-List* (Quadro 3.1) procura identificar e avaliar os principais aspectos existentes na edificação relacionados diretamente com os conceitos de flexibilidade comentados no Capítulo 2 dos ambientes objetos deste estudo. A finalidade da obtenção destes dados é avaliar o ambiente analisado, em função das soluções de flexibilidade levantadas, que foram adotadas àquele local escolhido como objeto de pesquisa.

QUADRO 3.1 - Check-List para Avaliação da Flexibilidade

1 Aspectos de Flexibilidade nos Sistemas de Vedação	Atende			NSA
	Sim	Parcialmente	Não	
<u>1.1</u> Sistema estrutural com grandes vãos que permitam alterações sem afetar a integridade estrutural;				
<u>1.2</u> Sistema de Vedação Interna Leve, independente da estrutura;				
<u>1.3</u> Espaços Coordenados Modularmente;				
<u>1.4</u> Espaços multifuncionais, repartições desmontáveis e reutilizáveis;				
<u>1.5</u> Espaços internos e “pé-direito” elevado, permitindo instalação de forro e facilidade em adaptações de instalações;				
2 Aspectos de Flexibilidade nos Sistemas Prediais: Elétrico, Rede/Comunicação	Atende			NSA
	Sim	Parcialmente	Não	
<u>2.1</u> Demanda energética com “sobra” (dimensionamento de eletrodutos, condutores, etc.) permitindo entrada de novos equipamentos;				
<u>2.2</u> Sistemas elétricos aparentes por meios de canaletas, facilitando a manutenção e adaptações ao uso;				
<u>2.3</u> Quadros elétricos com possibilidade (espacial e energética) para inclusão de novos circuitos;				
<u>2.4</u> “Rack” e/ou fibra óptica para os sistemas de rede e comunicação;				
<u>2.5</u> Instalações elétricas, rede e comunicação desvinculadas da obra bruta, não embutidas;				
<u>2.6</u> Existência de “ <i>shafts</i> ” para tubulações				

NSA* - NÃO SE APLICA

3.5.2.5 Aplicação de Questionário junto aos Envolvidos com o Uso acerca das Demandas de Flexibilidade

O propósito desta etapa é identificar as demandas de flexibilidade em uma sala de aula do edifício selecionado e, também, as repercussões da eventual falta de flexibilidade. Esta etapa prevê a aplicação de questionários (Apêndice 2) junto aos usuários: docentes, responsáveis pela manutenção e alunos das edificações analisadas, que tenham relação direta com a sala de aula estudada.

3.5.2.6 Análise Cruzada: Características do Projeto e Tecnologias x Requisitos dos Usuários

Esta fase envolve inicialmente a análise do projeto à luz dos princípios da flexibilidade apontados no Capítulo 2, consubstanciado no *Check-List* constante no Quadro 3.1. Nesta análise procura-se determinar o nível da intervenção em relação à classificação, proposta no Capítulo 2 (seção 2.7). Os níveis mencionados estão referenciados ao grau de necessidade de mão de obra especializada em relação ao grau de interferência ao uso do espaço construído causado pelas adaptações.

Subsequentemente, o protocolo de pesquisa prevê a análise dos requisitos dos envolvidos com o uso da sala de aula no que tange a flexibilidade. Esta análise é de caráter qualitativo, tendo sido elaborado infográficos para representar o perfil das respostas.

Finalmente, a análise busca confrontar a perfil do projeto em relação à flexibilidade obtido a partir da aplicação do *Check-List* (Quadro 3.1) com os requisitos e demandas apontados pelos usuários. Esta etapa final da análise do estudo de caso busca identificar oportunidades de maior flexibilização, zonas de maior demanda de flexibilidade, etc.

3.6 Análise: Mini-survey x Estudo de caso

Nesta etapa o pesquisador buscou analisar a aplicabilidade das soluções tecnológicas para a flexibilização do ambiente construído e os resultados do diagnóstico realizado no estudo de caso. Buscou-se identificar, fundamentalmente, quais seriam as combinações/opções de tecnologias que permitiriam maior flexibilidade neste caso específico. Buscou-se também, rever os critérios para efetuar tal seleção, que é o objetivo principal desta pesquisa.

Esta etapa conclui o estudo de campo, apontando critérios que podem contribuir para que profissionais envolvidos com elaboração de projetos de edificações voltados ao ensino, possam conferir maior flexibilidade aos mesmos.

3.7 Validações Interna e Externa

O processo de validação interna, conforme detalha a Figura 3.2, caracterizou-se inicialmente pela coleta de opiniões e informações obtidas dos profissionais envolvidos com elaboração de projetos e documentos para a execução de uma edificação, em relação à estrutura e conteúdo da Ficha Descritiva.

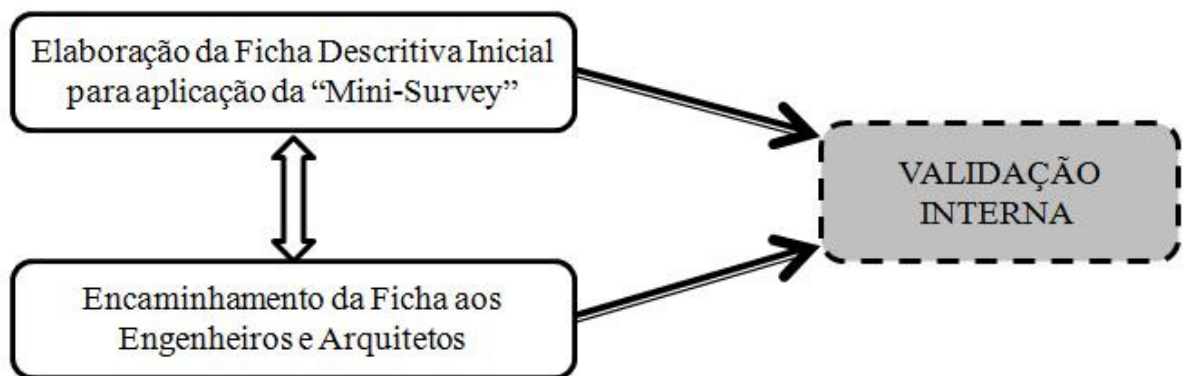


Figura 3.2 – Validação Interna

O processo de validação externa caracterizou-se pela combinação das informações obtidas na análise das edificações estudadas através do levantamento das adaptações, com os dados obtidos na pesquisa bibliográfica (soluções projetuais) e na “mini-survey” (soluções tecnológicas), conforme Figura 3.3 a seguir.

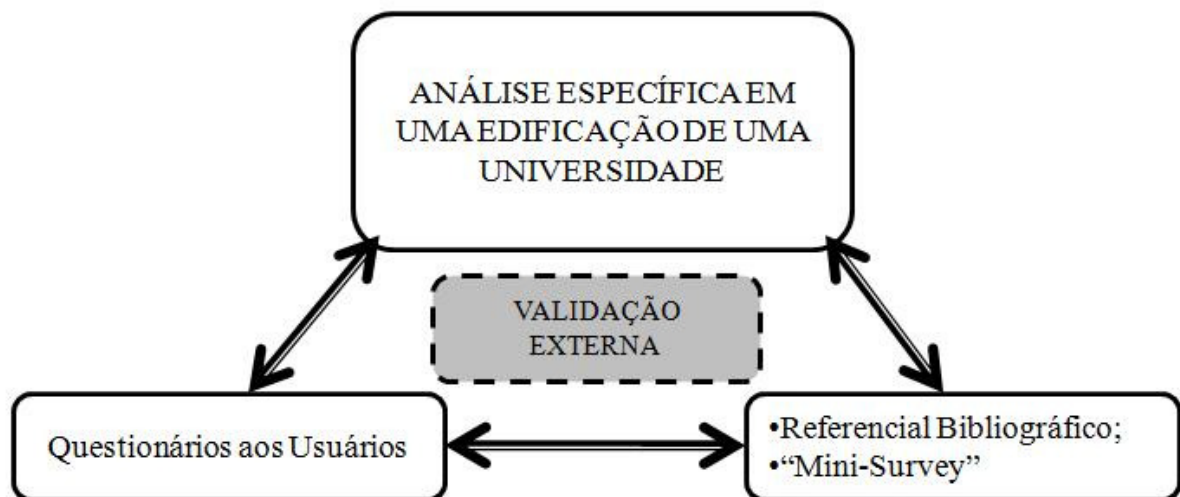


Figura 3.3 – Validação Externa

Portanto, a validação externa ocorreu através da triangulação dos conceitos verificados na análise específica da edificação objeto do estudo de caso, das informações relativas a soluções projetuais e tecnológicas conseguidas na pesquisa bibliográfica e na “mini-survey” e de outras informações também referentes à flexibilidade em edificações obtidas através da aplicação do questionário aos usuários.

Conforme explicita Gil (2002) o processo de validação do estudo é necessário para evitar aspectos subjetivos que prejudiquem a análise, especialmente de parte do avaliador. Isto pois, continua o mesmo autor, os resultados obtidos no estudo de caso são provenientes da divergência ou da convergência das observações obtidas de diferentes procedimentos, tais como aplicação de questionário, pesquisa de campo, “mini-survey” no mercado da construção civil, conforme utilizado nesta dissertação.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo é apresentada a edificação escolhida para a determinação dos objetivos centrais da pesquisa e as características principais da mesma em relação à temática da dissertação. Em seguida, são demonstrados os resultados e análises da aplicação do método de pesquisa.

Portanto, a divisão dos dados e resultados obtidos neste capítulo ocorrerá da seguinte forma:

- Processo de aplicação da “mini-survey” e obtenção do Quadro Síntese de Tecnologias;
- Processo de aplicação do Estudo de Caso, com a caracterização e análises da edificação, sistemas e ambientes estudados, sob os aspectos da flexibilidade.

4.1 Soluções Tecnológicas - “Mini-Survey”

4.1.1 “Mini-Survey”

Esta etapa da pesquisa concentrou-se em cinco de grandes lojas de materiais de construção de Curitiba e Região Metropolitana, ou seja, com variedade significativa de produtos, as quais foram visitadas e utilizadas como referência para esta dissertação. Enfim, nesta etapa da coleta de dados buscou-se analisar os principais produtos e tecnologias que atendiam os objetivos desta dissertação.

Para exemplificar a caracterização dos subsistemas/componentes em relação às suas propriedades de proporcionarem flexibilidade às edificações, e também, às principais vantagens e desvantagens em relação ao uso destes subsistemas, foram selecionadas duas tecnologias correlacionadas à aplicação em sistemas de vedação e prediais (elétricos,

rede/comunicação) conforme pode ser verificado em duas tecnologias exemplificadas (sistema de vedação e predial) no Apêndice 1.

Ainda na mesma Ficha Descritiva, avaliaram-se aspectos relacionados ao desempenho das tecnologias - segundo a ISO 6241, além dos processos e composições construtivas das tecnologias selecionadas aplicadas às edificações e ambientes. No Quadro 4.1 é apresentada uma síntese das tecnologias verificadas na “mini-survey”, em relação aos conceitos de flexibilidade.

QUADRO 4.1 - Síntese das Tecnologias em Relação à Flexibilidade e Desempenho

	Sistema Envolvido	Perfil de Flexibilidade, ou seja, permite...	As Adaptações são Realizadas...	Atende os Requisitos de Desempenho (ISO 6241)...
Tecnologia	1- Vedação; 2- Predial (elétrico, rede/comunicação)	1- Independência entre sistemas da edificação; 2- Mobilidade em adaptações; 3- Múltiplas funcionalidades; 4- Adaptabilidade Tecnológica	1- Pelo próprio usuário e não impede o uso da edificação; 2- Pelo próprio usuário, mas impede o uso da edificação; 3- Por profissional especializado e não impede o uso da edificação; 4- Por profissional especializado e impede o uso da edificação;	1- Desempenho Estrutural/Impactos 2- Segurança Contra Incêndio 3- Segurança no uso e operação 4- Estanqueidade 5- Conforto Térmico 6- Conforto Acústico 7- Conforto Lumínico 8- Saúde Higiene 9- Funcionalidade e acessibilidade 10- Conforto Tátil 11- Qualidade do ar 12- Durabilidade 13- Manutenibilidade 14- Adequação Ambiental
	Panel Wall Eternit	1 - 2 - 3 - 4	4	1-2-3-4 -5-6-7-8-9-10-11-12-13-14
	Gesso Acartonado - Dry Wall	1 - 2 - 3 - 4	4	1-2-3-4 -5-6-7-8-9-10-11-12-13-14
	Tijolo Cerâmico	-	4	1-2-3-4 -5-6-7-8-9-10-11-12-13-14
	Bloco Estrutural	-	4	1-2-3-4 -5-6-7-8-9-10-11-12-13-14
	Bloco em Concreto Celular - SICAL	1 - 3 - 4	4	1-2-3-4 -5-6-7-8-9-10-11-12-13-14
	Divisória Naval - EUCATEX	1 - 2 - 3 - 4	4	3-4-7-8-9-10-11-12-13-14
	Divisória em PVC	1 - 2 - 3 - 4	4	3-4 -7-8-9-10-11-12-13
	Divisórias Removíveis /Deslizantes	1 - 2 - 3 - 4	1	2-3-4 -5-6-7-8-9-10-11-12-13
	Canaletas Sistema X	1 - 2 - 3 - 4	3	2-3-4 -8-9-10-11-12-13-14
	Eletrodutos Aparentes em PVC	1 - 2 - 3 - 4	3	1-2-3-4 -5-6-7-8-9-10-12-13-14
	Sistema PEX - Elétrico	2 - 3 - 4	3	1-3-4 -8-9-10-12-13-14
	Canaletas e Perfilados Metálicos	1 - 2 - 3 - 4	3	1-2-3-4 -8-9-10-12-13-14
	Quadro SISTEMA VDI	1 - 2 - 3 - 4	3	1-2-3-8-9-10-12-13-14
Pisos Elevado em Chapa de Aço	1 - 2 - 3 - 4	4	1-2-3-4 -8-9-10-12-13-14	
Trilho Eletrotrifido para Iluminação	1 - 2 - 3 - 4	4	1-2-3-4 -5-6-7-8-9-10-11-12-13-14	
Roteador Wireless	1 - 2 - 3 - 4	1	1-2-3-4 -7-8-9-10-12-13-14	
Eletrofitas	1 - 2 - 3 - 4	1	2-3-4 -9-10-12-13-14	

O Quadro 4.2 apresenta, também de forma sintética, as principais características as quais definem cada componente/subsistema.

QUADRO 4.2 – Síntese dos Processos e Composições das Tecnologias

Tecnologia	Características Principais
Painel Wall Eternit	Composto por placas cimentícias contra-placado e estruturado por lâminas de madeira
Gesso Acartonado - Dry Wall	Composto por placas de gesso acartonado estruturado através de perfis de aço galvanizado
Tijolo Cerâmico	Tijolos produzidos por argila e outros componentes, assentados com argamassa
Bloco Estrutural	Tijolos produzidos através de concreto comum, assentados com argamassa
Bloco em Concreto Celular – SICAL	Blocos produzidos em concreto celular, assentados com argamassa especial para concreto celular
Divisória Naval - EUCATEX	Composto por chapas de fibras de eucalipto prensadas, com acabamento em resina melanínica, fixadas através de perfis metálicos
Divisória em PVC	Composto por chapa dura em PVC, fixadas através de perfis metálicos
Divisórias Removíveis/ Deslizantes	Composto por chapas “cegas”, “meio-cegas” e/ou “meio-vidro” fixadas através de perfis metálicos com rolamento
Canaletas Sistema X	Composto em PVC branco ou preto comum, fixados por cola, fita, prego ou parafuso
Eletrodutos Aparentes em PVC	Composto em PVC preto ou cinza, aprisionados a parede por meio de braçadeiras e parafusos
Sistema PEX - Elétrico	Composto por tubos de polietileno reticulado – flexíveis, instalados internamente aos montantes do Dry-Wall por meio de braçadeiras e parafusos
Canaletas e Perfílados Metálicos	Composto por canaletas em perfil de aço galvanizado aprisionados por meio de suportes
Quadro SISTEMA VDI	Fabricado em PVC branco anti-chamas e isolante, fixado por meio de parafusos e buchas
Pisos Elevado em Chapa de Aço	Constituídos com chapas ligadas entre si, suportados por uma estrutura composta por alumínio fundido ou aço estampado
Trilho Eletrificado para Iluminação	Constituídos em perfil de alumínio que permitem a movimentação das luminárias, fixados por parafusos
Roteador Wireless	Equipamento de informática que permite o acesso a rede e internet sem o uso de fios
Eletrofítas	Condutores elétricos em forma de fitas auto-adesivas

Finalmente, as soluções tecnológicas pesquisadas nesta etapa da dissertação, concomitantemente às soluções projetuais da fase anterior, servem como soluções para a elaboração de projetos com um conjunto de opções que trazem características de flexibilidade às edificações, conforme será detalhado na fase final deste trabalho.

4.2 Estudo de Caso

4.2.1 Contextualização da Universidade Federal do Paraná – UFPR

De acordo com Brasil (2010), a mais antiga universidade do Brasil é a UFPR e a história desta instituição iniciou-se no dia 19 de dezembro de 1912, quando o Doutor Vitor Ferreira do Amaral e Silva, que foi o primeiro reitor, liderou a criação efetiva da universidade. A fundação estava muito ligada ao contexto histórico do Estado do Paraná, pois foi instituída prioritariamente em decorrência da necessidade de uma massa crítica para a defesa dos interesses estaduais (BRASIL, 2010).

A Universidade do Paraná, sua denominação inicial, começou a funcionar como instituição particular e no ano de 1913 deu-se início aos serviços de construção do Prédio Central na Praça Santos Andrade (BRASIL, 2010). Segundo o mesmo portal de informações, no início da década de 50 a Universidade do Paraná se federalizou e se tornou uma instituição pública e gratuita, tornando-se neste ano a Universidade Federal do Paraná – UFPR, conforme denominada também no período de realização desta pesquisa. A expansão da UFPR ocorreu após este processo e se iniciou e se consolidou com a construção do Hospital de Clínicas em 1953, com o complexo da Reitoria em 1958 e com o Centro Politécnico em 1961 (BRASIL, 2010).

Em relação à transformação do espaço físico total da UFPR, o Gráfico 4.1 a seguir demonstra como ocorreu a evolução deste espaço (sem considerar as edificações hospitalares) da universidade, desde o ano de 1997 até o ano de 2009.

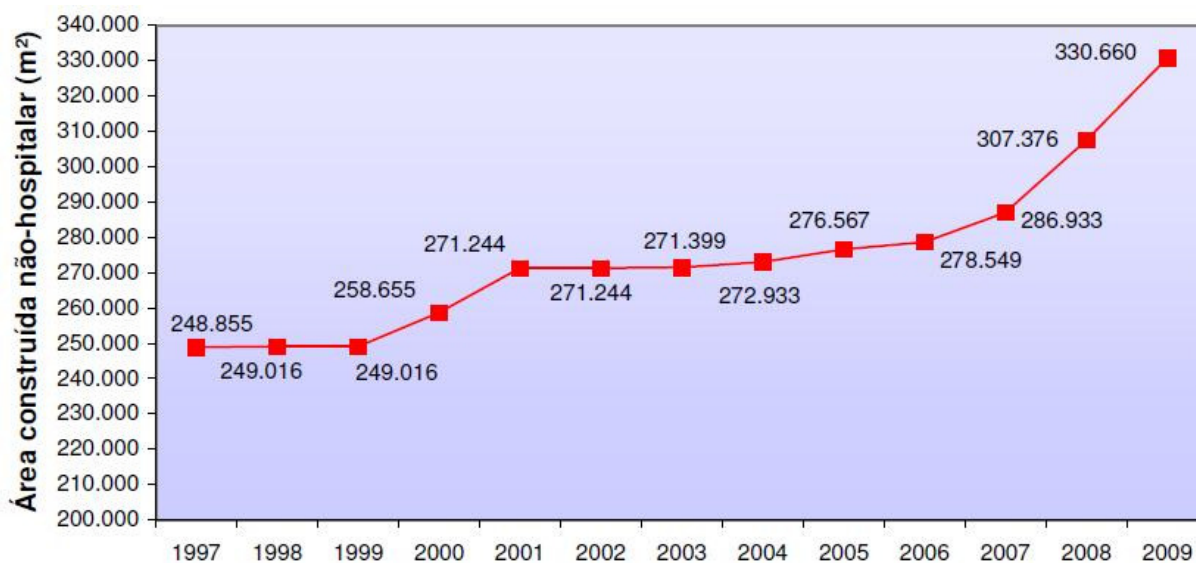


Gráfico 4.1 – Evolução do Espaço Físico da UFPR – 1997 - 2009

Fonte: PRA 2009

Nota-se a partir do Gráfico 4.1, que a evolução da área total ocorreu de uma forma acentuada, principalmente nos três anos antecedendo a presente dissertação, evidenciando a tendência da demanda de novos projetos e edificações. Em se tratando de gastos públicos na UFPR, de acordo com o Portal da Transparência – CGU (BRASIL, 2010) foram gastos R\$ 15.235.800,62 em 2009 para obras de engenharia em geral na universidade, dentre elas: obras novas e reformas. Um dos propósitos colaterais da presente dissertação é o destinação correto destes recursos, através de soluções projetuais e tecnológicas adequadas aos conceitos de flexibilidade em edificações.

4.2.2 Caracterização do Edifício Dom Pedro I

Em vista das indagações da contextualização anterior, o edifício Dom Pedro I, constituído no Campus I – Centro – da UFPR, foi escolhido para a aplicação do método de pesquisa escolhido para este trabalho. De acordo com a PROPLAN (2010), o edifício mencionado foi inaugurado em agosto de 1958, permitindo, portanto, verificar adaptações e

atualizações dos sistemas construtivos das instalações realizadas devido às mudanças de necessidades dos usuários, ocorridas ao longo do ciclo de vida, que são as características principais relacionadas ao tema desta dissertação.

Da área exclusiva do prédio Dom Pedro I, localizado no Campus I, segundo os dados da PROPLAN (2010), registra-se que há diversos tipos de instalações dentro da mesma edificação. São setores administrativos, didáticos da área de Ciências Humanas, Letras & Artes, Setores de Educação, laboratórios, bibliotecas, lanchonete, entre outros, que, são integrados numa mesma edificação.

A Figura 4.1 representa o complexo da Reitoria da UFPR, que compreende uma parcela elevada da área total do Campus I, e principalmente, do prédio Dom Pedro I.

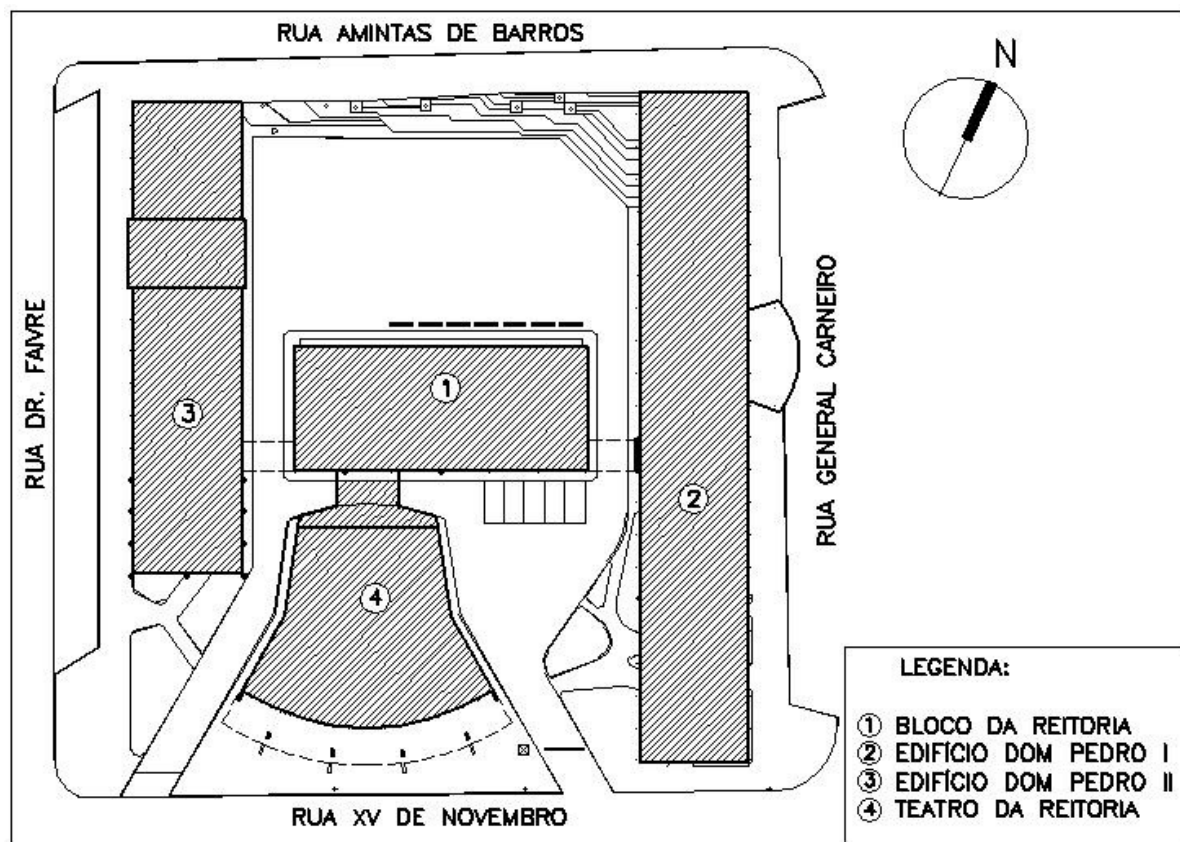


Figura 4.1 – Implantação do Complexo da Reitoria (Campus I – Centro)

Fonte: PRA 2009

Os ambientes definidos para o estudo de caso foram as salas de aula do oitavo pavimento do edifício Dom Pedro I, conforme será visto adiante, devido às características dos ambientes que são correlacionadas com os ambientes determinados para o Estudo de Caso desta dissertação.

4.2.3 Caracterização da Sala de Aula Objeto da Análise

A investigação preliminar iniciou-se com uma visita ao departamento de obras da UFPR, denominada como Prefeitura da Cidade Universitária para levantamento de dados referentes à edificação escolhida, ou seja, a sala de aula do oitavo pavimento do prédio Dom Pedro I. Foram coletados os projetos arquitetônicos e de sistemas prediais: elétricos, rede/comunicação, e memoriais descritivos a fim de possibilitar a análise no local.

Esta sala foi escolhida por ter apresentado características de adaptações ao longo de seu ciclo de vida, envolvidas diretamente com o contexto estudado nesta dissertação. Ou seja, alterações de caráter físico/espacial/função no ambiente e dos sistemas prediais em função da entrada de equipamentos e novas tecnologias. A Figura 4.2 representa a localização da sala de aula escolhida em relação à planta geral do oitavo pavimento do edifício Dom Pedro I.

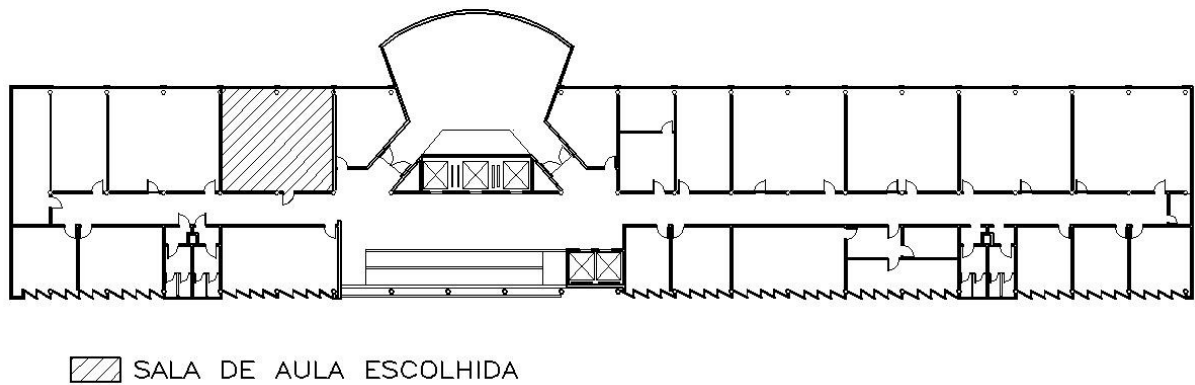


Figura 4.2 – Planta do oitavo pavimento do edifício Dom Pedro I, com destaque para a sala de aula escolhida para análise e detalhamento

Fonte: PRA 2009

Percebe-se que a sala de aula analisada integra-se a planta do oitavo pavimento do prédio Dom Pedro I, de forma que para caracterizar os aspectos de flexibilidade geral de seus sistemas de vedação e prediais é necessária a análise não só apenas o espaço físico da sala de aula escolhida, mas sim no pavimento do edifício como um todo, conforme será detalhado adiante.

4.2.4 Levantamento das Adaptações Realizadas

4.2.4.1 Sala de Aula

Verificou-se na visita à sala de aula escolhida que esta foi projetada inicialmente como uma sala de aula convencional, conforme pode ser verificado na Figura 4.3 adiante. Depreende-se da mesma figura a disposição de *layout* e como se distribuía as instalações dos sistemas prediais elétricos da respectiva sala, de acordo com seu projeto original, conforme abaixo disposto.

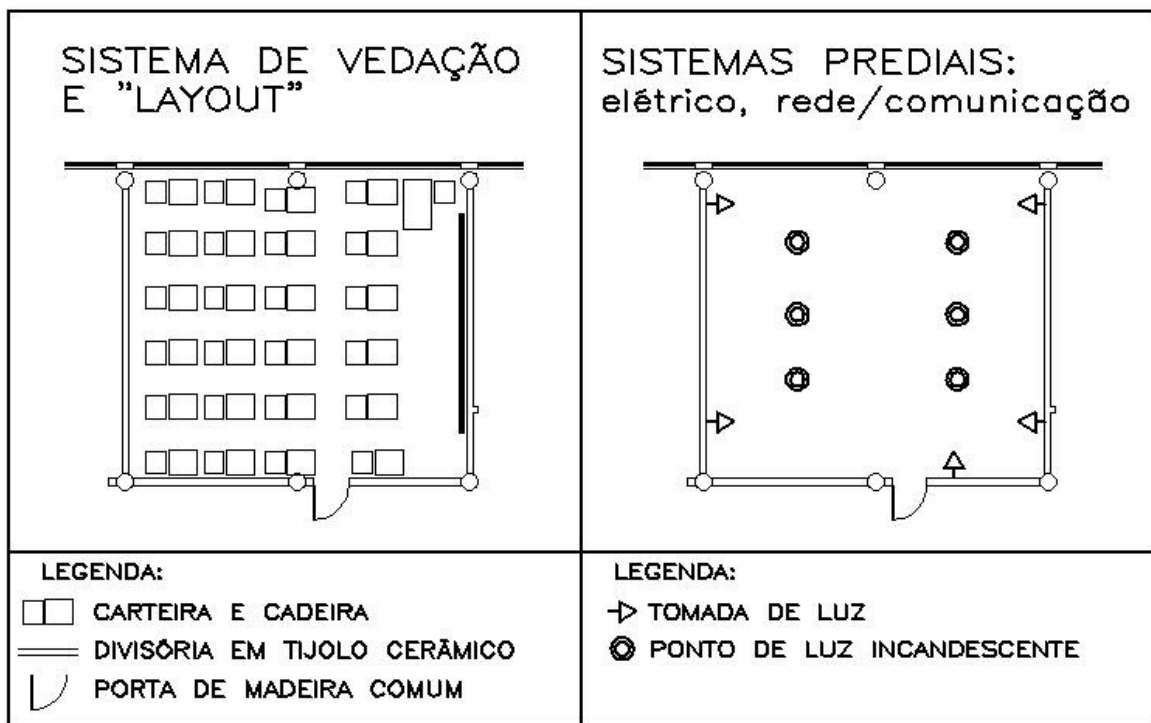


Figura 4.3 – Projeto original da sala de aula para o ano de 1958

Fonte: PRA 2009

Sobre os aspectos de flexibilidade nos sistemas de vedação e prediais do projeto original da sala de aula da Figura 4.3, verifica-se que os princípios de flexibilidade não foram integralmente atendidos. Ou seja, percebe-se que não há independência entre sistemas da edificação, ao considerar divisórias em tijolo convencional em que não se tem facilidade de remoção. Verifica-se também a exclusão dos aspectos de *upgradability*, pois a respeito dos sistemas prediais, nota-se não foram previstas soluções de rede/comunicação.

Já a Figura 4.4 abaixo representa a disposição dos equipamentos e mobiliários efetivos no ambiente, ou seja, após verificação e análise do ambiente feita “in loco” por este pesquisador. Verificou-se que devido às necessidades do usuário, o ambiente foi adaptado para possibilitar a entrada de novos equipamentos: computadores, *laptops* e projetor de imagens.

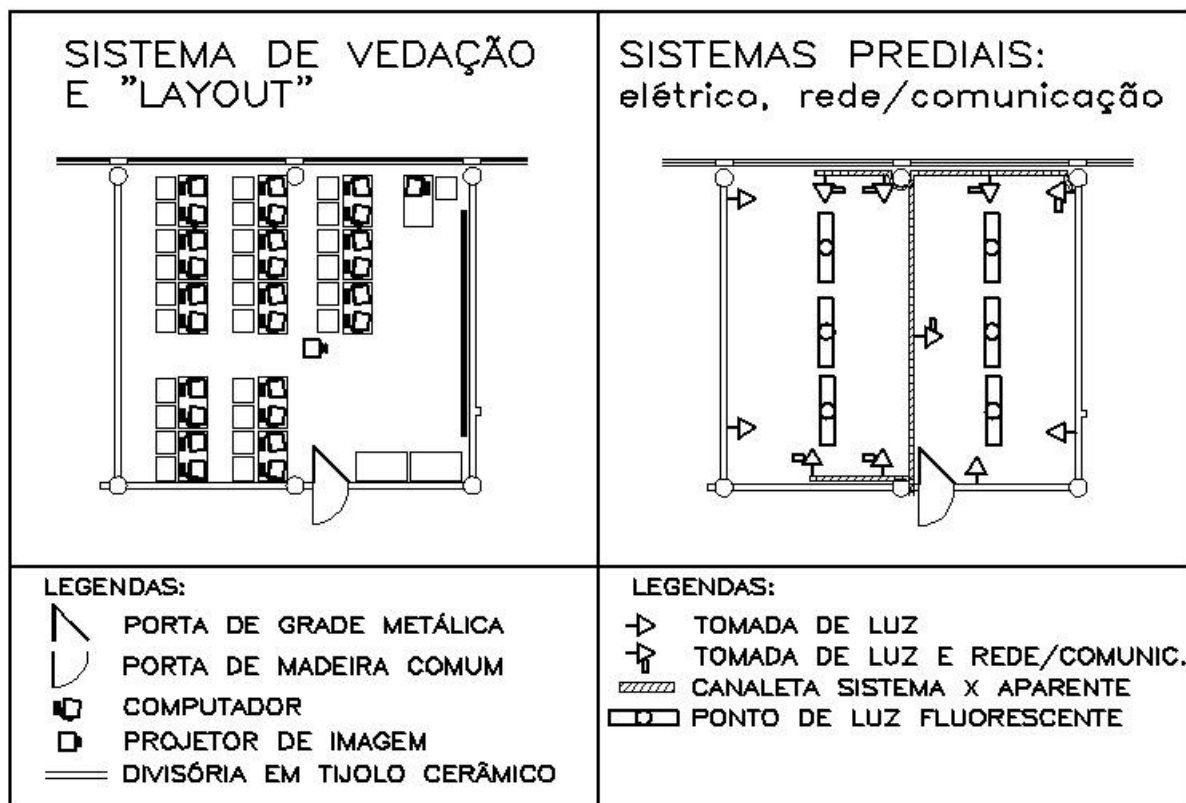


Figura 4.4 – Disposição efetiva da sala de aula

Em virtude da entrada de novos equipamentos no ambiente verificado na figura anterior, foram necessárias adaptações nos sistemas prediais da sala de aula analisada. Portanto, conforme pode ser visualizado na mesma figura, foram modificados os sistemas prediais elétricos da sala, utilizando-se de soluções tecnológicas como canaletas de SISTEMA X aparentes, compostos por PVC branco, possuindo em seu interior compartimentações para a passagem das instalações elétricas e rede/comunicação.

Verificaram-se ainda na sala de aula analisada alterações relacionadas ao sistema de iluminação, em que no projeto da sala de aula original percebiam-se pontos de iluminação em lâmpada incandescente, característica para a época em que foram elaborados os respectivos projetos de iluminação, na década de 1950. Porém, na vistoria, percebeu-se o uso de lâmpadas fluorescentes, conforme habitualmente utilizado para a época de realização desta pesquisa, ou seja, para o ano de 2011.

Com o intuito de ilustrar os entendimentos anteriores, ainda nesta seção são apresentadas imagens que mostram as adaptações realizadas na sala de aula analisada, também sob o aspecto de modificações no *layout* e mobiliários, de inclusão de novos equipamentos e de sistemas prediais.

Na Figura 4.5 a seguir é possível verificar a inclusão da porta em grade metálica que tem como finalidade principal fornecer segurança a sala de aula. Foi necessária a instalação deste sistema de segurança devido à inclusão dos computadores no ambiente público analisado, em decorrência da possibilidade da ocorrência de furtos e vandalismos que acontecem com muita frequência nas instalações da Universidade. Porém, entende-se que, pela forma como foi instalada a porta metálica, não se havia previsto à porta do projeto original uma solução integrada que permitisse um sistema de segurança a ser instalado no futuro.



Figura 4.5 – Instalação da porta em grade metálica

Na Figura 4.6 adiante é possível verificar a inclusão do projetor de imagem para a apresentação de aulas e seminários pelos usuários da sala de aula. Nota-se que este equipamento exigiu adaptações nos sistemas prediais e rede/comunicação, que foram feitos através da passagem dos cabos pela canaleta do SISTEMA X aparente.

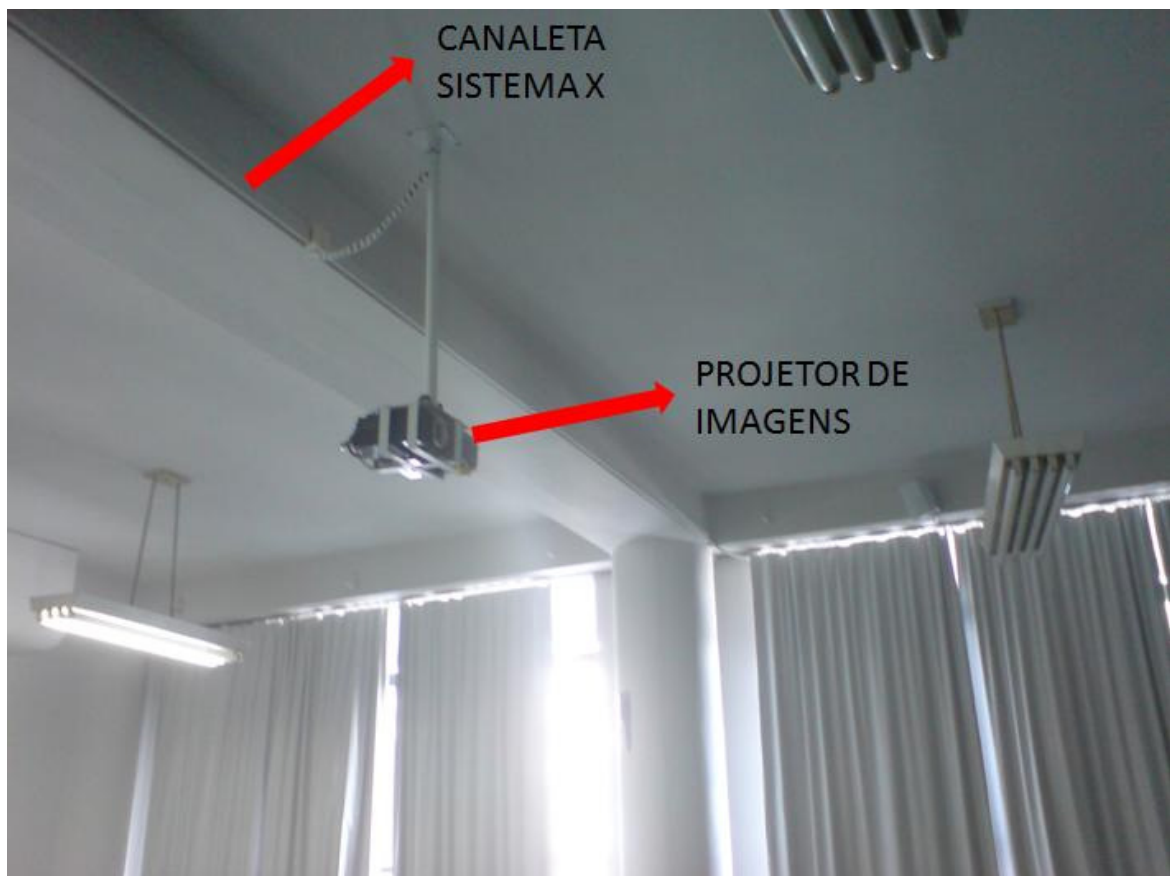


Figura 4.6 – Instalação do projetor de imagens

Na Figura 4.7 a seguir podem ser verificadas as modificações no *layout* do ambiente e a inclusão de equipamentos de informática. Para estas adaptações foram necessárias soluções gerais de flexibilidade devido às alterações da demanda energética, que foi obtida por meio de passagem do cabeamento de elétrica e rede/comunicação através das canaletas de SISTEMA X aparentes.



Figura 4.7 – Modificação “*layout*” e inclusão de novos equipamentos

Verificou-se ainda que outras adaptações e processos construtivos foram feitos ao longo do ciclo de vida que também se relacionavam aos sistemas de vedação e prediais da edificação, tais como:

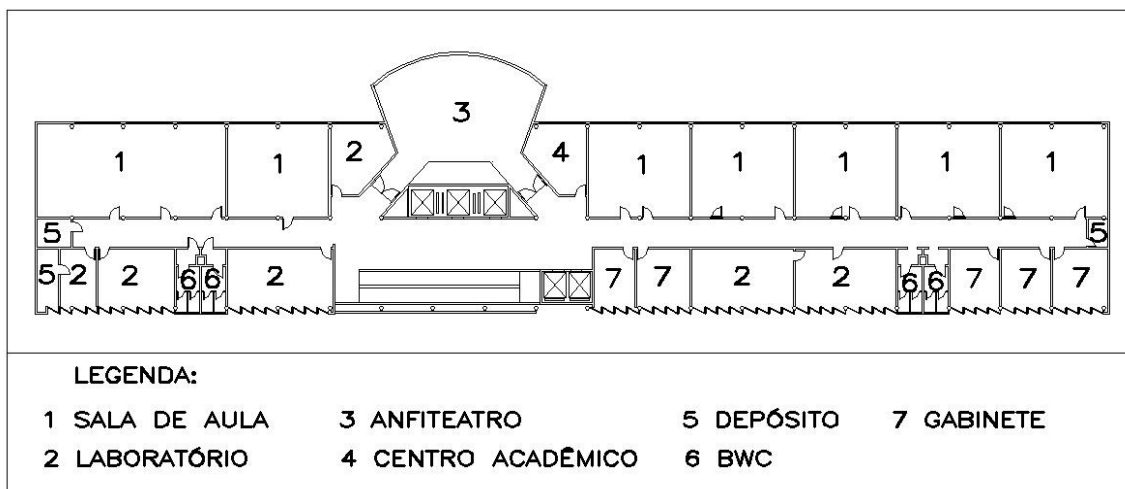
- Troca de cortinas convencionais por cortinas tipo blecaute;
- Pintura da sala;
- Troca de quadro negro por quadro branco;
- Fixação de quadro para colocação de editais e boletins informativos da UFPR.

Finaliza-se esta seção através da percepção que adaptações tanto de *layout* e dos sistemas prediais ocorreram ao longo do ciclo de vida do ambiente analisado, o que permitiu a coleta de dados importantes para o prosseguimento deste estudo. No tópico a seguir, serão

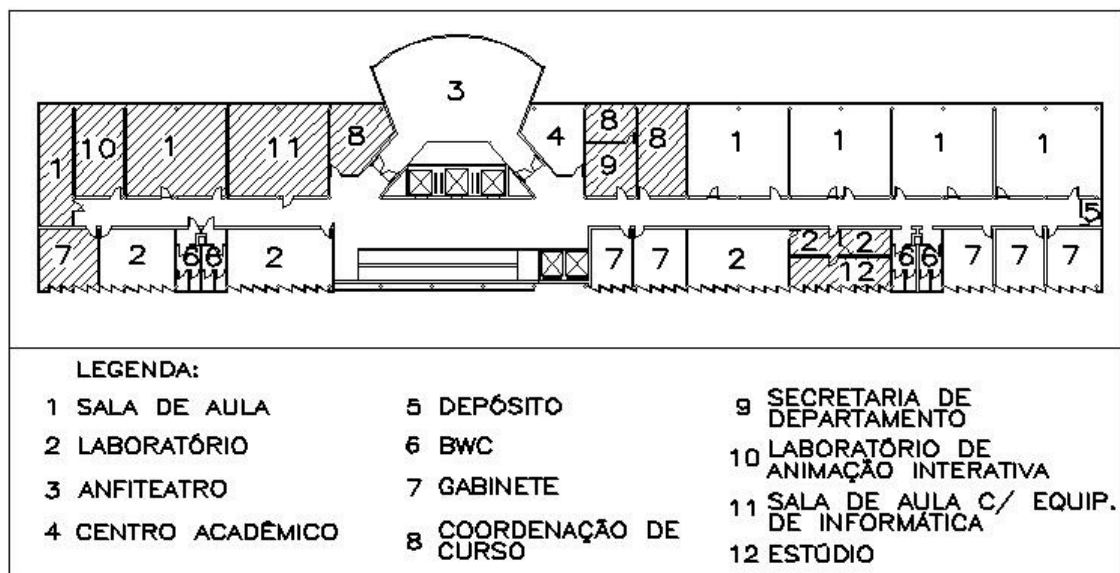
demonstradas as percepções dos usuários do mesmo ambiente em relação aos princípios de flexibilidade de edificações delimitados a esta pesquisa.

4.2.4.2 Oitavo Pavimento

A Figura 4.8 a seguir demonstra os projetos da planta original em comprovação com a disposição real e intervenções ocorreram em virtude das mudanças de necessidades dos usuários da edificação.



a) Planta do Projeto Original do Oitavo Pavimento



▨ AMBIENTES QUE FORAM MODIFICADOS EM FUNÇÃO/ESPAÇO/EQUIPAMENTO

b) Planta com as Disposições Atuais do Oitavo Pavimento

Figura 4.8 – Plantas do Oitavo Pavimento do Edifício Dom Pedro I
Fonte: PRA (2009)

Percebe-se a partir da Figura 4.8 que adaptações, ao longo do ciclo de vida, ocorreram na maioria dos ambientes do oitavo pavimento. As alterações ocorridas neles estão relacionadas à função/espço/equipamento e se deram principalmente por meio de intervenções no *layout* e nos sistemas prediais de elétrica, rede/comunicação, corroborando os objetivos centrais da pesquisa.

Quanto às soluções de flexibilidade apresentadas, é possível verificar através da vistoria ao ambiente do oitavo pavimento a solução de “Pé-Direito” elevado e também a execução de redes principais do sistema elétrico e redes/comunicação, desvinculadas da obra bruta, conforme podem ser verificadas na Figura 4.9 adiante.



Figura 4.9 – Representação de Soluções de Flexibilidade do 8º Pavimento

Na canaleta representada na Figura 4.9 se distribuem os cabeadamentos das instalações elétricas e rede de dados/comunicação. Esta solução facilitou adaptações que ocorreram ao longo do ciclo de vida da edificação, pela facilidade de acesso por parte da mão de obra, e ainda permitirem possíveis alterações que supostamente venham a ocorrer nos ambientes do oitavo pavimento.

Além desta solução, foram encontrados alguns tipos de tecnologias que também sinalizam características de flexibilidade para o sistema de vedação que foram utilizados para a divisão de ambientes no mesmo pavimento, como a divisória em Eucatex por exemplo.

A Figura 4.10 representa a execução de divisória em Eucatex, considerada leve e independente da estrutura da edificação. Esta alternativa teve como finalidade dividir uma das salas da aula, criando três novos ambientes com funções diferentes daquela original, ou seja, uma sala de aula com menor área (de acordo com o número de alunos necessários àquela instalação), laboratório de animação interativa e sala de aula de pós-graduação.

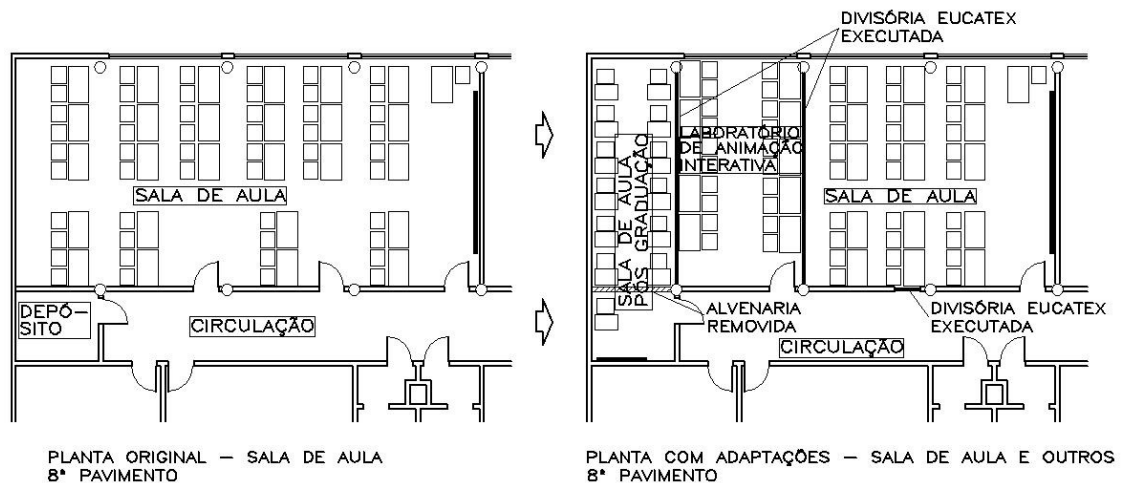


Figura 4.10 – Detalhe da Modificação de *layout* da Sala de Aula Ampla do Oitavo Pavimento

O processo construtivo da divisória Eucatex analisada foi feito por meio de chapas fixadas em perfis de aço. Os perfis têm seção em “L” e são presos no piso, teto e parede através de buchas e parafusos. A Figura 4.11 a seguir demonstra a divisória EUCATEX executada.



Figura 4.11 – Divisória Eucatex para a Separação de Ambientes Distintos

Como os ambientes divididos passaram a funcionar como sala de aula e laboratório (Figura 4.10), necessitou-se incluir na divisória elementos que proporcionaram isolamento acústico. Na execução da divisória optou-se, ainda, em revestir a divisória com pintura. Estas informações são relevantes a temática desta dissertação, pois demonstram quais as dificuldades e interferências são encontradas para a execução da adaptação.

Ainda sobre a Figura 4.10, pode-se afirmar que o Laboratório de Animação Interativa exigiu a instalação de pontos elétricos e de rede/comunicação, em virtude da

inclusão de equipamentos de informática. Observando-se a sala de aula da pós-graduação, ainda na mesma planta, verifica-se que este ambiente não possui iluminação natural, requerendo, portanto, adaptações elétricas nos sistemas de iluminação do ambiente.

Outra solução de flexibilidade que foi encontrada no oitavo pavimento é a existência de “*Rack*”. Este equipamento permite a instalação de equipamentos para o processamento de informações da rede de dados que é controlada por uma central externa ao prédio. Cabe ressaltar que qualquer alteração ou inclusão de equipamentos é feita pelo corpo técnico especializado.

Em contrapartida, verificou-se na vistoria a dificuldade que o quadro elétrico possui para inclusão de novos circuitos. Percebeu-se que o mesmo encontrou-se praticamente saturado pela inclusão de novos circuitos, ou seja, confirmou-se que futuras alterações relacionadas à inclusão de equipamentos com demanda energética seriam dificultadas pela falta de espaço e carga do quadro elétrico do oitavo pavimento.

Portanto, a importância da ilustração das mudanças ocorridas na planta do oitavo pavimento deve-se, principalmente, às adaptações nos sistemas ocorridas nos espaços no entorno da sala de aula objeto deste estudo de caso. Por exemplo, é possível citar a criação dos ramais de distribuição do cabeamento de elétrica, rede/comunicação, que serviram para fornecer energia e acesso a rede de internet da UFPR à sala de aula analisada. Mas também, pretendem demonstrar as mudanças de necessidades dos usuários, causando as alterações de função/espaço/equipamentos dos ambientes do oitavo pavimento.

4.2.5 Aplicação do “*Check List* para Avaliação de Flexibilidade”

4.2.5.1 Sala de Aula

O “*Check-List* para Avaliação da Flexibilidade”, abaixo apresentado, foi aplicado na sala de aula objeto da pesquisa e demonstra que, em alguns aspectos, os ambientes analisados possuem soluções nos sistemas de vedação e prediais que objetivam flexibilidade às instalações da UFPR.

QUADRO 4.3 – *Check-List* para Avaliação da Flexibilidade na Sala de Aula

1 Soluções de Flexibilidade nos Sistemas de Vedação	Atende			NSA
	Sim	Parcialmente	Não	
<u>1.1</u> Sistema estrutural com grandes vãos que permitam alterações sem afetar a integridade estrutural;	X			
<u>1.2</u> Sistema de Vedação Interna Leve, independente da estrutura;			X	
<u>1.3</u> Espaços Coordenados Modularmente;	X			
<u>1.4</u> Espaços multifuncionais, repartições desmontáveis e reutilizáveis;			X	
<u>1.5</u> Espaços internos e “pé-direito” elevado, permitindo instalação de forro e facilidade em adaptações de instalações;	X			
2 Soluções de Flexibilidade nos Sistemas Prediais: Elétrico, Rede/Comunicação	Atende			NSA
	Sim	Parcialmente	Não	
<u>2.1</u> Demanda energética com “sobra” (dimensionamento de eletrodutos, condutores, etc.) permitindo entrada de novos equipamentos;		X		
<u>2.2</u> Sistemas elétricos aparentes por meios de canaletas, facilitando a manutenção e adaptações ao uso;		X		
<u>2.3</u> Quadros elétricos com possibilidade (espacial e energética) para inclusão de novos circuitos;		X		
<u>2.4</u> “ <i>Rack</i> ” e/ou fibra óptica para os sistemas de rede e comunicação;				X
<u>2.5</u> Instalações elétricas, rede e comunicação desvinculadas da obra bruta, não embutidas;		X		
<u>2.6</u> Existência de “ <i>shafts</i> ” para tubulações				X

NSA* - NÃO SE APLICA

Ao observar o Quadro 4.3 percebe-se que, em relação ao sistema de vedação, algumas soluções de flexibilidade foram atendidas em sua integralidade, tais como o sistema estrutural com grandes vãos e espaços coordenados modularmente.

Verificou-se quanto às soluções de flexibilidade nos sistemas prediais e relatou-se que algumas soluções foram atendidas parcialmente, como “demanda energética com sobra”, e “sistemas elétricos aparentes”, por exemplo. De acordo com os conceitos tratados no referencial bibliográfico, algumas soluções não se aplicam exclusivamente a um único ambiente. Ou seja, como a demanda de energia elétrica, de rede/comunicação e ainda dos espaços necessários para a distribuição do cabeamento não é elevado para salas de aula, geralmente, os itens “*rack*” e “*shaft*” não são utilizados restritamente aos projetos de sala de aula, mas sim, nos ambientes adjacentes.

4.2.5.2 Oitavo Pavimento

Devido à impossibilidade de avaliar a flexibilidade (sob alguns aspectos que foram definidos para esta pesquisa) dos ambientes de uma forma única, o mesmo *Check-List* foi aplicado nas instalações no entorno da sala de aula escolhida como objeto deste estudo, ou seja, no oitavo pavimento da mesma edificação. O Quadro 4.4 a seguir demonstra os resultados.

QUADRO 4.4 – Check-List para Avaliação da Flexibilidade no Oitavo Pavimento

1 Soluções de Flexibilidade nos Sistemas de Vedação	Atende			NSA
	Sim	Parcialmente	Não	
<u>1.1</u> Sistema estrutural com grandes vãos que permitam alterações sem afetar a integridade estrutural;	X			
<u>1.2</u> Sistema de Vedação Interna Leve, independente da estrutura;			X	
<u>1.3</u> Espaços Coordenados Modularmente;	X			
<u>1.4</u> Espaços multifuncionais, repartições desmontáveis e reutilizáveis;			X	
<u>1.5</u> Espaços internos e “pé-direito” elevado, permitindo instalação de forro e facilidade em adaptações de instalações;	X			
2 Soluções de Flexibilidade nos Sistemas Prediais: Elétrico, Rede/Comunicação	Atende			NSA
	Sim	Parcialmente	Não	
<u>2.1</u> Demanda energética com “sobra” (dimensionamento de eletrodutos, condutores, etc.) permitindo entrada de novos equipamentos;		X		
<u>2.2</u> Sistemas elétricos aparentes por meios de canaletas, facilitando a manutenção e adaptações ao uso;	X			
<u>2.3</u> Quadros elétricos com possibilidade (espacial e energética) para inclusão de novos circuitos;		X		
<u>2.4</u> “Rack” e/ou fibra óptica para os sistemas de rede e comunicação;	X			
<u>2.5</u> Instalações elétricas, rede e comunicação desvinculadas da obra bruta, não embutidas;				
<u>2.6</u> Existência de “shafts” para tubulações	X			

NSA* - NÃO SE APLICA

Ao analisar o Quadro 4.4, observa-se que os resultados não se alteram em relação aos sistemas de vedação. Porém, verificando-se quanto às soluções de flexibilidade nos sistemas prediais, percebe-se que todos os itens foram atendidos, integralmente, ou parcialmente.

4.2.6 Aplicação do Questionário aos Envolvidos com a Sala de Aula.

4.2.6.1 Verificação Geral

Foi verificado que a ocorrência de soluções que proporcionem características de flexibilidade analisadas no oitavo pavimento da edificação estudada, obtidas através da aplicação do “*Check-List*”, representa de uma forma geral que conceitos de soluções projetuais de flexibilidade propostas neste estudo podem ser observados nos ambientes construídos analisados, porém não em sua integralidade, de acordo com os entendimentos deste pesquisador.

Dentre as ocupações dos 32 respondentes do ambiente escolhido analisado, o Gráfico 4.2 a seguir apresenta o perfil geral dos mesmos.

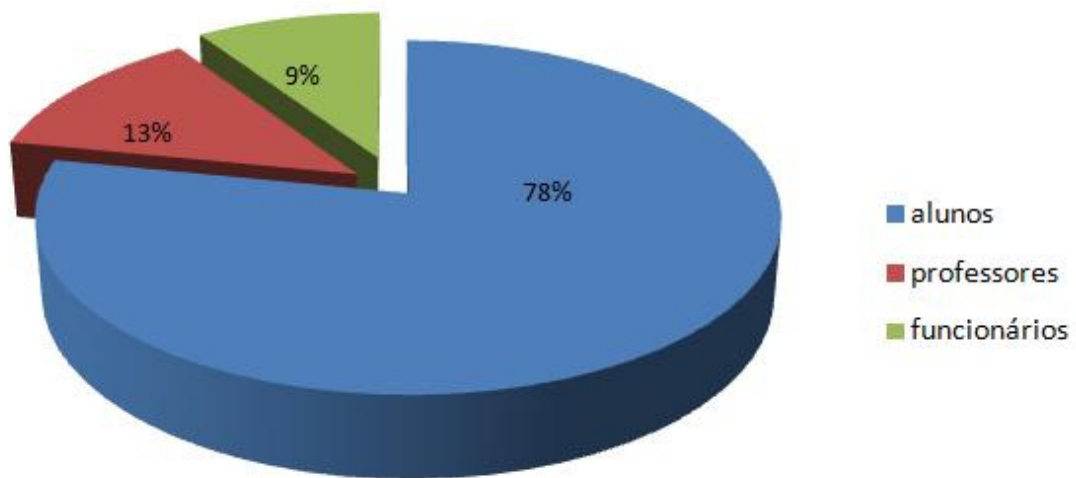


Gráfico 4.2 – Perfil dos Respondentes da Edificação Analisada

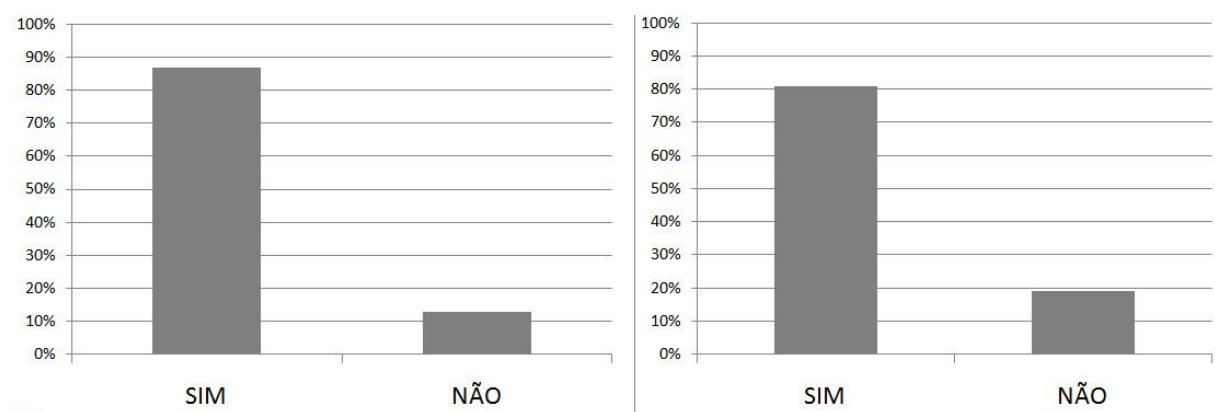
Percebe-se a partir do Gráfico 4.2 que a maioria dos pesquisados é composta por alunos, ou seja, 78%. Porém, as informações coletadas pelo restante do grupo (professores e funcionários envolvidos com a manutenção destas edificações) são importantes, pois

representam as reações as quais este grupo de ocupantes também tem em relação às características de flexibilidade dos ambientes da UFPR.

Ainda na análise do questionário, porém em relação ao tempo de uso das instalações da UFPR por parte dos usuários questionados, relatou-se que 93,75% possuíam de três ou mais anos, o que possibilitou concluir que informações relacionadas ao tema flexibilidade extraídas dos questionários seriam válidas em virtude de mudanças de necessidades que ocorreram ao longo desse período.

Prosseguindo com as análises das respostas ao questionário, analisou-se que 100% dos usuários questionados utilizam-se de salas de aula para o desenvolvimento de suas tarefas diárias.

Os ambientes que sofreram alterações relacionadas às disposições dos sistemas de vedação, *layout* e mobiliário ao longo do ciclo de vida e ainda adaptações nos sistemas prediais e entrada de novos equipamentos, verifica-se que grande parte dos pesquisados respondeu que modificações foram executadas, conforme evidenciam os Gráficos 4.3 – a e b a seguir.



- Adaptações nos Sistemas de Vedação

b) Adaptações nos Sistemas Prediais: elétrico, rede/comunicação.

Gráfico 4.3 – Perfil das Alterações Ocorridas ao Longo do Ciclo de Vida

Percebem-se ainda, para as adaptações dos sistemas analisados, ocorrências com perfis semelhantes de respostas obtidas dos usuários, ou seja, a grande maioria os pesquisados confirmou que alterações ocorreram ao longo da utilização dos ambientes questionados.

Sobre as adaptações ocorridas nos sistemas de vedação, os usuários questionados informaram que mudanças são feitas normalmente nas paredes e divisórias, e conforme citado, esquadrias. As alterações ocorridas nos sistemas prediais comumente encontradas, de acordo com as informações do questionário, nas salas de aula com as instalações elétricas, devido à entrada de computadores e outros equipamentos de informática.

Aproximadamente 50% dos usuários questionados informaram que necessitam mudar de posição rotineiramente. Ou seja, de acordo com as informações obtidas dos alunos e professores, estes relataram que utilizam o mesmo ambiente para exercer atividades letivas convencionais através da utilização de quadro branco, trabalhos de seminários com uso de *data show*. Outros informaram que utilizam as salas de aula para anotações em cadernos, realização de provas, mas também elaboração de desenhos industriais, consultas na rede de internet e utilização de *laptops*. Dentre os funcionários de manutenção das salas de aula que informaram que mudam suas funções rotineiramente nos ambientes realizados, estes informaram que executam serviços de adaptações elétricas, pinturas nas paredes e troca de esquadrias.

Em relação às necessidades ao desempenho das tecnologias utilizadas nas adaptações nas salas de aula, o Gráfico 4.4 apresenta os principais requisitos de desempenho (ISO 6241) demandados pelos usuários.

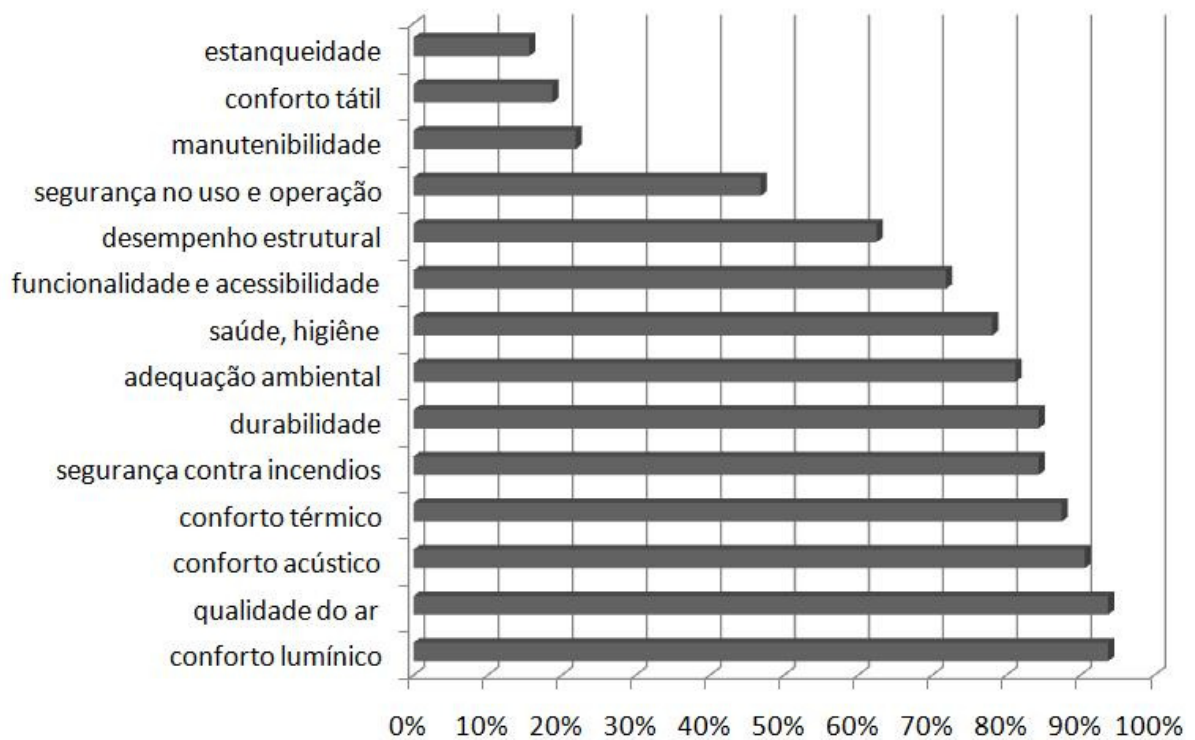


Gráfico 4.4 – Requisitos de Desempenho Analisadas pelos Usuários

Verifica-se do Gráfico 4.4 que os principais requisitos, segundo o grupo de usuários das salas de aula da UFPR, são relacionados ao conforto lumínico, acústico e térmico, além da qualidade do ar dos ambientes. Outras exigências também são bastante requeridas pelos mesmos usuários, como a durabilidade e segurança contra incêndios e adequação ambiental.

Cabe ressaltar que, embora alguns requisitos de desempenho não terem sido assinalados no questionário aplicado aos usuários, estes itens não deixam de ser importantes na determinação de soluções que proporcionem flexibilidade aos ambientes. Ou seja, o item “estanqueidade” contra a entrada de água de chuva e/ou intempéries em geral, apesar de não ter sido requisitado pelo grupo, deve ser atendido na elaboração de projetos, por exemplo.

Outras demandas de desempenho foram relatadas pelos usuários, nos espaço de preenchimento livre do questionário, como a possibilidade de utilização de rede de internet da

UFPR via *Wi-Fi* para utilizarem seus próprios computadores, sem a necessidade de ligação de cabos.

Os usuários ainda puderam descrever tecnologias que podem trazer aspectos de flexibilidade aos ambientes das edificações as quais se utilizam. Dentre as opiniões relatadas, destacam-se alternativas que podem ser estudadas em trabalhos futuros sob a mesma temática desta dissertação, tais como mobiliários adaptáveis e versáteis feitos sob medida.

4.2.7 Análise Cruzada: Características do Projeto e Tecnologias x Requisitos dos Usuários

Nesta etapa do estudo analisou-se a partir das informações obtidas no referencial bibliográfico e no Quadro 4.1 quais são as principais soluções projetuais e tecnológicas a serem utilizadas em adaptações em salas de aula, em virtude das principais alterações demandadas pelos usuários, que foram determinadas a partir do levantamento das adaptações realizadas nos ambientes analisados (seção 4.2.4) e dos requisitos de desempenho demandados na aplicação do questionário (seção 4.2.6).

A Figura 4.12 procura demonstrar, através de apontamentos na respectiva planta, as principais exigências de flexibilidade a serem atendidas, de acordo com os critérios descritos no parágrafo anterior, em uma sala padrão de uma instituição de ensino superior.

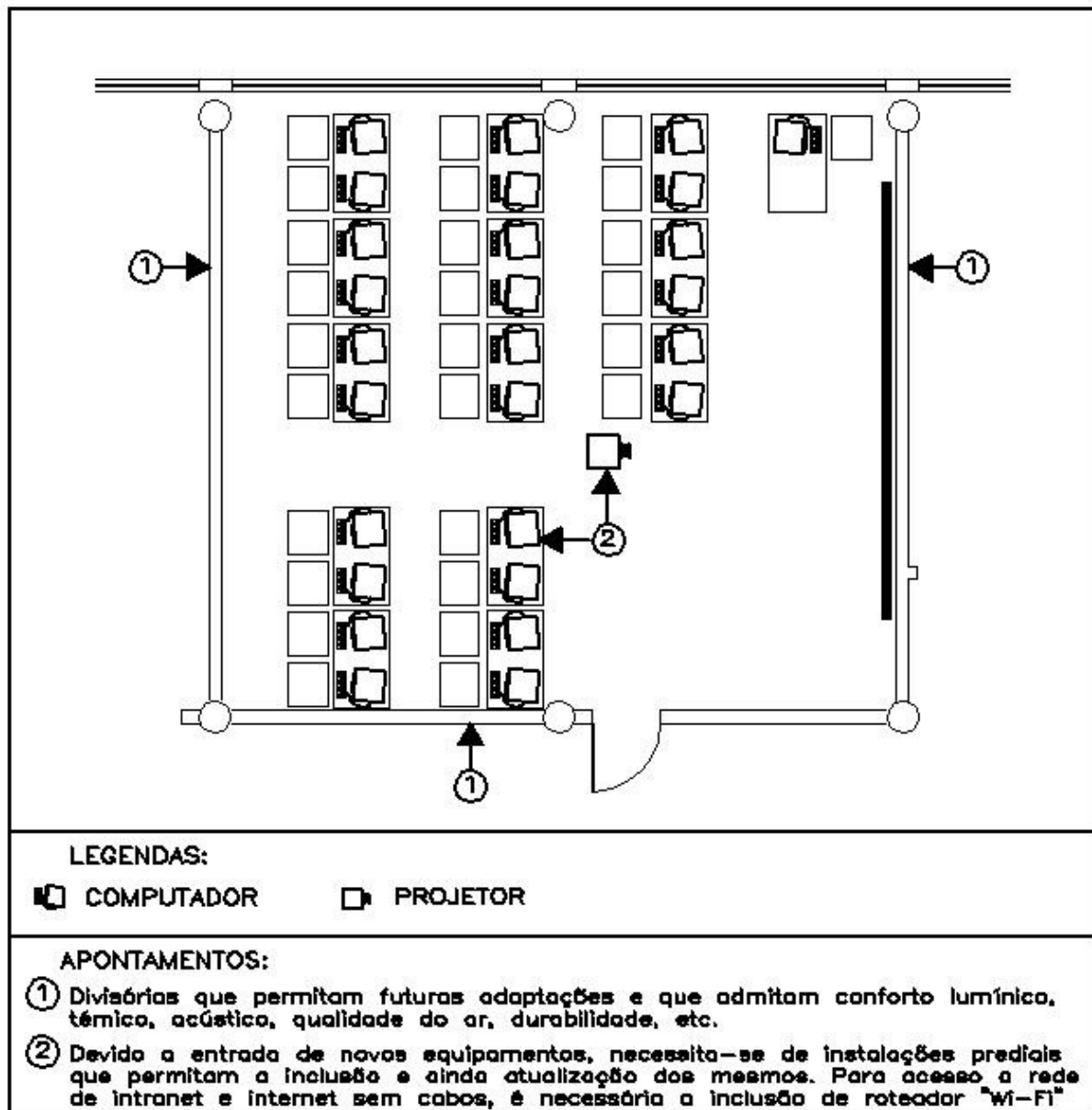


Figura 4.12 – Sala de aula com necessidades do usuário

A Figura 4.13 a seguir ilustra, através da representação em planta, as principais soluções para os sistemas de vedação e prediais que possibilitam o atendimento dos princípios de flexibilidade demandas pelos envolvidos com o uso e manutenção da mesma sala de aula.

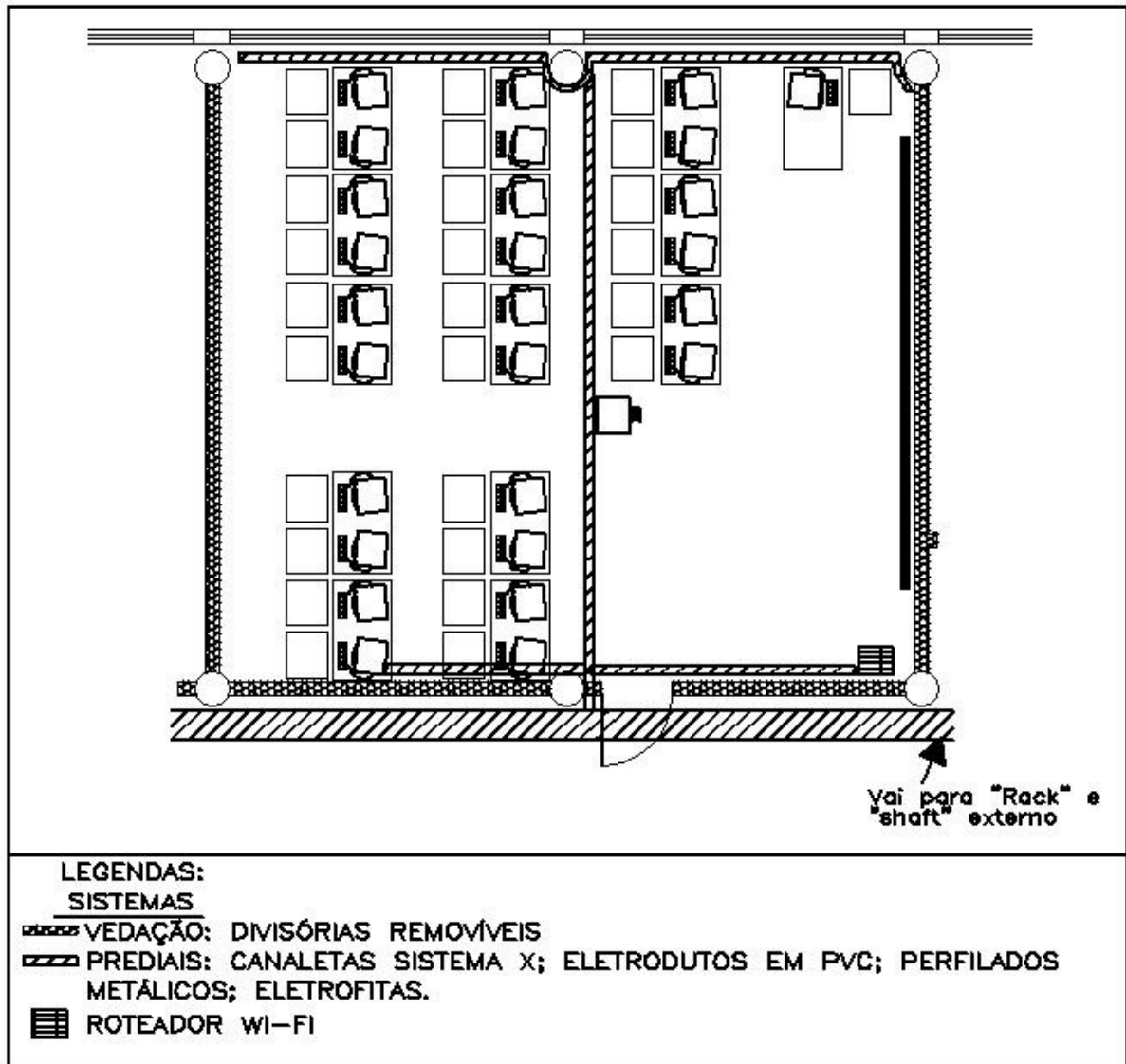


Figura 4.13 – Sala de Aula adaptada devido às mudanças de necessidades dos envolvidos com o uso e manutenção

Na sequência desta seção realizaram-se análises e comentários a respeito de como se defrontam as alternativas sugeridas de acordo com a suposta planta elaborada para este trabalho, em relação às soluções demandadas.

4.2.7.1 Sistemas de Vedação

O critério de escolha das tecnologias determinadas para o sistema de vedação, ou seja, divisórias removíveis (Figura 4.13), baseia-se no atendimento de características como (Quadro 4.1):

- Independência entre sistemas, mobilidade em adaptações, múltiplas funcionalidades e adaptabilidade tecnológica;
- Alterações realizadas pelo próprio usuário e não impedem o uso da edificação;
- Conforto lumínico, térmico, acústico, durabilidade e qualidade do ar.

A escolha desta tecnologia fundamentou-se também pelas características construtivas, vantagens e desvantagens descritas no referencial bibliográfico e levantadas na etapa de “mini-survey” desta dissertação. Assim, determinou-se que a solução projetual com características de flexibilidade adequada para o sistema de vedação da sala de aula é a utilização de um componente independente da estrutura, pois esta alternativa permite que novas adaptações sejam executadas com maior facilidade.

Outras tecnologias verificadas no mercado da construção civil em Curitiba e Região Metropolitana (Quadro 4.1) podem ser consideradas como alternativas e apropriadas à flexibilidade do sistema de vedação à sala de aula examinada, tais como:

- Divisórias em Gesso Acartonado - Dry-Wall;
- Bloco em Concreto Celular (SICAL);

A escolha destas soluções atendem também os critérios relatados no início desta seção, ou seja, nos requisitos de flexibilidade e desempenho da ISO 6241, porém, necessitam de mão de obra especializada para adaptações na edificação, e ainda impedem o uso da mesma pelos usuários.

4.2.7.2 Sistemas Prediais: Elétricos, Rede/Comunicação

O critério de escolha das tecnologias determinadas para os sistemas prediais, ou seja, Canaleta Sistema X, Eletrodutos em PVC, Perfilados metálicos e Eletrofitas (Figura 4.13), baseia-se no atendimento de características como (Quadro 4.1):

- Independência entre sistemas, mobilidade em adaptações, múltiplas funcionalidades e adaptabilidade tecnológica;
- Alterações realizadas por corpo técnico especializado, mas que não impeçam o uso da edificação;
- Segurança contra incêndios e durabilidade.

É importante destacar que adaptações nos sistemas prediais necessitam de corpo técnico especializado por tratar-se, principalmente, de segurança ao usuário no caso de possíveis alterações deste sistema. E ainda, ressalta-se que os itens conforto lumínico, térmico e acústico, conforme requisitos de desempenho principais apontados pelos usuários (Gráfico 4.4) não são aplicáveis as referidas tecnologias.

Portanto, preconizou-se que sistemas prediais neste estudo de caso devem se distribuir por meio de canaletas, condutores ou tubulações aparentes, favorecendo a facilidade de acesso por parte da mão de obra responsável para realizar as adaptações. Outra sugestão, sob aspecto de soluções projetuais, é fornecer aos componentes onde se distribuem as fiações dos sistemas prediais, espaços internos com “sobra” permitindo, dessa forma, inclusão de novos equipamentos e novas tecnologias.

4.2.7.3 Adaptações no Oitavo Pavimento

É importante destacar possibilidades de soluções com características flexíveis que poderiam ser sugeridas ao projeto do oitavo pavimento da mesma edificação tratada no estudo de caso, a partir da observação dos resultados analisados e obtidos nesta dissertação. A Figura 4.14 a seguir tem a finalidade de ilustrar as soluções que possibilitam a flexibilidade aos sistemas de vedação e prediais que podem ser inseridas do entorno de ambientes de salas de aula.

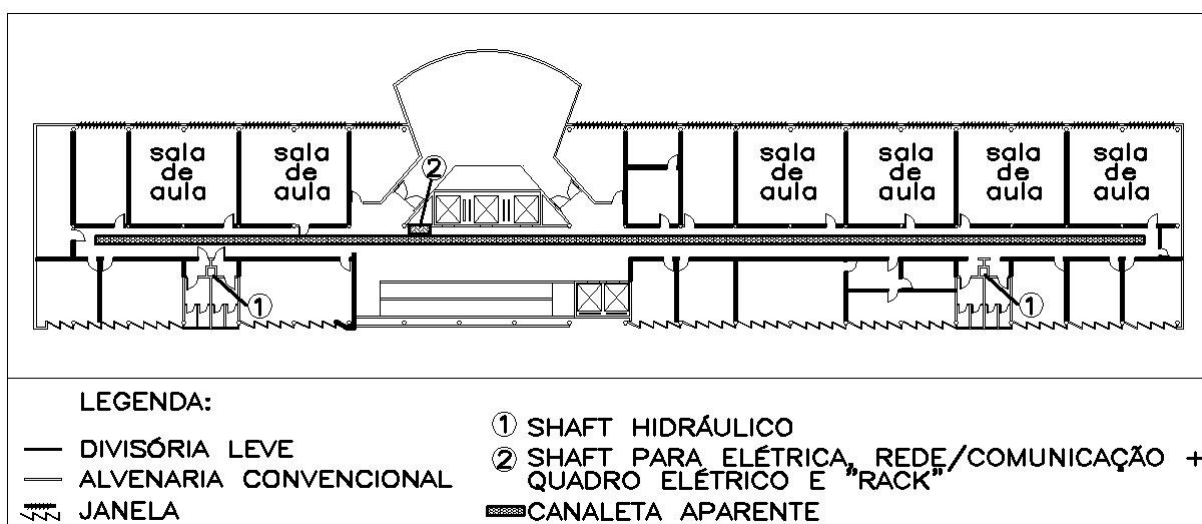


Figura 4.14 – Sugestões de Soluções para o Oitavo Pavimento

Inicialmente, a se tratar das soluções projetuais que visam proporcionar flexibilidade ao projeto da planta geral do oitavo pavimento do Edifício Dom Pedro I da UFPR, podem ser verificadas na Figura 4.14 anterior as seguintes sugestões em relação aos sistemas construtivos:

- Estrutural: Elementos estruturais dispostos de tal forma que possibilitem modulação dos espaços, concepção estrutural que contemplem a redução de elementos portantes ao longo dos ambientes internos

- Vedação: Soluções de componentes com características independentes da estrutura, facilitando adaptações e alterações de *layout*;
- Prediais: instalações elétricas, rede/comunicação aparentes, distribuídos através de “*shafts*”, dimensionados de tal forma que possam ser integrados novos circuitos e fiações.

Ressalta-se ainda nas soluções projetuais alternativas as quais não podem ser visualizadas na planta da Figura 4.14 anterior, mas que poderiam ser utilizadas a fim de promover projetos com características de facilidade de adaptações. Estas soluções envolvem, por exemplo, sistema estrutural em concreto protendido, propiciando soluções arquitetônicas com grandes vãos e redução de elementos estruturais ao longo dos ambientes. Relacionando-se aos espaços internos, outra solução é a disposição dos ambientes com maiores áreas e multifuncionais.

A respeito das soluções tecnológicas, reportando-se novamente à Figura 4.14, poderiam ser sugeridos ao sistema de vedação leve observado na planta opções como Divisórias Removíveis, de forma equivalente às soluções para a sala de aula objeto principal do estudo de caso apresentado anteriormente. Acrescenta-se que esta solução referem-se às características de desempenho necessárias ao tipo de edificação analisado, ou seja, exigência de conforto lumínico, térmico e acústico aos ambientes de salas de aula.

Referindo-se aos sistemas prediais elétricos, rede/comunicação, as alternativas tecnológicas sugeridas são canaletas metálicas aparentes, quadro SISTEMA “VDI” (possibilitando o abrigo de tubulações de telefone “VOZ”, rede de “DADOS” e TV (IMAGEM) e “*Rack*” para proteger e fornecer a instalação e manutenção dos equipamentos da rede de dados da instituição.

4.2.7.4 Discussão

Cabe ressaltar que a escolha de tecnologias e soluções projetuais não deve se restringir apenas aos critérios apontados no desenvolvimento desta pesquisa. Conforme mencionado, o objetivo desta dissertação é auxiliar o projetista na escolha de soluções que proporcionem aspectos de flexibilidade aos ambientes, baseando-se em requisitos gerais de flexibilidade, tais como facilidade de adaptações, múltiplas funcionalidades do ambiente, etc. e ainda requisitos dos usuários de um determinado tipo de edificação.

Portanto, outros aspectos de flexibilidade são importantes na elaboração de projetos que contemplem o uso de soluções e tecnologias, tais como: disponibilidade do produto pelo fornecedor; limitações econômicas do proprietário da edificação, devido a diferença de custo de cada tecnologia e solução projetual; proximidade de fornecedor em relação ao local de obra; prazo de entrega das tecnologias selecionadas; limitações físicas/espaciais da planta; necessidade de mão de obra qualificada para instalação da tecnologia, etc.

5 CONCLUSÕES

Este capítulo mostra as conclusões obtidas através do desenvolvimento do trabalho e ainda contribui com sugestões de trabalhos futuros que possam auxiliar com o aprofundamento da temática desta pesquisa.

5.1 Conclusões Gerais

A presente dissertação verificou, entre outros aspectos, a aplicabilidade de critérios estabelecidos para caracterizar soluções de flexibilidade e desempenho, em virtude de requisitos e necessidades dos usuários das salas de aula de edificações voltadas ao ensino superior. A pesquisa também identificou a disponibilidade de soluções tecnológicas no mercado da construção civil na cidade de Curitiba e região metropolitana, que proporcionam características de flexibilidade às edificações.

Sendo assim, o pressuposto central da pesquisa, que destaca que devido a generalidade das informações obtidas no método da pesquisa, em relação às soluções projetuais e tecnológicas de flexibilidade, foi confirmada. Isso se deu pelo fato dos subsistemas/componentes analisados possuírem várias características, dentre elas, processos construtivos inerentes a construção, requisitos de desempenho e níveis de intervenções devido à utilização.

Outro pressuposto confirmado é a de que a ferramenta instrumentalizada, ou seja, a Ficha Descritiva, pode auxiliar o projetista numa avaliação e adequação das principais soluções tecnológicas a se utilizar nos ambientes de uma edificação com a finalidade de atender aos requisitos informados pelos usuários da mesma.

Destaca-se que, após análise dos dados obtidos nesta dissertação, as escolhas das soluções projetuais e tecnológicas, dentre uma ampla gama de alternativas utilizadas para a

elaboração de um projeto que possua características de facilidade de adaptações, depende de alguns fatores externos que deverão ser considerados pelos projetistas (arquitetos e engenheiros), tais como: custos envolvidos, energia embutida e operacional e resultados estéticos esperados. Nesse contexto, a maior dificuldade para estes profissionais na elaboração dos projetos é, portanto, a antecipação das mudanças e adaptações que poderão vir a ser realizadas nas edificações.

Respectivamente às conclusões do método, verificou-se que os procedimentos de validações puderam ser realizados satisfatoriamente, pois se alcançaram os resultados esperados. O processo de validação definida no método de pesquisa permitiu levar adiante os instrumentos de análise do trabalho. A triangulação dos dados do referencial bibliográfico, a análise específica de uma edificação e os dados dos envolvidos com o uso do ambiente analisado consolidaram as informações da dissertação.

5.2 Conclusões Finais

As mudanças de necessidades dos usuários de salas de aula de edificações voltadas ao ensino, observadas através de inclusões de novas tecnologias e de adaptações de *layout* dos ambientes ao longo dos últimos anos que antecedem a realização da presente dissertação, têm se intensificado. Estas modificações são ocasionadas em virtude das alterações de perfis de ensino e aprendizado e contribuem com os aspectos sociais da população, pelo fato de propiciar desenvolvimento tecnológico para a comunidade acadêmica e para toda a sociedade, porém ocasionam mudanças de necessidades e exigências das edificações, que devem estar capacitadas para atender estas variações.

Portanto, como resultado final desta dissertação, pretendeu-se identificar critérios para uma seleção tecnológica em função de requisitos de flexibilidade dos usuários de edificações voltadas ao ensino ao longo do ciclo de vida das mesmas.

Ressalta-se que para a plenitude das informações obtidas nesta dissertação, é necessária a verificação de outros aspectos que não foram escopo desta pesquisa, tais como: fatores econômicos em relação ao uso de cada tecnologia, aspectos de proximidade do fornecedor, disponibilidade, etc.

5.3 Sugestões para Estudos Futuros

Como sugestões de trabalhos futuros relacionados à aplicação de soluções que proporcionem flexibilidade aos ambientes e instalações de edificações públicas voltadas ao ensino, destacam-se as seguintes:

- Identificar os custos totais envolvidos no ciclo de vida do emprego de soluções com características de flexibilidade, de modo a possibilitar uma análise comparativa entre a aplicabilidade de cada solução;
- Analisar as propriedades do consumo de energia embutida e operacional envolvidos nas etapas de fabricação, transporte e construção de cada solução de modo a realizar, novamente, um estudo comparativo entre soluções;
- Desenvolver novas tecnologias que estejam integradas com os aspectos de soluções flexíveis, considerando a obtenção de um menor grau de interferências nas edificações que se utilizam destas soluções;
- Ferramentas e metodologias para avaliação de princípios de flexibilidade em ambientes de ensino;

- Investigação e avaliação de soluções flexíveis sob aspectos de sistemas prediais hidráulicos, ar condicionado, etc.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, G. A. N. **Arquitetura Escolar e Educação:** um modelo conceitual de abordagem interacionista. (Tese de Doutorado) Rio de Janeiro: COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

BALAROTI, **Catálogos de Produtos**, Disponível em: <<http://www.balaroti.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2010.

BARBOSA L. A. G. **Edificações Inteligentes:** conceitos e considerações para o projeto de arquitetura. Rio de Janeiro, 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BIGOLIN, **Catálogos de Produtos**, Disponível em: <<http://www.bigolinmateriais.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2010.

BONIN, L. C. **Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual.** Porto Alegre, RS. 1988. v.1, p. 1-31. In: Seminário sobre Manutenção de Edifícios: escolas, postos de saúde, prefeitura e prédios públicos em geral, Porto Alegre, 1988. Artigo técnico.

BRANDÃO, D. Q.; HEINECK, L. F. M. **Classificação das formas de aplicação da flexibilidade arquitetônica planejada em projetos de edifícios residenciais.** Florianópolis: UFSC, In: ENTAC, 2, abr. 1998. p. 215-222.

BRANDÃO, D. Q. **A personalização do produto habitacional e as novas tecnologias no processo construtivo.** São Carlos, In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO DA UFSCar, 2003.

BRASIL. **Decreto Nº 5.296**, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Lex: Congresso Nacional.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2010: Ano Base 2009.** Brasília, disponível em <https://ben.epe.gov.br>. Acesso em 30/11/2010.

BRASIL. Controladoria Geral da União – CGU (2010). **Portal da Transparência do Governo Federal.** Brasília, disponível em <http://www.portaldatransparencia.gov.br>. Acesso em 24/02/2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Universidade Federal do Paraná.** Curitiba, disponível em <https://ufpr.br>. Acesso em 30/03/2010.

CASSOL Centerlar, **Catálogos de Produtos**, Disponível em: <<http://www.cassol.com.br>>. Acesso em: 12 set. 2010.

CMHC – Canada Mortgage and Housing Corporation. Building Adaptability: A View from the Future, Fanis Grammenos, Peter Russell, 2000.

DORFMAN, G. **Flexibilidade como balizador do desenvolvimento das técnicas de edificação no século XX**. UNB/FAU/Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília: UNB, 2002.

FINKELSTEIN, C. W. **Flexibilidade na Arquitetura Residencial: um estudo sobre o Conceito e sua Aplicação**. (Dissertação de Mestrado), Porto Alegre – RS: PROPAR / Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

FLYNN, B. B.; SAKAKIBARA, S.; SCHROEDER, R. G.; BATES, K. A.; FLYNN, E. J. **Empirical research methods in operations management**. Journal of Operations Management, v. 9, n. 2, p. 250-283, 1990.

GBC Brasil. **Green Building Council – Brasil**. 2008, disponível em <http://www.gbcbrazil.org.br/> Acesso em 03/05/2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HOEKMAN, R.W. J.; BLOK, R.; HERWIJNEN, F. Van **A Neurofuzzy Knowledge Model for the Quantification of Structural Flexibility**. CIB Report 323 - Lifecycle Design of Buildings, Systems and Materials. Netherland, 2009, Disponível em <http://www.cibworld.nl/site/home/index.html/> Acesso em 13/04/2010.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2011. **Censo da educação superior 2008**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.inep.gov.br/download/censo/2008/resumo_tecnico_2008_15_12_09.pdf, acesso em: 09 jan. 2011.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, Curitiba – PR. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/>, acesso em: 11 jan. 2011.

IRMÃOS ABAGE, **Catálogos de Produtos**, Disponível em: <<http://www.cassol.com.br>>. Acesso em: 7 out. 2010

ISO 6241. **Performance Standards in Building - Principles for their Preparation and Factors to be Considered**. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1984.

KARMAN, J. B. **Manutenção Incorporada à Arquitetura Hospitalar**. In: **Brasil. Ministério da Saúde**. Secretaria de Assistência à Saúde. Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Brasília, 1995. (Série Saúde e Tecnologia).

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2003

LARCHER, J. V. M. **Diretrizes Visando a Melhoria de Projetos e Soluções Construtivas na Expansão de Habitações de Interesse Social**. Curitiba. UFPR, 2005. Dissertação de Mestrado.

LARSSON, N. K., **Sustainable Development and Open Building**, Presentation to CIB TG26, Brighton UK, 1999.

LÜTZKENDORF T., SPEER T. **A comparison of international classifications for performance requirements and building performance categories used in evaluation methods**. University Karlsruhe, Germany, 2005.

MELHADO, S. B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação às Empresas de Incorporação e Construção**. São Paulo. USP, 1994. Tese de Doutorado.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: Nome da Rosa, 2005. 115p.

NICHELE; **Catálogos de Produtos**, Disponível em: <<http://www.nichelemateriais.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2010.

ORNSTEIN, S. W. **Avaliação Pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. (Colab. Marcelo Romero). São Paulo: Studio Nobel/EDUSP,1992.

PADUART, A.; DEBACKER, W.; HENROTAY, TEMMERMAN, C. N. De; W. P. De WILDEL, W. P. De; HENDRICKX, H. **Transforming Cities: Introducing Adaptability in Existing Residential Buildings through Reuse and Disassembly Strategies for Retrofitting**. CIB Report 323 - Lifecycle Design of Buildings, Systems and Materials. Netherland, 2009, Disponível em <http://www.cibworld.nl/site/home/index.html/> Acesso em 13/04/2010.

PEREIRA, A. C. W. **Diretrizes para Implantação de Sistemas Construtivos Abertos na Habitação de Interesse Social através da Modulação** Curitiba. UFPR, 2005. Dissertação de Mestrado.

PRA – Pró-Reitoria de Administração. **Arquivos de Dados e Projetos das Edificações da Universidade Federal do Paraná**. Curitiba, 2009.

PROPLAN – Pró-Reitoria de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Gráficos Evolutivos das Atividades**. Curitiba, disponível em <http://www.proplan.ufpr.br/>. Acesso em 03/05/2010.

PROPLAN – Pró-Reitoria de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Relatório de Atividades – 2009**. Curitiba, disponível em <http://www.proplan.ufpr.br/>. Acesso em 03/05/2010.

RABENECK, A., SHEPPARD, D., TOWN, P. **Housing flexibility/ adaptability?** Architectural Design, v. XLIX, fev., p.76-90, 1974.

ROBSON, C. **Real world research: a resource for social scientists and practitioners**. Oxford: Blackwell, 1993.

ROSSI, A. M. G. **Exemplos de flexibilidade na tipologia habitacional**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Florianópolis, 1998. Anais... Florianópolis, 1998. p. 211-217.

RUSSEL, P. MOFFATT, S. **‘Assessing Buildings for Adaptability’**. **Energy-Related Environmental Impact of Buildings**, IEA ANNEX 31, p 1-13, 2001.

SAARI, A.; KRUIUS, M.; HÄMÄLÄINEN, A.; KIIRAS, J. **Flexibuild – a systematic flexibility management procedure for building**. Emerald, Facilities Vol. 25, no. 3/4, Bradford, 2007 pp. 104-114.

SALEH, T. **Building green via design for deconstruction and adaptive reuse**. Flórida. University of Flórida, 2009. Degree of Master.

SALEH, T.; CHINI, A. **Building green via design for deconstruction and adaptive reuse**. CIB Report 323 - Lifecycle Design of Buildings, Systems and Materials. Netherland, 2009, Disponível em <http://www.cibworld.nl/site/home/index.html/> Acesso em 13/04/2010.

SANTOS, A. **Application of Flow Principles in the Construction Environment**. Salford. Salford University, 1999. Tese de Doutorado.

SANTOS, A.; SCHEER, S.; AZUMA, F.; MARCOS, M. **Gargalos para Disseminação da Coordenação Modular**. In: IV Colóquio de Pesquisas em Habitação, 2007, Belo Horizonte. Coordenação Modular e Mutabilidade. Belo Horizonte : UFMG, 2007

STOREY, J. B. **From Ugly Duckling to Swan - Transformation as an Alternative to Demolition**. CIB Report 323 - Lifecycle Design of Buildings, Systems and Materials. Netherland, 2009, Disponível em <http://www.cibworld.nl/site/home/index.html/> Acesso em 13/04/2010.

TAVARES, S. F.; LAMBERTS, R. **Consumo de energia para construção, operação e manutenção das edificações residenciais no Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. ENCAC 2005, 2005. p. 2037-2045.

WBDG. **World Building Design Guides**. Disponível em <http://www.wbdg.org/> Acesso em 02/02/2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Trad. Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE 1 – FICHA DESCRITIVA

Atende totalmente			Não Atende		
1	2	3	4	5	NSA*

* NSA - NÃO SE APLICA

TECNOLOGIA 1

1- Descrição do subsistema/componente flexível

Nome: Gesso Acartonado - Dry-Wall

Sistema construtivo envolvido: (X) Vedação () Predial (elétrico, rede/comunicação).

2- Avaliações do subsistema/componente relacionadas à flexibilidade

2.1 Grau de Independência com o Sistema Estrutural

O subsistema/componente possui características que proporcionem independência dos sistemas estruturais da edificação:

1 2 3 4 5 NSA

2.2 Mobilidade em Adaptações

O subsistema/componente permite adaptação (ajustes, mudança de posição, alteração de forma, etc.) ao longo do ciclo de vida?

1 2 3 4 5 NSA

2.3 Funcionalidade

O produto possui características que proporcionam múltiplas funcionalidades ao ambiente construído em questão:

1 2 3 4 5 NSA

2.4 Adaptabilidade Tecnológica

O produto possui características que proporcionem adaptabilidade tecnológica e inclusão de novos equipamentos:

1 2 3 4 5 NSA

2.5 Grau de complexidades para Adaptações do subsistema/componente no Ambiente Construído

Assinalar o item que melhor se enquadra com o item descrito acima

- Necessita de MOE, mas “não” impede o uso da edificação**
- Necessita de MOE e impede o uso da edificação**
- NÃO necessita de MOE, mas impede o uso da edificação**
- NÃO necessita de MOE e “não” impede o uso da edificação**

MOE – Mão de Obra Especializada

2.6 Itens de Desempenho (ISO 6241)	Alto	Baixo	NSA
Desempenho Estrutural/Impactos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segurança Contra Incêndio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segurança no uso e operação	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estanqueidade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conforto Térmico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conforto Acústico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conforto Lumínico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saúde Higiene	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funcionalidade e acessibilidade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conforto Tátil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualidade do ar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durabilidade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manutenibilidade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação Ambiental	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Outras Vantagens construtivas:

Permite rápida montagem e desmontagem; grande reaproveitamento em caso de remanejamento; pequena geração de entulho; baixo peso por metro quadrado; permitem a fixação de peças suspensas através de buchas especiais (equipamentos escolares); possuem um acabamento perfeito; menor espessura das paredes / maior área útil.

2.7 Desvantagens Construtivas

Custo direto (materiais e mão de obra) elevado em relação ao sistema convencional; necessidade de mão de obra especializada para execução do produto na obra, normalmente são utilizados para compartimentação de ambientes internos.

2.8 Processo e Composição Construtiva entre outras Características

Processo: As paredes e forros em Drywall são construídos com uma estrutura de aço galvanizado, revestidas com placas de gesso acartonado, que possibilitam a execução tanto em formas retas quanto em formas curvas;

Composição: Chapa de gesso; perfil metálico; isolamento acústico; tratamento de juntas .

TECNOLOGIA 2

1- Descrição do subsistema/componente flexível

Nome: Canaletas e Perfilados Metálicos

Sistema construtivo envolvido: () Vedação (X) Predial (elétrico, rede/comunicação)

2- Avaliações do subsistema/componente relacionadas à flexibilidade

2.1 Grau de Independência com o Sistema Estrutural

O subsistema/componente possui características que proporcionem independência dos sistemas estruturais da edificação:

1 2 3 4 5 NSA

2.2 Mobilidade em Adaptações

O subsistema/componente permite adaptação (ajustes, mudança de posição, alteração de forma, etc.) ao longo do ciclo de vida?

1 2 3 4 5 NSA

2.3 Funcionalidade

O produto possui características que proporcionam múltiplas funcionalidades ao ambiente construído em questão:

1 2 3 4 5 NSA

2.4 Adaptabilidade Tecnológica

O produto possui características que proporcionem adaptabilidade tecnológica e inclusão de novos equipamentos:

1 2 3 4 5 NSA

2.5 Grau de complexidades para Adaptações do subsistema/componente no Ambiente Construído

Assinalar o item que melhor se enquadra com o item descrito acima

- Necessita de MOE, mas “não” impede o uso da edificação**
- Necessita de MOE e impede o uso da edificação**
- NÃO necessita de MOE, mas impede o uso da edificação**
- NÃO necessita de MOE e “não” impede o uso da edificação**

MOE – Mão de Obra Especializada

2.6 Itens de Desempenho (ISO 6241)	Alto	Baixo	NSA
Desempenho Estrutural/Impactos	■	□	□
Segurança Contra Incêndio	■	□	□
Segurança no uso e operação	■	□	□
Estanqueidade	□	■	□
Conforto Térmico	□	□	■
Conforto Acústico	□	□	■
Conforto Lumínico	□	□	■
Saúde Higiene	■	□	□
Funcionalidade e acessibilidade	■	□	□
Conforto Tátil	■	□	□
Qualidade do ar	□	□	■
Durabilidade	■	□	□
Manutenibilidade	■	□	□
Adequação Ambiental	■	□	□

Outras Vantagens construtivas:

Evita o quebra-quebra de paredes na organização de fios e cabos; rápida montagem e desmontagem; grande reaproveitamento em caso de remanejamento; pequena geração de entulho; possuem um acabamento perfeito; integração facilitada das instalações de uma edificação (rede de lógica, elétrica e telefônica); funcionam como estrutura de sustentação de luminárias.

2.7 Desvantagens Construtivas

Custo direto (materiais e mão de obra) elevado em relação ao sistema convencional (condutores embutidos); facilidade relacionada a furtos e vandalismo.

2.8 Processo e Composição Construtiva entre outras Características

Processo: As canaletas e perfilados serão instalados e aprisionados à parede por meio de suportes. A fiação elétrica correrá internamente a estes condutores até as tomadas.

Composição: Caneleta ou perfil de aço perfilado. Produzido em chapa de aço pré-galvanizado, por imersão a quente, ou galvanizado a fogo com excelente proteção contra corrosão.

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO

A presente pesquisa faz parte do desenvolvimento de minha dissertação de mestrado sob o tema “*Flexibilidade em Projetos de Edificações de Ensino Superior: Estudo de Caso na UFPR*”, realizada no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, sob a orientação do Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos.

Agradeço vossa colaboração à realização da referida dissertação, tendo em vista que os resultados da mesma deverão beneficiar os projetos das futuras edificações no âmbito da UFPR e outras instituições de ensino superior onde a mudança de requisito do usuário ao longo do ciclo de vida se faça presente.

Atenção:

- a) **Comentários e sugestões poderão ser expressos, por escrito, no final do questionário, no campo OBSERVAÇÕES.**

Nome:

Ocupação:

Curso:

Tempo de utilização das instalações da UFPR: _____ anos

1) Quais ambientes você utiliza para a realização de suas atividades na UFPR?

- Sala de aula Laboratório Outros, quais: _____

2) SE VOCÊ UTILIZA SALAS DE AULA PARA O DESENVOLVIMENTO DE SUAS ATIVIDADES, POR FAVOR RESPONDA AS QUESTÕES A SEGUIR:

2.1) Já ocorreram alterações de *layout* (sistema de vedação) nas salas de aula utilizada?

- Sim Não

2.2) Se sim, quais alterações no sistema de vedação puderam ser observadas?

- Em paredes/divisórias
 No mobiliário devido às mudanças de função do espaço
 Outras: _____
 Nenhuma

2.3) Já ocorreram alterações nas instalações elétricas, rede/comunicação (sistemas prediais) em alguma destas salas de aula?

- Sim Não

Se SIM, quais alterações?

- Instalações elétricas (tomadas, condutores, etc.)
 Equipamentos eletrônicos (computadores, Data Show, etc.)
 Outras: _____

2.4) Em uma mesma sala de aula, você precisa mudar funções/posições rotineiramente?

Sim Não

Se sim, que mudanças são feitas?

2.5) Em sua opinião, para o caso das adaptações ocorridas ou que venham a ser feitas nos sistemas de vedação e nos sistemas prediais nas salas de aula que você exerce suas funções, quais são os principais requisitos de desempenho (ISO 6241) devem ser observados nas tecnologias e soluções utilizadas:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> estrutural | <input type="checkbox"/> saúde, higiene; |
| <input type="checkbox"/> segurança contra Incêndios | <input type="checkbox"/> funcionalidade e acessibilidade |
| <input type="checkbox"/> segurança no uso e operação | <input type="checkbox"/> conforto tátil |
| <input type="checkbox"/> estanqueidade | <input type="checkbox"/> qualidade do ar |
| <input type="checkbox"/> conforto térmico | <input type="checkbox"/> durabilidade |
| <input type="checkbox"/> conforto acústico | <input type="checkbox"/> manutenibilidade |
| <input type="checkbox"/> conforto lumínico | <input type="checkbox"/> adequação ambiental |

Outros: _____

3) Você conhece alguma tecnologia que poderia tornar os ambientes que você trabalha mais flexíveis às suas mudanças de necessidades dos usuários:

OBSERVAÇÕES:
