

Dissertação de Mestrado

Análise da utilização de chapas e placas
industrializadas nas vedações verticais internas
em construções residenciais na
Região Sul do Brasil

Maiara Gizeli Dallazen Camillo



Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Maiara Gizeli Dallazen Camillo

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE CHAPAS E PLACAS
INDUSTRIALIZADAS NAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS
EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS NA
REGIÃO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
da Universidade Federal de Santa Catarina,
como um dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Fernando Barth, Dr.

Florianópolis, 2010

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

C183a Camillo, Maiara Gizeli Dallazen

Análise da utilização de chapas e placas industrializadas nas vedações verticais internas em construções residenciais na Região Sul do Brasil [dissertação] / Maiara Gizeli Dallazen Camillo ; orientador, Fernando Barth. - Florianópolis, SC, 2010. 126 p.: il., tabs., plantas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura. 2. Vedação vertical. 3. Placa. 4. Chapa. 5. Industrialização. I. Barth, Fernando. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDU 72

Esta dissertação foi julgada e aprovada perante banca examinadora de trabalho final, outorgando ao aluno o título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Projeto e Tecnologia do Ambiente Construídos, do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Fernando O. R. Pereira
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Banca Examinadora:

Fernando Barth, Dr - Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Alexandre Amorim dos Reis, Dr
Universidade do Estado de Santa Catarina

Roberto de Oliveira, PhD
Universidade Federal de Santa Catarina

Wilson Jesuz da Cunha Silveira, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2010

AGRADECIMENTOS

Talvez eu pudesse simplesmente dizer obrigada a todos que fizeram parte do desenvolvimento deste trabalho, onde tudo foi engrandecedor profissionalmente e pessoalmente. Mas seria muito pouco, pois algumas pessoas foram essenciais, por isso, gostaria de agradecer:

- Ao professor Fernando Barth, pela orientação precisa e segura, além do incentivo permanente durante o desenvolvimento deste trabalho.
- Aos professores Alexandre Amorim dos Reis e Wilson Jesus da Cunha Silveira, pelas sugestões valiosas durante a fase de qualificação, que muito contribuíram para a melhoria do conteúdo deste trabalho.
- Aos funcionários da PósARQ, Ivonete Maria Coutinho Seifert e Juliana Yuriko C. Cruz, pelo auxílio prestado nos assuntos administrativos.
- À minha família, pelo estímulo durante todos estes anos, sem os quais certamente não seria possível concluir mais esta etapa. Um agradecimento especial à minha mãe, geograficamente distante, porém sempre presente na minha vida com muito amor.
- Aos velhos amigos e aos novos, que conheci no caminho que este trabalho me fez percorrer, pela força e incentivo de sempre e pelo apoio incondicional. Para minha amiga Paula Placido Vidal os agradecimentos são dobrados.
- Ao meu namorado, Paulo Ricardo Bandeira, pelo amor e pela compreensão nos momentos que teve que dividir as minhas atenções com a conclusão deste trabalho.
- Às pessoas da “Uati?”, principalmente ao Eduardo Scóz e Rafael Biasotto, pela disponibilidade de horário para minhas orientações, horas estas fundamentais para este trabalho poder ser concluído.
- À colaboração das seguintes empresas: Climatex, Gessoclean, Leila Bolsan Escritório de Arquitetura, Mauro Defferrari Escritório de Arquitetura, ECPO Construções e Construpex.

RESUMO

Um dos processos que demanda grande tempo na construção das edificações são as vedações verticais internas e externas e os seus acabamentos. O tempo de produção pode ser reduzido significativamente com a utilização das vedações verticais industrializadas, como as chapas de gesso acartonado e outros tipos de divisórias leves que são usadas internamente. Elas fazem parte de um processo racionalizado, limpo e prático. Este trabalho aborda as características das vedações com chapas de gesso acartonado, também denominadas de *drywall*, e as vedações com placas cimentícias de madeira mineralizada, denominado internacionalmente como WWCB - *Wood Wool Cement Board*. Os dois sistemas construtivos tem utilização relativamente recente no Brasil e são empregados em vedações verticais, possibilitando conexões rápidas e eficientes entre componentes e propiciando uniformidade e bom acabamento superficial. As análises deste trabalho são efetuadas em quatro estudos de caso de edificações residenciais situadas na Região Sul do Brasil. Os quadros comparativos possibilitam estabelecer as principais características e as variantes tecnológicas de cada sistema construtivo analisado. Os resultados obtidos nos estudos de caso e seus quadros comparativos são sistematizados permitindo estabelecer algumas conclusões sobre as especificidades de cada sistema construtivo no sentido de contribuir para seus desenvolvimentos e ampliar as suas aplicações nas construções arquitetônicas.

Palavras-chave: vedação vertical, arquitetura, placa, chapa, industrialização.

ABSTRACT

One of the processes that takes a long time in building construction are the external and internal vertical partitions and their finishes. The production time can be significantly reduced with the use of vertical industrial partitions, such as sheets of plasterboard and other types of lightweight partitions that are used internally. They are part of a streamlined, clean and practical process. This work discusses the features of the walls of gypsum wallboard, also called drywall, and partitions with wooden boards cementitious minerals, known internationally as WWCB - Wood Wool Cement Board. The two constructive systems have a relatively recent use in Brazil and are used in walls, allowing quick and efficient connections among components and providing uniformity and great superficial completion. The analysis of this work are performed on four residential buildings located in the southern region of Brazil. The comparative tables enable establishing the main features and technological varianttions of each constructive system analyzed. The results are systematized, allowing establish some conclusions about the specificities of each constructive system to contribute to their development and expand their applications in constructions.

Keywords: prefab partitions, architecture.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE TABELAS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 JUSTIFICATIVA.....	22
1.2 OBJETIVOS.....	24
1.2.1 Geral.....	24
1.2.2 Específicos.....	24
1.3 MÉTODO.....	25
1.4 REQUISITOS DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.....	25
1.5 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO TRABALHO.....	25
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
2.1 ASPECTOS GERAIS DO DESIGN INDUSTRIAL.....	27
2.2 FLEXIBILIDADE CONSTRUTIVA EM MORADIAS.....	29
2.3 DEFINIÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL.....	31
2.4 CLASSIFICAÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS.....	33
2.5 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS INDUSTRIALIZADAS.....	36
2.5.1 Coordenação modular.....	36
3 DESCRIÇÃO DAS CHAPAS E PLACAS INDUSTRIALIZADAS UTILIZADAS NAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS.....	40
3.1 CHAPA DE GESSO ACARTONADO (CGA).....	40
3.1.1 Processo de fabricação.....	43
3.2 PLACAS DE MADEIRA MINERALIZADA (PCMM).....	45
3.2.1 Processo de fabricação.....	47
4 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS..	50
4.1 SISTEMA CONSTRUTIVO COM CGA.....	50
4.1.1 Características da instalação.....	50

4.2	SISTEMA CONSTRUTIVO COM PCMM.....	54
	4.2.1 Sistema construtivo com PCMM de 25 mm de espessura.....	54
	4.2.1.1 Características da instalação.....	55
	4.2.2 Sistema construtivo com PCMM de 50 mm de espessura.....	56
	4.2.2.1 Características da instalação.....	57
5	ESTUDOS DE CASO.....	59
5.1	VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS com CGA NO EDIFÍCIO RESIDENCIAL MILLENIUM.....	59
	5.1.1 Aspectos projetuais.....	59
	5.1.2 Aspectos construtivos.....	61
	5.1.3 Transporte e estocagem dos componentes.....	62
	5.1.4 Montagem das vedações internas.....	63
	5.1.5 Acabamentos superficiais.....	66
5.2	VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS com CGA NO EDIFÍCIO RESIDENCIAL PUERTO MADERO.....	68
	5.1.1 Aspectos projetuais.....	68
	5.1.2 Aspectos construtivos.....	71
	5.1.3 Transporte e estocagem dos componentes.....	72
	5.1.4 Montagem das vedações internas.....	72
	5.1.5 Acabamentos superficiais.....	74
5.3	VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS COM PCMM NA CASA DE VIAMÃO.....	76
	5.2.1 Aspectos projetuais.....	77
	5.2.2 Aspectos construtivos.....	80
	5.2.3 Transporte e estocagem dos componentes.....	81
	5.2.4 Montagem das vedações internas.....	82
	5.2.5 Acabamentos superficiais.....	86
5.4	VEDAÇÕES VERTICAIS COM PCMM NAS CASAS DE BLUMENAU.....	87
	5.2.1 Aspectos projetuais.....	88
	5.2.2 Aspectos construtivos.....	91
	5.2.3 Transporte e estocagem dos componentes.....	92
	5.2.4 Montagem das vedações internas.....	93
	5.2.5 Acabamentos superficiais.....	97
6	QUADROS COMPARATIVOS DOS ESTUDOS DE CASO.....	100

6.1	ANÁLISE DOS ASPECTOS PROJETUAIS.....	100
6.2	ANÁLISE DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS.....	102
6.2.1	Quanto à classificação das vedações verticais.....	102
6.2.2	Quanto ao uso de guias horizontais de fixação.....	105
6.2.3	Quanto ao uso dos montantes.....	107
6.2.4	Quanto ao uso das chapas e das placas industrializadas.....	109
6.2.5	Quanto às instalações embutidas nas vedações verticais internas.....	112
6.2.6	Quanto aos acabamentos superficiais.....	114
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
7.1	QUANTO AOS ASPECTOS PROJETUAIS.....	117
7.2	QUANTO AOS ASPECTOS CONSTRUTIVOS.....	117
7.3	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	119
8	REFERÊNCIAS.....	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	O processo do design. Fonte: Löbach (2001).....	28
Figura 2.2	a) Marcação do local para a montagem de uma vedação interna de bloco de cimento e b) Primeira fiada de blocos.....	32
Figura 2.3	a) Vedações verticais externas com painéis de grandes dimensões e b) com painéis de pequenas dimensões. Fonte: Sabbatini (1998).....	32
Figura 2.4	a) Vedação vertical interna com CGA e b) fechamento de uma vedação com CGA.....	33
Figura 3.1	a) armazenamento de CGA standard e b) Tipos de CGA. Fonte: Placo (2009).....	41
Figura 3.2	a) CGA com borda rebaixada e b) CGA com borda quadrada. Fonte: Drywall (2004).....	42
Figura 3.3	Esquema do processo de fabricação da CGA. Fonte: César (2002).....	43
Figura 3.4	Esquema do processo de fabricação da CGA. Fonte: César (2002).....	44
Figura 3.5	Planta da fábrica de PCMM. Fonte: Eltomation (2006).....	47
Figura 3.6	a) Equipamento para a produção de lâ de madeira e b) produção de lâ de madeira com máquina de duas facas. Fonte: Eltomation (2006).....	48
Figura 3.7	a) Submersão da madeira e b) lâ de madeira antes de serem prensadas e moldadas. Fonte: Eltomation (2006).....	48
Figura 3.8	a) algumas variações de PCMM e b) amostra de painel de vedação com PCMM.....	49
Figura 4.1	a) Estrutura de perfis de aço galvanizado. Fonte: Luca (2000) e b) montagem da estrutura. Fonte: Placo (2009).....	51
Figura 4.2	a) aplicação da primeira camada de massa na junta e b) a fita é colocada na extensão da junta sobre a massa. Fonte: Placo (2009).....	53
Figura 4.3	Os Componentes da parede em CGA. Fonte: César (2002).....	53
Figura 4.4	a) esquemático da montagem da vedação com os quadros me madeira e as PCMM de 25 mm e b) resultado final da vedação vertical interna.....	54

Figura 4.5	a) esquemático da montagem da vedação com as PCMM de 50 mm e as guias e b) resultado final da vedação vertical interna.....	56
Figura 5.1	a) Perspectiva do projeto, Fonte: Bolzan (2000) e b) foto da fachada principal.....	59
Figura 5.2	Planta Baixa do pavimento tipo. Fonte: Bolzan (2000).....	60
Figura 5.3	Planta Baixa do apartamento tipo. Fonte: Bolzan (2000).....	61
Figura 5.4	a) parede externa em alvenaria com blocos cerâmicos e b) montagem dos perfis para a colocação das CGA nas divisórias internas. Fonte: Lima (2000).....	62
Figura 5.5	a) Armazenamento de perfis metálicos e b) Armazenamento de CGA. Lima (2003).....	62
Figura 5.6	a) Montagem das guias e b) Colocação dos montantes. Fonte: Lima (2006).....	63
Figura 5.7	a) Eletrodutos fixados na laje e b) Eletrodutos na fase de montagem dos perfis verticais Fonte: Lima (2000).....	64
Figura 5.8	a) Tubulações hidráulicas no forro, b) Colocação dos reforços nos montantes e tubulação hidráulica. Fonte: Lima (2000).....	65
Figura 5.9	a) Fechamento das vedações e b) Realização dos acabamentos. Fonte: Lima (2000).....	65
Figura 5.10	a) Saídas elétricas para lâmpadas e b) Forro finalizado. Fonte: Lima (2000).....	66
Figura 5.11	a) Realização dos acabamentos e b) Realização dos acabamentos – ângulos externos. Fonte: Lima (2000).....	66
Figura 5.12	a) Acabamentos em pintura na sala e b – Acabamentos em azulejos na cozinha. Fonte: Bolzan (2000).....	67
Figura 5.13	a) Revestimento cerâmico da banheira, piso e parede do banheiro e b) revestimento cerâmico do shaft no banheiro. Fonte: Bolzan (2000).....	67
Figura 5.14	Fachada do Edifício Puerto Madero.....	68
Figura 5.15	Planta baixa do oitavo pavimento do Edifício Puerto Madero. Fonte: Bolzan (2002).....	69

Figura 5.16	Planta baixa do pavimento tipo do Edifício Puerto Madero, do segundo ao sétimo pavimento. Fonte: Bolzan (2002).....	69
Figura 5.17	Planta baixa do apartamento padrão do Edifício Puerto Madero. Fonte: Bolzan (2002).....	71
Figura 5.18	a) execução das vedações com CGA e b) divisória do banheiro com uma das faces formada por duas CGA. Fonte: Bolzan (2002).....	71
Figura 5.19	a) Montante duplo para maior rigidez na estrutura da porta e b) Conjunto que faz parte da estrutura de suporte da porta. Fonte: Drywall (2004)	73
Figura 5.20	a) cozinha americana com revestimento cerâmico até o teto e b) vista da parede da sala que faz divisão com a cozinha. Fonte: Bolzan (2002)	74
Figura 5.21	a) Revestimento cerâmico no piso e b) Revestimento cerâmico nas paredes do banheiro de uso comum.	75
Figura 5.22	a) revestimento de madeira no piso e b) Flexibilidade no uso de revestimento do piso. Fonte: Bolzan (2002)	75
Figura 5.23	a) banheira da suíte do apartamento diferenciado no oitavo pavimento e b) visão do banheiro da mesma suíte. Fonte: Bolzan (2002)	76
Figura 5.25	Casa Viamão.....	76
Figura 5.26	Planta Baixa do piso térreo. Fonte: Defferrari (1999).....	77
Figura 5.27	Planta Baixa do pavimento superior. Fonte: Defferrari (1999).....	78
Figura 5.28	Planta Baixa do mezanino do pavimento superior. Fonte: Defferrari (1999)	79
Figura 5.29	Planta Baixa da cobertura. Fonte: Defferrari (1999).	80
Figura 5.30	Fundação e térreo. Fonte: Defferrari (1999).....	81
Figura 5.31	a) Constituição do piso térreo e b) Piso térreo finalizado. Fonte: Defferrari (1999).....	82
Figura 5.32	a) Marcação de montantes no primeiro pavimento e b) formação dos quadros de madeira de pinus autoclavado. Fonte: Defferrari (1999).....	83
Figura 5.33	a) Estrutura interna com passagens de eletrodutos em vedações verticais internas e b) em vedações verticais externas. Fonte: Defferrari (1999).....	84

Figura 5.34	a) placas recortadas para melhor aproveitamento e b) Colocação das PCMM orientadas horizontalmente. Fonte: Defferrari (1999).....	85
Figura 5.35	a) do térreo observa-se as placas sobre caibros e b) montagem do piso em PCMM do pavimento superior. Fonte: Defferrari (1999).....	85
Figura 5.36	a) Forro em PCMM e b) detalhe do forro. Fonte: Defferrari (1999).....	86
Figura 5.37	a) e b) Tratamento de juntas. Fonte: Defferrari (1999).....	86
Figura 5.38	a) Acabamento com pintura e b) azulejos. Fonte: Defferrari (1999).....	87
Figura 5.39	a) e b) Vista da fachada das casas no mesmo nível...	87
Figura 5.40	a) e b) Vista da fachada das casas em desnível.....	88
Figura 5.41	Configuração da planta baixa das residências padronizadas em desnível. Fonte: Construpex (2009).....	89
Figura 5.42	Configuração da planta baixa das residências padronizadas em nível. Fonte: Construpex (2009)....	89
Figura 5.43	Planta de cobertura das três unidades em desnível. Fonte: Construpex (2009).....	90
Figura 5.44	Planta de cobertura das quatro unidades em nível. Fonte: Construpex (2009).....	90
Figura 5.45	Elevação frontal das três unidades em desnível. Fonte: Construpex (2009).....	91
Figura 5.46	Elevação frontal das quatro unidades no mesmo nível. Fonte: Construpex (2009).....	91
Figura 5.47	a) Estocagem das placas e b) Estocagem das chapas na varanda frontal.....	92
Figura 5.48	a) Estocagem das placas quadradas do forro e b) Empilhamento das placas com proteção da camada de gesso.....	92
Figura 5.49	a) Guia metálica horizontal superior fixado na estrutura do telhado e b) guia fixada na extremidade superior da vedação. Fonte: Construpex (2009).....	93
Figura 5.50	a) Fiação elétrica sobre os perfis do forro e b) Fiação elétrica posicionada sobre o forro sendo fechado por PCMM.....	93
Figura 5.51	a) Instalações elétricas de interruptor da sala e b) Instalações elétricas de interruptor e tomadas do quarto. Fonte: Construpex (2009).....	94

Figura 5.52	a) Tubulação hidráulica da cozinha, b) parede com três placas e c) tubulação hidráulica do banheiro. Fonte: Construpex (2009).....	95
Figura 5.53	a) Posição horizontalizada das PCMM e b) Posição verticalizada das PCMM. Fonte: Construpex (2009)	95
Figura 5.54	a) Fixação das placas com pregos galvanizados e b) Detalhe da fixação. Fonte: Construpex (2009).....	96
Figura 5.55	a) Vista da união das duas placas e amarrações das placas em arame de aço galvanizado e b) Vista lateral da amarração em paredes em 90 graus. Fonte: Construpex (2009).....	96
Figura 5.56	a) montagem do muro com placas de madeira mineralizada com montantes de aço galvanizado e b) muro revestido com argamassa de cimento e areia. Fonte: Construpex (2009).....	97
Figura 5.57	a) Tratamento de juntas entre as placas e b) detalhe da fita de união entre as placas e posterior acabamento com gesso.....	97
Figura 5.58	a) Aplicação de argamassa industrializada e b) Desempeno e finalização da superfície. Fonte: Construpex (2009).....	98
Figura 5.59	a) Acabamento com pintura interna branca nas paredes e verniz nas esquadrias e b) Pintura externa colorida na parede e verniz nas madeiras.....	98
Figura 5.60	a) Aplicação de azulejos diretamente sobre a PCMM. Fonte: Construpex (2009) e b) Aplicação de azulejo em meia parede na área de serviço e acabamento.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Características dimensionais das CGA. Fonte: Drywall (2004).....	41
Tabela 3.2	Características físicas em função das espessuras das chapas de CGA. Fonte: Drywall (2004)	43
Tabela 6.1	Parâmetros arquitetônicos dos estudos de caso.....	100
Tabela 6.2	Parâmetros construtivos das vedações.....	102
Tabela 6.3	Parâmetros construtivos das guias horizontais de fixação.....	105
Tabela 6.4	Parâmetros construtivos dos montantes de fixação.....	108
Tabela 6.5	Parâmetros das placas e chapas utilizadas.....	109
Tabela 6.6	Parâmetros de aplicação das instalações embutidas nas vedações verticais internas.....	113
Tabela 6.7	Parâmetros de acabamentos superficiais.....	115

1 – INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar as soluções construtivas utilizadas na concepção e aplicação de produtos voltados à compartimentação de ambientes internos residenciais. Essas avaliações dizem respeito à disponibilidade restrita no mercado de uma quantidade de produtos que possam otimizar a construção das divisórias internas.

A indústria de construção civil, em todo o mundo, encontra-se em um momento claramente dedicado à busca e implementação de estratégias de modernização do setor, onde a racionalização construtiva tem um papel fundamental.

Nesse sentido, as tendências mais notáveis relacionam-se ao emprego de sistemas total ou parcialmente industrializados, capazes de maximizar o potencial de racionalização embutido nos processos construtivos. Questões como desperdícios na construção, atrasos, despreparo da mão de obra e a incompatibilidade entre projeto e execução são problemas frequentes, que devem ser resolvidos com a implantação de alternativas de racionalização da produção. Em meio a este processo de modernização, a preocupação com medidas de racionalização de vedações verticais é crescente, devido à carência de alternativas competitivas e eficientes no mercado nacional.

A cultura construtiva das empresas de construção brasileiras caracteriza-se, no entanto, pela alvenaria convencional como solução de vedação, com elevado índice de desperdício e retrabalho embutidos. Esta é uma barreira importante a ser transposta para a introdução de novos sistemas.

A construção de edifícios ainda mostra certa resistência no que se refere ao emprego de sistemas racionalizados de vedação, enquanto que painéis pré-fabricados são frequentemente utilizados pela edificação na Europa, Estados Unidos e Canadá, como solução para aliar racionalização e velocidade de produção do subsistema vedação.

Neste trabalho, pretende-se estudar a vedação vertical interna industrializada como uma opção de racionalização da obra, levantando dois sistemas: o primeiro que utiliza as chapas de gesso acartonado (CGA) e a segunda, que utiliza as placas cimentícias de madeira mineralizada (PCMM).

1.1. JUSTIFICATIVA

Mesmo nos países mais desenvolvidos a Indústria da construção de habitações também é uma das mais atrasadas quando comparada com outros setores industriais, em função de sua complexidade por ser o resultado da interligação de setores produtivos de diferentes áreas.

Com o processo convencional de alvenaria com tijolos a qualidade final das paredes é basicamente função da qualificação do trabalho do operário que as executa. Um número maior de produtos industrializados ou semi-industrializados possibilitam um maior grau de liberdade de montagem e acabamento resultando, assim, previsível sua qualidade final.

A industrialização apresenta-se como alternativa tecnológica para potencializar a racionalização dos processos e elementos construtivos. Ao normalizar os procedimentos de produção, criam-se padrões e controles de qualidade que deverão ser empregadas na construção, o que contribui para melhorar as condições de trabalho, aumentar a produtividade, gerando confiabilidade e garantia nos prazos de entrega.

A racionalização da produção busca também minimizar desperdícios, pois grande parte dos materiais empregados na construção de uma edificação é de origem não renovável. Essa preocupação na redução da produção de entulhos na construção tem se intensificado com o decorrer dos anos e hoje é considerada como de fundamental importância.

A interação entre o design e a construção arquitetônica possibilita inovar e explorar a capacidade de adequação das soluções estruturais, tornando possível novas formas, otimizando recursos e criando obras emblemáticas em uma época marcada pelo avanço tecnológico aliado a uma consciência ecológica.

No esforço pela redução do desperdício, em décadas recentes, reflexões teóricas e mesmo experiências práticas em projetos de edificações apresentaram novas estratégias de montagem das vedações internas. Montar e desmontar, flexibilizando não só a construção no momento de sua concepção, mas também a utilização ou reutilização da edificação, durante sua vida útil.

Ainda sobre a questão da flexibilização, a atual dificuldade em gerar usos mais permanentes de residências tem se constituído em uma das mais sérias limitações da habitação produzida nos últimos 50 anos, sendo provavelmente um dos mais sérios prejuízos da qualidade confrontada atualmente. Deste modo, Callado (1995), critica a forma tradicional de projetar, baseada na perspectiva funcionalista clássica.

A abertura de um comércio com o resto do mundo coloca o Brasil frente a novas possibilidades. Edificações mais ágeis na sua construção, flexíveis e que, ao mesmo tempo que possam reduzir de forma objetiva o resíduo de obra, não só são desejáveis como viáveis. Esses componentes e técnicas articuladas possibilitam projetos baseados na montagem, na coordenação modular e na seleção de produtos adequados ao uso a que se destinam.

Para um produto industrializado alcançar sucesso de mercado, seja ele um eletrodoméstico, um automóvel ou uma casa, segundo Baxter (1998), deverá atender a três desejos de seus consumidores que são: as necessidades básicas, os fatores de excitação e os fatores de desempenho.

Estas necessidades são levantadas pelas pesquisas de mercado sobre o produto que a empresa está disponibilizando e pela análise dos produtos concorrentes. Dentro deste contexto, os produtos industrializados sempre apresentam melhorias de seu desempenho funcional, como também agregam novidades a um custo proporcional a sua qualidade, como é o caso das indústrias de eletro-eletrônicos. Quando se analisam estas indústrias, verifica-se que elas estão apoiadas na melhoria da qualidade de seus produtos, na racionalização de processos e no desenvolvimento de novas tecnologias.

Ao pesquisar novas alternativas para uma construção racionalizada, transitando pela industrialização leve, articulada e disponível para a intervenção individual, com novos materiais de alto desempenho, destacam-se sistemas de vedações verticais tais como o sistema com CGA e o sistema com PCMM.

Conforme Johansson (1994), o uso destes materiais, entretanto, é limitado em países como o Brasil. O autor destaca que as razões podem ser as características de um produto pouco conhecido e, por isso, pouco valorizado. A utilização de produtos diferenciados exige adaptação quando são mesclados aos métodos tradicionais.

A produção e utilização de chapas de gesso acartonado são viáveis, estão plenamente testadas há quase cem anos e tem sua viabilidade técnica comprovada por um número significativo de área construída ao redor do mundo. Com isso, este trabalho visa apresentar uma análise dos sistemas de vedação vertical interna com CGA e com PCMM empregadas na Região Sul do Brasil.

Em função destas tecnologias serem recentes, faz-se necessária a realização de pesquisas que analisem sua implantação em escala de modo similar a outros sistemas construtivos utilizados nas vedações verticais. Como premissa, aceita-se que a disseminação do

conhecimento de novas tecnologias e o emprego de sistemas construtivos racionalizados possam desenvolver processos industrializados que respondam às exigências dos usuários e atendam aos prazos exíguos das construções contemporâneas.

A melhoria de um produto implica em perseguir um ideal de produto em relação à situação real que deverá ser transformada. Melhorar os produtos e o sistema que compõe a vedação vertical interna, do ponto de vista técnico, é avançar mais um passo na meta de aumentar o número de consumidores. Este processo pode ser iniciado com o estudo destes elementos que compõe a edificação. Baxter (1998) afirma que a pesquisa inicial pode gerar princípios de projeto para um novo produto. Esta pesquisa pode começar verificando se os produtos com esta função já existem no mercado. A análise destes produtos também auxilia no levantamento das necessidades e desejos dos consumidores.

Estes aspectos fazem o tema da pesquisa ser atual e relevante, gerando expectativas de que sua aplicação possa melhorar as condições de conforto e habitabilidade da população brasileira. Este trabalho se justifica na medida em que contribuirá para fornecer base para a melhoria da sistematização e da funcionalidade no projeto das vedações verticais internas industrializadas.

1.2. OBJETIVOS:

1.2.1 Geral:

Analisar os sistemas construtivos utilizados na produção de vedações verticais internas em edificações residenciais que utilizam chapas de gesso acartonado (CGA) ou placas cimentícias de madeira mineralizada (PCMM) em edificações residenciais situadas na Região Sul do Brasil.

1.2.2 Específicos:

- Levantar dados referentes ao uso das vedações verticais internas realizadas com CGA e com PCMM;
- Levantar dados referentes aos sistemas construtivos utilizando as CGA e as PCMM;
- Levantar dados sobre a aplicação das vedações verticais internas industrializadas estudadas em quatro estudos de caso, situados na Região Sul do Brasil;
- Comparar os sistemas de vedações estudados.

1.3 MÉTODO

O presente trabalho baseia-se em um método qualitativo e exploratório, que busca a análise técnica das vedações verticais internas industrializadas que se utilizam das CGA e de PCMM por meio do levantamento de dados. A revisão da literatura foi realizada por meio de livros, revistas especializadas, artigos técnicos, anais de congressos, Internet, visitas a obras, entrevistas e outras fontes de pesquisa, cuja seqüência de elaboração do trabalho é discriminada a seguir:

- Pesquisa bibliográfica;
- Levantamento gráfico e fotográfico para os estudos de caso;
- Análise dos projetos e de sua funcionalidade em quatro estudos de caso e análise de variantes construtivas utilizadas;
- Elaboração de quadros comparativos entre os dois sistemas de vedações verticais industrializadas estudadas;

1.4 REQUISITOS DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Para a seleção e escolha dos estudos de caso, alguns quesitos foram levados em consideração:

- Construções localizadas na Região Sul do Brasil;
- Possuir aplicação dos sistemas construtivos com CGA e com PCMM em edificações residenciais com a função de vedação interna;
- Inicialmente buscaram-se estudos de caso em edificações residenciais com mais de cinco pavimentos. Como estes não foram encontrados no sistema com PCMM foram incluídos dois estudos de caso com edificações térreas.

1.5 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta o objeto de estudo, bem como os objetivos a ser alcançados, os métodos e técnicas de pesquisa.

O capítulo 2 trata da revisão bibliográfica. Descreve os aspectos gerais do design industrial, mostrando o envolvimento do profissional da área na pesquisa e elaboração de novos produtos. Há a conceituação de alguns termos abordados na dissertação e também está neste capítulo a introdução ao tema vedações verticais internas.

O capítulo 3 tem enfoque na caracterização dos materiais e produtos que compõem os sistemas de vedações verticais internas em as CGA e PCMM.

O capítulo 4 disserta sobre a caracterização dos sistemas de vedações verticais internas com CGA e com PCMM. Serão descritas as suas características como sistemas e suas aplicações.

No capítulo 5 apresenta-se a análise de quatro estudos de caso. São mostrados casos concretos de aplicação dos sistemas de vedações verticais internas com CGA e também com PCMM. São levantados, então, dados sobre o Edifício Millenium, Edifício Puerto Madero, da casa de Viamão e das casas de Blumenau.

O capítulo 6 apresenta os quadros comparativos, cruzando os dados provindos dos estudos de caso. Também se apresenta uma descrição dos dados mais relevantes presentes em cada tabela.

O capítulo 7 fecha a pesquisa com a conclusão e com a sugestão de outros trabalhos a ser realizados para avançar no objeto de estudo desta.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DO DESIGN INDUSTRIAL

Historicamente, foi a partir do final do Século XIX que começou a ser notado um interesse mais acentuado por métodos e técnicas orientados especificamente ao desenvolvimento de produtos. A indústria despertava para o surgimento deste novo domínio de conhecimento, o qual passou a atingir posição de destaque ao final do Século XX. Cunha (2004) afirma que ao longo deste processo ocorreu um progressivo aumento da base do conhecimento relativo ao desenvolvimento de produtos e também transformações no papel do profissional envolvido com esta atividade. Inicialmente, a atividade era centrada no trabalho individual, com caráter artesanal. O processo de desenvolvimento de um produto manufaturado passou a ser organizado com os esforços de profissionais de várias áreas, um trabalho articulado e colaborativo.

Desde o princípio da Revolução Industrial, fenômeno intimamente relacionado ao aumento de demanda ocasionado pela explosão demográfica, a prioridade no desenvolvimento da atividade industrial centrou-se na solução de problemas relacionados, inicialmente, ao processo de fabricação e, posteriormente, à organização da produção. Mais tarde, em grande parte como fruto do desenvolvimento tecnológico, a preocupação com a concepção do produto passa a ocupar lugar de destaque.

Profissionais das áreas mais relacionadas com a concepção das características físicas do produto, como engenheiros e designers, tendem a ter a sua visão de produto concentrada nas questões inerentes à obtenção da sua funcionalidade.

A origem do termo design Industrial vem junto com o aumento de interesse pelo desenvolvimento de produtos e, por isso, é remetida ao contexto do século XIX. Lobach (2001) diz que o design industrial é o processo de adaptação dos produtos de uso fabricados industrialmente às necessidades físicas e psíquicas do usuário. Compete ao designer industrial elaborar as funções dos produtos mediante as quais se atendem essas necessidades. Ele define o termo design como sinônimo de projeto, idéia ou plano para a solução de um problema determinado. Desta forma, o autor atribui ao design à função de configuração do entorno, e esse conceito geral se desdobra em várias configurações do ambiente que cerca o homem.

Dorfles (1984) propõe ampliar o conceito de design, de modo a fazê-lo incluir não só a criação de objetos em série, mas, em geral, todos

os elementos planejados em série, estendendo, portanto, o seu âmbito até boa parte da arquitetura. Atualmente a concepção de um produto para arquitetura é o objeto de intervenção de diversas áreas de conhecimento, incluindo o design industrial, que participam atuando de diferentes maneiras dentro de suas especialidades para o planejamento e produção.

Segundo Löbach (2001), o design é a ferramenta com a qual se pode contar para a melhoria do padrão de qualidade dos produtos. É no design que todas as qualidades desejadas são planejadas, concebidas, especificadas e determinadas para o produto, amarradas a sua natureza tecnológica e aos demais processos que fazem parte de sua produção. O autor ainda diz que é possível considerar o design como um processo de comunicação, como ilustra a figura 2.1. Aparece ali em primeiro lugar a relação entre o projetista e o empresário. Existe uma segunda relação entre o designer e o objeto de design, o produto industrial. Esta relação se denomina, no diagrama, processo de design, no qual se representa a idéia da satisfação de uma necessidade na forma de um produto industrial.

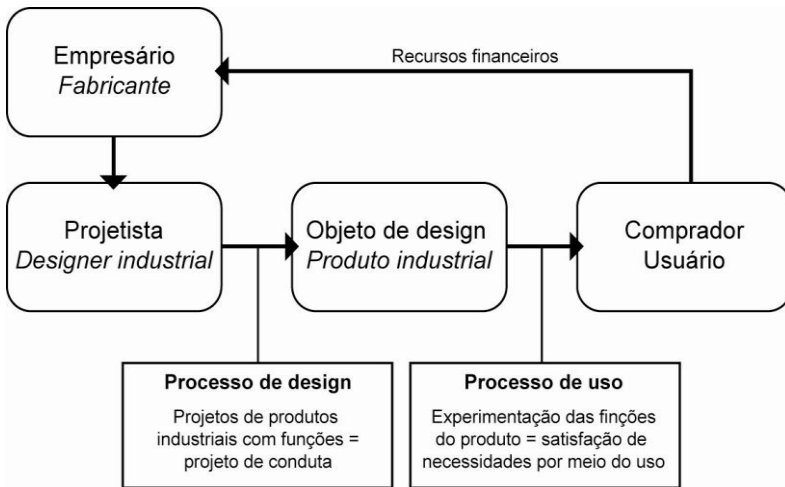


Figura 2.1 – O processo do design. Fonte: Löbach (2001)

O designer industrial atua nos projetos de produto, componentes e elementos que vão compor os sistemas construtivos. Ele projeta elementos industrializados que podem ser utilizados nos diferentes subsistemas que compõem a edificação. No conjunto desses elementos se

enquadram as chapas e placas industrializadas usadas nos sistemas que configuram vedações verticais internas. Deste modo, este trabalho busca trazer contribuições para uma visão sistêmica de como é realizada a concepção de uma vedação vertical interna com o uso de placas e chapas industrializadas.

2.2 FLEXIBILIDADE CONSTRUTIVA EM MORADIAS

Herbert (1979) propõe que “a habitação deva ser sensível às necessidades e desejos, às aspirações razoáveis e aos sonhos realizáveis do usuário”. Comenta, inclusive, que muitas decisões de projeto possam ser compartilhadas com os usuários. Grande parte dos usuários deseja um maior grau de flexibilidade construtiva, que está relacionada, principalmente com a possibilidade de trocar o uso de alguns elementos, de remover ou adicionar paredes divisórias e, assim alterar o *layout* interno, além da possibilidade de adicionar ou remover espaços ou componentes. A necessidade de uma caracterização pessoal à residência deve ser facilitada no projeto, possibilitada por meio de pequenas variações e adaptações que possam ser realizadas pelos usuários.

Segundo Dorfman (2002), a flexibilidade é um conceito profundamente inserido tanto na história como no repertório técnico e teórico da arquitetura contemporânea. Para este autor, uma das mais fortes tendências no desenvolvimento das técnicas construtivas ao longo do século XX foi a busca contínua pela flexibilidade, tanto dos processos produtivos quanto dos edifícios produzidos. A velocidade das mudanças na economia e no modo de vida das sociedades urbanas tornou as exigências sobre o desempenho dos edifícios e suas técnicas de produção cada vez mais diferenciadas e mutáveis, disseminando a flexibilidade como base conceitual para a sustentabilidade das edificações.

Campanholo (1999) expõe que a personalização, como uma realidade do mercado, constitui o terceiro estágio da atividade produtiva. Na primeira etapa, a produção apresenta-se como puramente artesanal, numa sociedade em que a terra era a base de todas as organizações: econômica, familiar, política e cultural. Já na segunda etapa surgiu a Revolução Industrial, influenciando muitos dos aspectos da vida humana e modificando as feições do passado. Passou-se, então, a produzir uma grande quantidade de produtos idênticos, ressaltando-se os seguintes conceitos: padronização, especialização, sincronização, concentração, maximização e centralização. Com o passar dos anos, entretanto, várias forças convergiram para a personalização, entre elas a

elevação do padrão socioeconômico de parte da população, que assim se tornou capaz de satisfazer anseios relativamente individualizados. Segundo o mesmo autor, no começo da década de 90, o mercado imobiliário viu a necessidade de adaptar-se ao usuário e passou a adotar projetos residenciais flexíveis, com a participação do cliente na definição do arranjo espacial e dos materiais de acabamento. Deste modo, o produto personalizado passou a ser uma tendência que também atingiu o setor de edificações.

No Brasil, na mesma época, com a extinção do Sistema Financeiro da Habitação, o mercado imobiliário passou a receber pouca atenção dos agentes financeiros. Os financiamentos passaram em grande parte a serem feitos diretamente pelas construtoras. Isto gerou um estreitamento das relações entre cliente e empresa, a partir da compra de imóveis na planta com prazos de entrega variando de dois a três anos em média. Esta maior participação do cliente passou a incluir inevitáveis solicitações e acordos para modificação dos projetos e memoriais descritivos. Assim, fez-se emergir um novo condicionante do processo produtivo na indústria da construção de edifícios: a personalização, a planta aberta, a possibilidade de escolha.

A personalização vem sendo utilizada em muitas empresas como estratégia de marketing, como elemento de diferenciação do produto. O argumento de oferecer personalização maior ou menor, ou mesmo opções dentro de um rol previamente planejado pela empresa, em geral tende a atingir os desejos do cliente sendo um elemento a mais na decisão de compra do imóvel. Campanholo (1999) ressalta que a necessidade de se ofertar uma maior diversidade de produtos ou de torná-los personalizados não provém somente de aspectos conjunturais ligados à economia e à tecnologia. Vem, principalmente, da tendência inerente do ser humano em diferenciar-se do outro, buscando sua própria identidade

Uma maior flexibilidade possibilita a personalização do ambiente construído. Isso é possível, hoje, pela racionalização dos sistemas construtivos e também devido aos recursos proporcionados por novas tecnologias. Um exemplo destes recursos está no sistema de vedações, onde são empregados painéis leves industrializados. Este sistema é conhecido como *drywall* ou construção seca e estão sendo utilizados cada vez mais no Brasil.

A flexibilidade segundo Barth, Catto e Roman (2007), pode ser conceituada como a capacidade de um sistema de se submeter a mudanças com relativa facilidade. No entanto, este conceito tem um aspecto bastante amplo quando aplicado no setor da construção de

edifícios, fazendo-se necessária à contextualização do termo conforme sua aplicação:

- a) Flexibilidade projetual – é a propriedade de transformação e adaptação que um determinado *lay-out* ou projeto pode apresentar para satisfazer de modo ordenado variações nos programas de necessidades.
- b) Flexibilidade construtiva – Rosso (1976) define a flexibilidade de um sistema construtivo como a capacidade de compatibilizar um maior número possível de combinações de diferentes módulos, destacando que quanto menor o módulo adotado mais elevado é o grau de flexibilidade.
- c) Flexibilidade de uso – Brandão e Heineck (1997), a designam como flexibilidade contínua ou funcional e que se processa ao longo da vida útil da construção.

Segundo suas definições, os três termos se tornam necessários aos sistemas componíveis das vedações verticais internas para a total satisfação do usuário final.

2.3 DEFINIÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL

Segundo Franco (1998), a principal função da vedação vertical está contida na sua própria definição, ou seja, é o subsistema do edifício constituído por elementos destinados à compartimentação e à definição vertical dos espaços internos, bem como, ao controle da ação de agentes indesejáveis. Além disso, serve de suporte e proteção para as instalações do edifício, quando embutidas e cria as condições de habilidade para o edifício, juntamente com as esquadrias e os revestimentos, que a rigor fazem parte das vedações.

Desde que o homem começou a construir seus abrigos para se proteger das intempéries, de seus inimigos e de animais predadores, a vedação de suas construções sempre teve um tratamento especial, pois a ela cabia a responsabilidade de sua proteção. César (2002) diz que o conceito de vedação evoluiu muito ao longo da história da humanidade, em função dos materiais disponíveis no meio em que o homem habitava, de seus recursos tecnológicos como também de suas necessidades, sejam elas de natureza física, cultura e ou espiritual.

Bender (1976) afirma que a evolução dos sistemas de vedação vertical, feita com componentes produzidos industrialmente, tem em um primeiro momento a produção de tijolos cerâmicos maciço produzidos em olarias artesanais. Posteriormente houve a produção de blocos vazados com equipamentos mais complexos. O processo de construção de uma parede que utiliza estes componentes se caracterizava pela construção tijolo por tijolo, ligados com argamassas de cimento e cal e areia. Tem-se então uma estrutura podendo ser ela estrutural ou apenas

de vedação. Esta proposta de componente para vedação vertical evoluiu dos blocos vazados para os blocos de concreto. As figuras 2.2a e 2.2b mostram estas vedações verticais.



Figura 2.2 – a) Marcação do local para a montagem de uma vedação interna de bloco de cimento e b) Primeira fiada de blocos.

Procurando diminuir o tempo de construção de uma edificação surgiram outros conceitos de utilização de elementos de vedação maiores e mais industrializados, como são os painéis com pequenas dimensões e as chapas com grandes dimensões. As figuras 2.3a e 2.3b apresentam estes conceitos para vedação vertical.



Figura 2.3 – a) Vedações verticais externas com painéis de grandes dimensões e b) com chapas de pequenas dimensões. Fonte: Sabbatini (1998)

Segundo César (2002), outros conceitos surgiram em paralelo a estes, como as chapas de madeira reconstituídas, as chapas de gesso e as placas cimentícias, aplicadas sobre uma estrutura com perfis de madeira ou de metal. Todos produzidos industrialmente e aplicados manualmente na obra. Estes sistemas caracterizam-se pela leveza dos componentes tanto estruturais como os de vedação. As figuras 2.4a e 2.4b apresentam o conceito destes componentes para vedação vertical.



Figura 2.4 – a) Vedação vertical interna com CGA e b) fechamento de uma vedação com CGA.

A escolha pelo uso de cada conceito apresentado se dá por razões culturais, disponibilidades de matéria prima e domínio da tecnologia empregada no processo construtivo. Nas culturas com maior domínio tecnológico tem-se uma maior utilização dos componentes industrializados constituídos por painéis de vedação de pequenas e grandes dimensões, como também por componentes leves empregados para compor o sistema de vedação vertical.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS VEDAÇÕES VERTICAIS

De acordo com Franco (1998), as vedações verticais são passíveis de vários tipos de classificação, as quais são mencionados a seguir:

- a) Quanto à função que desempenha no conjunto do edifício, as vedações verticais podem ser divididas em:
 - Externas - são as vedações envoltórias do edifício.
 - Internas – são as vedações internas do edifício.

- b) Quanto à técnica de execução empregada na produção das vedações, elas podem ser divididas em:
 - Por conformação – são vedações obtidas por moldagem a úmido. Trata-se das vedações em alvenaria ou de painéis moldados no local;
 - Por acoplamento a seco – são vedações obtidas por montagem através de dispositivos. Compõe a técnica construtiva conhecida como construção seca ou *dry construction*, por não empregar materiais obtidos com adição de água em sua montagem. Trata-se de vedações produzidas com painéis leves;

- Por acoplamento úmido – são vedações obtidas por montagem a seco de componentes com aplicação de fixadores úmidos como argamassa ou concreto. Trata-se de vedações, produzidas com elementos pré-moldados ou pré-fabricados de concreto.
- c) Quanto à densidade superficial da vedação vertical, que refere-se à relação entre a sua massa e área que ocupa:
- Leve – são as vedações verticais não estruturais, de densidade superficial baixa, sendo o limite convencional de aproximadamente 100kg/m^2 ;
 - Pesada – são as vedações verticais de densidade superficial superior ao limite pré-determinado de aproximadamente 100kg/m^2 .
- d) Quanto à mobilidade das vedações verticais, que se refere à facilidade ou não de sua remoção do local no qual fora inicialmente aplicada, podem ser classificadas em:
- Fixas - são as vedações imutáveis, que necessitam receber os acabamentos no local. Em caso de transformação do espaço, os elementos constituintes dificilmente são recuperáveis.
 - Desmontáveis - são as vedações passíveis de ser desmontadas com pouca degradação. A remontagem irá requerer a reposição de algumas peças e levará mais tempo para a execução dos ajustes necessários.
 - Removíveis - são as vedações passíveis de ser montadas e desmontadas facilmente, sem degradação dos elementos constituintes. Tratam-se de elementos totalmente modulares;
 - Móveis - tratam-se de divisórias empregadas na simples compartimentação dos ambientes, não estando vinculadas a nenhuma outra parte do edifício.
- e) Quanto à estruturação, que se refere às suas características de sustentação no edifício. Assim, quanto à estruturação, as vedações verticais podem ser divididas em:
- Estruturada – possui uma estrutura reticular para suporte dos componentes de vedação; como por exemplo: divisória leve de CGA.
 - Autoportantes – não possui uma estrutura complementar, pois a vedação se auto suporta; como por exemplo: alvenaria de vedação;

- f) Quanto à continuidade do pano. Essa classificação considera a relação entre a continuidade do pano, em função da distribuição dos esforços pelo mesmo. E, com isso, as vedações verticais podem ser divididas em:
- Monolíticas - quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita por todo o conjunto dos elementos, que trabalham solidariamente, como, por exemplo, é o caso das alvenarias;
 - Modulares - quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelos componentes de modo individual, em função da existência de elementos de juntas, como é o caso das CGA, por exemplo.
 - Pneumáticas - são as vedações verticais sustentadas a partir da injeção de ar comprimido. São de pouco uso atual. Pode-se citar como exemplo os galpões em lona.
- g) Quanto à continuidade superficial das vedações verticais. Essa classificação está relacionada à continuidade visual da vedação vertical e podem ser divididas em:
- Descontínuas - nos casos em que as juntas entre componentes ficam aparentes;
 - Contínuas - nos casos em que as juntas não são aparentes.
- h) Quanto ao acabamento das vedações verticais. Essa classificação considera o momento em que o acabamento da vedação vertical é incorporado a ela, podendo ser divididas em:
- Com revestimento incorporado - são posicionadas acabadas em seus lugares definitivos, sem a necessidade de aplicação de revestimentos *a posteriori*. É o caso, por exemplo, dos painéis pré-moldados de concreto com prévia aplicação de cerâmica e das divisórias leves com estrutura em colméia e acabamento com chapas de laminado melamínico;
 - Com revestimento *a posteriori* - são executadas em seus lugares definitivos, sem a aplicação prévia de revestimentos. É o caso, por exemplo, das alvenarias de um modo geral e das CGA
 - Sem revestimento - não necessitam da aplicação de revestimentos. Podem ser utilizadas aparentes ou receberem unicamente uma pintura. É o caso de alguns tipos de alvenaria, cujas características lhe garantem estanqueidade.

Para Franco (1998) o projeto de vedação vertical é uma peça de extrema importância para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas e este projeto deve ser concebido dentro uma visão sistêmica, não se restringindo unicamente à melhoria do comportamento dos componentes da vedação vertical, mas inserindo o funcionamento da vedação vertical no edifício e a sua produção na organização e racionalização dos demais subsistemas que compõe a edificação.

2.5 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS INDUSTRIALIZADAS

A industrialização na construção baseou-se na aplicação dos princípios de racionalização, tipificação e mecanização da produção com objetivo de fabricar elementos arquitetônicos para construção de edificações. As vedações verticais internas com placas e chapas industrializadas são frutos da implementação da industrialização na construção de edificações.

Segundo Barth, Catto e Roman (2007) a aplicação dos conceitos de sistemas construtivos combináveis, intercambiáveis e complementares entre si, baseados em um sistema de dimensões comuns, tal como a coordenação modular são requisitos para aumentar os níveis de industrialização dos processos de produção.

2.5.1 Coordenação modular

O termo módulo descende da palavra em latim *modulus*, que originalmente corresponde a uma medida padrão de comprimento. A modularização é hoje utilizada por diversos setores industriais.

A maior proposta por trás da modularização é a produção de uma variedade de produtos racionalizados. Ela possibilita que se tenha uma gama variada de produtos com respostas rápidas às mudanças de desejos e necessidades dos consumidores. A modularização pode ser vista como uma estratégia para construir processos ou produtos complexos a partir de pequenos subsistemas que podem ser desenvolvidos individualmente, mas que funcionam como um conjunto integrado.

No design, na escola alemã Bauhaus (1919-1933), seu fundador, o arquiteto Walter Gropius, uniu a idéia de padronização do processo de produção industrial. Este conhecimento foi então aplicado tanto na configuração de objetos, quanto na padronização de elementos construtivos de edifícios.

A modularização pode ser classificada também conforme a sua inserção no desenvolvimento do produto, segundo Chemillier (1980).

Ela pode assim estar voltada para uma ou mais formas como descrita abaixo:

- Modularização no projeto: os projetos de produtos complexos começam com a idéia de uma arquitetura do produto. Essa arquitetura modular inclui traçar passo a passo os elementos funcionais e discriminar relações completas entre os componentes.
- Modularização para o uso: é dirigida ao consumidor de um produto com vista à facilidade de utilização e a satisfação individualizada deste consumidor. Este tipo de modularidade está diretamente relacionada com a customização em massa, porque atende diretamente as necessidades do consumidor.
- Modularização na produção: o foco da modularidade está na produção. A modularidade na produção é relacionada como a produção pode ser organizada para uma variedade elevada do produto. Ela tende a facilitar a variedade do produto, o fluxo da produção, o custo e as exigências de qualidade e, adicionalmente reduz a complexidade no processo principal por meio do subconjunto e pode transferir algumas das atividades aos fornecedores.

Estudos desenvolvidos por vários setores da indústria e da academia mostram que há problemas em todos os elos da cadeia da construção de edificações. Baldauf e Greven (2004) colocam que uma das formas de atingir uma melhor performance na construção é buscar a racionalização e industrialização dos seus componentes, de maneira que a construção de edificações possa aplicar efetivamente as melhores práticas tanto no projeto como na produção. Edificações projetadas em sintonia com o pensamento atual em sistemas de produção, a customização em massa. Em suma, procura-se permitir que o usuário possa efetivamente escolher o habitat que melhor se aproxima de seus anseios individuais e, ao mesmo tempo, possibilitar um processo de projeto e produção com baixos níveis de perdas. Para que isso seja possível, é imprescindível, entre outras coisas, que os insumos estejam em conformidade com as normas e que estas contemplem os conceitos de coordenação modular. Rosso (1980) define racionalização como a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado da maior efetividade possível.

Todas as etapas do ciclo produtivo, desde a normalização, a certificação e projeto dos componentes, passando pela matéria-prima

utilizada para sua fabricação, pelos projetos de edificação, estrutural e complementares, até a montagem e manutenção das edificações, ficam envolvidas. Dessa forma, todos os intervenientes da cadeia produtiva são corresponsáveis pela busca do sucesso. Com normas técnicas bem elaboradas seguidas por um eficiente sistema de certificação, os componentes passam por uma padronização dimensional, a partir da qual têm as mesmas características dimensionais, e por uma redução da variedade de modelos, mediante o emprego de medidas preferidas a ser escolhidas na série de medidas preferíveis. Mesmo sendo os componentes produzidos por indústrias diferentes, essas características asseguram a intercambialidade entre eles, pois passam a ser compatíveis entre si, em função de suas dimensões múltiplas do módulo decimétrico. Dessa forma, rumo-se à industrialização aberta.

Segundo Baldauf e Greven (2004), o Brasil foi um dos primeiros países, em âmbito mundial, a aprovar uma norma de coordenação modular, em 1950. De lá para cá, poucos objetivos foram alcançados, mesmo com toda a promoção para a racionalização da construção. O fato é que, hoje, a indústria da construção de edifícios apresenta-se como um setor de caráter heterogêneo em relação à sua produção, marcada, de um lado, por obras com um alto índice de produtividade e, de outro, por obras artesanais com altos índices de desperdício associados à baixa produtividade.

A coordenação modular é um sistema que qualificou a indústria da construção em um grande número de países, e, no contexto atual da produção de edificações, é imprescindível que ela volte a ser considerada, agora aliada a questões econômicas e de sustentabilidade. Dorfman (2002) acrescenta que a coordenação modular é uma das grandes responsáveis pelo aumento de produção e redução de custos na industrialização da construção.

Chemillier (1980) afirma que com a industrialização que se processou em vários setores no século XX, a construção também não poderia deixar de passar por uma profunda revisão. Imbuídos pelo espírito dessa industrialização, não mais passível de uma regressão, profissionais da área iniciaram vários estudos a respeito da pré-fabricação e, conseqüentemente, da Coordenação Modular. Em 1921, o arquiteto Le Corbusier declarou que era preciso que as casas fossem produzidas em série, em fábricas, com linhas de montagem como a Ford montava seus automóveis. Segundo Barth e Vefago (2007) o aumento do grau de industrialização é função da racionalização e da mecanização, podem substituir gradativamente o trabalho humano pela máquina, com os objetivos de diminuir ou eliminar os desperdícios e

aumentar a produtividade. Deste modo, pode-se maximizar a fabricação de produtos com o mínimo de insumos.

O tradicional levantamento da alvenaria tem sido a única forma de racionalização das vedações verticais internas, utilizada de modo fundamentado no Brasil, segundo Sabbatini (1998). Entretanto, para realizar as vedações verticais internas de construções habitacionais o emprego da alvenaria tradicional ainda não é a solução mais adequada, principalmente nas situações em que a velocidade da execução seja um fator crítico na construção. Empresas que buscam ganhos de produtividade e diminuição de perdas para serem competitivas no mercado precisam necessariamente investir na racionalização. Neste sentido, o subsistema vedação vertical interna passou a ser apontado pelos construtores como um dos principais gargalos tecnológicos da construção, principalmente em edifícios, pela importância para a introdução de novos materiais, componentes e sistemas construtivos.

3 DESCRIÇÃO DAS CHAPAS E PLACAS INDUSTRIALIZADAS UTILIZADAS NAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS

Neste capítulo serão abordadas as chapas de gesso acartonado e as placas cimentícias de madeira mineralizada, descrevendo suas características físicas, seus componentes e métodos de fabricação.

3.1 CHAPAS DE GESSO ACARTONADO (CGA)

As chapas de gesso têm como características geométricas grandes dimensões no sentido da largura e do comprimento em relação à pequena espessura. Quanto à matéria-prima, está embasada na utilização do minério de gipsita, por ser resistente à compressão e facilmente moldável, reforçado com o cartão tipo duplex de papel reciclado resistente à tração.

As CGA, segundo Luca (2000), surgiram em 1895, nos Estados Unidos, como resultado de pesquisas de Augustine Sackett. Inicialmente as placas eram delgadas e moldadas em fôrmas rasas, uma de cada vez, e tinham a finalidade de servir como base para acabamento. Desde então, as placas passaram por vários processos de aperfeiçoamento e há aproximadamente 60 anos atrás se concebeu a idéia de cobrir essas placas com papel, sendo o início do desenvolvimento das modernas CGA.

Atualmente, as chapas são fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, em que uma é virada sobre as bordas longitudinais e colada sobre a outra. As CGA devem ser produzidas de acordo com as seguintes normas da ABNT:

- NBR 14.715:2001 Chapas de gesso acartonado – Requisitos.
- NBR 14.716:2001 Chapas de gesso acartonado – Verificação das características geométricas.
- NBR 14.717:2001 Chapas de gesso acartonado – Determinação das características físicas.

Em relação às características dimensionais, a tabela 3 apresenta uma síntese dos diversos tipos de chapas disponibilizadas para construção.

Tabela 3.1 – Características dimensionais das CGA.

Característica geométrica		Tolerância	Límite
Espessura	9.5 mm	± 0.5 mm	-
	12.5 mm		-
	15 mm		-
Largura		+0 / -4 mm	Máximo de 1200 mm
Comprimento		+0 / -5 mm	Máximo de 3600 mm
Esquadro		≤2.5 mm / m de largura	-
Rebaixo ⁽¹⁾	Largura	Mínimo	40 mm
		Máximo	80 mm
	Profundidade	Mínimo	0.6 mm
		Máximo	2.5 mm

Fonte: Drywall (2004)

Elas também estão divididas em três categorias pela sua cor, conforme a finalidade que se destinam. Dos três tipos de chapas, tem-se:

a) CGA *standard* ou padrão

As chapas padrão usadas comumente, também denominadas de *Standard*, são compostas, segundo Taniguti (1999), por um miolo de gesso com aditivos poliméricos, sendo revestida em ambas as faces com papel kraft. Segundo este autor, os aditivos normalmente utilizados são sulfato de potássio, sulfato de sódio doucloreto de sódio, cuja função é acelerar o tempo de pega, para possibilitar a produção em larga escala. Utiliza-se também amido, para facilitar a aderência do gesso no cartão. Pode-se identificar essa chapa pela cor do cartão, que é branco na face frontal e marfim na face posterior. Esta chapa apresenta-se nas figuras 3.1a e 3.1b.

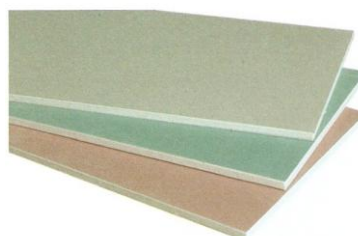


Figura 3.1 - a) armazenamento de CGA standard e b) Tipos de CGA. Fonte: Placo (2009)

As chapas com espessura acima de 12,5 mm possuem maior resistência ao fogo e melhor isolamento acústico que as placas de menor espessura. São rígidas e, portanto, mais difíceis de ser curvadas (LUCA,

2000). As chapas com 12,5 mm de espessura são as mais utilizadas no Brasil. Podem ser fixadas em estruturas de madeira ou perfis metálicos e, caso se deseje melhorar o isolamento termo-acústico, pode-se fixar duas chapas numa mesma face da divisória, o que se denomina de parede dupla.

Segundo Luca (2000), para realizar reparos as chapas com 9,5 mm de espessura são as mais utilizadas. Observa-se também que as chapas de 6 mm de espessura são utilizadas para revestir paredes já existentes. Ressalta-se que, apesar dos fabricantes brasileiros comercializarem outros tipos de chapas, somente a chapa normal ou *Standard* é fabricada no Brasil.

b) CGA resistentes à umidade – Hidrófuga

As chapas resistentes à umidade são constituídas por gesso e aditivos, como silicone ou fibras de celulose, e têm as duas superfícies cobertas por um cartão com aditivo hidrofugante, segundo Mitidieri (1997). Apesar dessa chapa ser recomendada para áreas molháveis, não devem ser empregadas em áreas sujeitas a uma alta taxa de umidade. Além disso, as chapas devem ser montadas de tal modo a se evitar a entrada de vapor de água nas juntas, que pode deteriorar o material. No Brasil é possível reconhecer essa chapa pela cor verde do cartão.

c) CGA resistentes ao fogo

As chapas resistentes ao fogo, segundo Luca (2000), possuem aditivo no gesso e fibras de vidro, que melhoram a resistência à tração e reduzem a absorção de água, além de conferirem maior resistência ao fogo. As chapas resistentes ao fogo resistem durante uma hora, no caso das chapas com espessura de 15 mm, e 45 minutos, para as chapas com espessura de 12,5 mm. As chapas resistentes ao fogo comercializadas no Brasil possuem o cartão na cor rosa.

Essas chapas também estão classificadas segundo dois tipos de bordas: rebaixada, onde há necessidade de tratamento de junta; e quadrada, presente em divisórias e forros removíveis. Estão ilustradas na figura 3.2.



Figura 3.2 – a) CGA com borda rebaixada e b) CGA com borda quadrada. Fonte: Drywall (2004).

A tabela 3.2, mostra de forma esquemática as principais características físicas das CGA em função das suas espessuras.

Tabela 3.2 – Características físicas em função das espessuras das chapas de CGA.

Determinação		Limites		
		Espessura da chapa (mm)		
Densidade superficial da massa (kg/m ²)	Mínimo	9.5	12.5	15.0
	Máximo	8.5	12.0	14.0
	Variação máxima em relação à média das amostras de um lote	± 0.5		
Resistência mínima à ruptura na flexão (N)	Longitudinal ⁽¹⁾	400	550	650
	Transversal ⁽²⁾	160	210	250
Dureza superficial determinada pelo diâmetro máximo (mm)		20		
Absorção máxima de água para chapa resistente à umidade – RU – (%)		5		
Absorção superficial máxima de água para chapa resistente à umidade – RU – tanto para face da frente quanto para a face do verso – característica facultativa – (g/m ²)		160		

⁽¹⁾ Amostra com a face da frente virada para baixo. Carga aplicada na face do verso.

⁽²⁾ Amostra com a face da frente virada para cima. Carga aplicada na face da frente.

Fonte: Drywall (2004)

3.1.1 Processo de fabricação

A figura 3.3 mostra o esquema evolutivo das fases da fabricação das CGA desde a extração do gesso até a formação da chapa final.

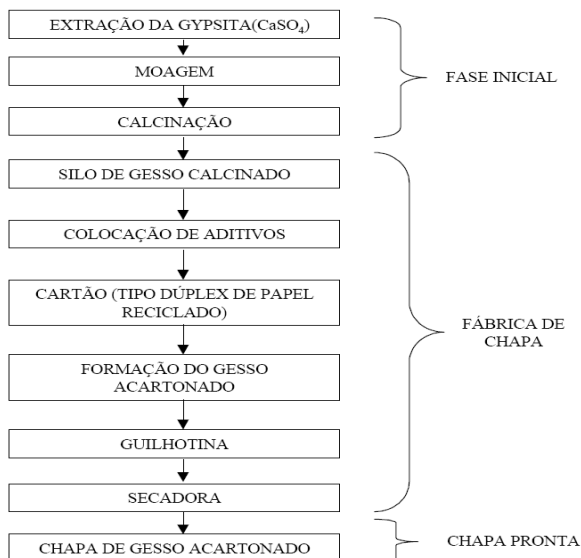


Figura 3.3 – Esquema do processo de fabricação da CGA. Fonte: César, 2002.

Segundo César (2002) e Luca (2000), a fabricação das CGA inicia-se com a extração da gipsita da mina. Em seguida, é transportada por meio de caminhões para a fábrica, onde é esmagada e peneirada em peneira cuja malha é de aproximadamente 5 cm (2^o). A próxima etapa consiste em secar esse material no forno, obtendo-se o gesso. O gesso então é moído, sendo armazenado em silos. Depois é transportado para uma caixa de pesagem onde há uma balança pneumática.

Adicionam-se então aditivos como amido, fibra de vidro ou vermiculita, que são misturados em diferentes proporções dependendo do tipo de placa a ser fabricada (resistente à umidade, resistente ao fogo, resistente ao impacto, entre outros). Em seguida, adiciona-se água, cuja dosagem é realizada em volume, através de procedimentos mecânicos.

Tais materiais são transportados ao misturador, onde se realiza a mistura do pó com a água que ocorre por batimento de um eixo giratório. A pasta é então espalhada inicialmente sobre uma folha de papel, sendo submetida a um processo de vibração. Tal ação é realizada para expulsar as bolhas de ar internas à pasta. Uma outra folha de papel cobre a pasta, formando um sanduíche de gesso entre duas camadas de papel.

Após o endurecimento das placas, essas são cortadas e transportadas para túneis de secagem, onde há um controle de umidade e temperatura. Em seguida, passam por um circuito de ar frio, para que a secagem ocorra sem a perda das propriedades elásticas requeridas. Após essa operação, as chapas são acondicionadas em lotes, sendo transportadas à área de estocagem. A figura 3.4 ilustra o processo de fabricação.

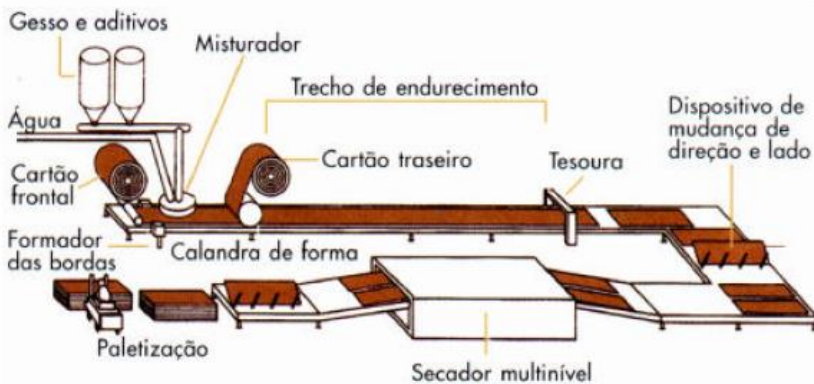


Figura 3.4 - Processo de fabricação da chapa CGA. Fonte: Knauf 2008.

3.2 PLACAS DE MADEIRA MINERALIZADA (PCMM)

Ainda pouco conhecidas no mercado brasileiro, as PCMM utilizam fibras longas de madeira selecionada, que recebem a adição de cimento, após sofrerem um processo de mineralização. A mistura é depositada em fôrmas, que são prensadas em diferentes dimensões e espessuras, adequadas aos diversos tipos de utilização. Este material, além da propriedade termo-acústica, demonstra resistência e durabilidade. Recebe diversos acabamentos, inclusive reboco. Seu manuseio é facilitado por permitir ser serrado e trabalhado com ferramentas comuns. As possibilidades de aplicação são forros, divisórias e revestimentos térmicos e acústicos.

As placas feitas com palha de madeira, gesso e água foram patenteadas na Alemanha em 1880. Durante a década de 1910 começou na Áustria a produção de placas de palha de madeira com Magnésita como agente aglutinador, processo este patentado em 1908.

A Magnésita apresentou melhor durabilidade que o gesso. O cimento Portland foi introduzido no fim dos anos 20 e é hoje o mais comum aglutinador, fato pelo qual elas são hoje comumente chamadas de placas de cimento de palha de madeira e, na América do Norte, placas de maravalhas de cimento.

Van Elten (2006) diz que até o século 20 existiam apenas alguns equipamentos básicos disponíveis para a produção de PCMM. O tratamento das matérias-primas, o trabalho pesado para a distribuição de material nos moldes, a remoção dos moldes para o próximo dia e empilhamento e os demais processos era feitos à mão por um grande número de trabalhadores. Apenas na segunda metade do século passado que a disponibilidade de equipamentos automáticos para empilhamento e demais atividades da fábrica tornaram-se disponíveis. Isso significa que só recentemente o processo de fabricação das PCMM foi totalmente automatizado para todos os equipamentos.

A técnica para produzir PCMM, principalmente aglutinadas com cimento, espalhou-se rapidamente da Áustria e Alemanha para outros países europeus e também para a América do Norte. Um grande aumento na produção ocorreu durante anos antes e depois da segunda guerra mundial. Posterior a isso as PCMM espalharam-se para lugares geograficamente ainda mais distantes. No começo, as PCMM aglutinadas com cimento eram produzidas manualmente em pequenas fábricas. O equipamento limitava-se a máquinas de retalhamento da madeira, para produzir a palha e um misturador. A fabricação ficou gradativamente mais mecanizada no decorrer dos anos, com capacidade

de produção significativamente elevada. Fábricas modernas de PCMM são hoje totalmente mecanizadas o que permite que aproximadamente 15 pessoas consigam produzir até 150 m³ de placas por dia.

Segundo Garbe (2009), a madeira mais comumente utilizada para a confecção das placas provém de coníferas, principalmente pinheiros e abetos. Durante os anos 60, grande número de outras espécies foram testadas, incluído madeiras tropicais. Nisso levantou-se um grande número de espécies de diversos países, o que levou à produção de PCMM em outros continentes. Existe produção atualmente na África (Gana, Malawi, Namíbia, Zâmbia), Ásia (Burma, Índia, Indonésia, Japão, Malásia, Filipinas, Taiwan, Tailândia) e América Latina (Brasil, México, Panamá, Peru e Venezuela)

Com poucas exceções, até 1960 o produto apresentava reduzida qualidade, devido à distribuição em moldes e escassez de método controlado de dosagem, etc. Depois da produção mecânica, tornou-se aceito, o número de diferentes métodos de aplicação aumentou devida a superior qualidade, a simplicidade dos moldes e produção em massa permitindo preços baixos.

As placas são produzidas no Brasil na cidade catarinense de Blumenau pelas empresas Movimax-Epex e Garbe. A precursora desta atividade iniciada em 1956 em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, foi a Movimax Epex, ainda com o nome de Climatex. O empresário alemão Werner Dopheide foi quem trouxe a tecnologia da Europa, onde o material é utilizado há muitos anos e teve sua patente estabelecida em 1880, na Alemanha.

Estas placas são fabricadas com fibras de madeira de florestas plantadas, mergulhadas em solução mineral e pulverizadas com cimento portland que confere a rigidez ao produto. Os materiais constituintes das placas são:

- Madeira

Açúcares simples inibem a fixação de cimento na madeira, por conseguinte, os compósitos da PCMM só podem utilizar determinadas espécies que têm uma baixa concentração destes açúcares. Em geral, madeiras duras são mais incompatíveis com o cimento do que as mais macias devido ao seu elevado teor de hemiceluloses, substâncias fenólicas e açúcares. Para minimizar o efeito inibitório de açúcares simples no cimento, que fixa, a madeira é picada e embebida em água corrente antes de fabricação. Dessa maneira a compatibilidade da madeira com o cimento passa a ser bastante reforçada. No Brasil usa-se as madeiras de *pinus* de reflorestamento e, até mesmo, de refugio de empresas moveleiras.

- Cimento

Os cimentos utilizados para a fabricação de PCMM são cimentos hidráulicos, ou seja, atuam mediante a adição de água. Existem dois principais tipos de cimento, o cimento Portland e o Pozzolan. O cimento Portland tem sido utilizado na maioria das vezes devido à sua secagem mais rápida. Estudos mostraram que PCMM fabricadas com cimento Portland tiveram maior resistência à flexão estática do que aquelas coladas com cimento pozzolanico testada após 28 dias de cura (JOHANSSON, 1994). Diversos tipos de cimento diferem em sua configuração de tempo, porém, esta pode ser significativamente aumentada utilizando aceleradores químicos.

- Acelerador

Aceleradores químicos desempenham um papel importante no processo de hidratação do cimento. Esses aditivos incorporados na madeira-cimento reforçam a hidratação do cimento. Eles rapidamente curam o cimento e minimizar o efeito inibitório de baixo peso molecular extrativos encontrados na maioria das espécies de madeira e, assim, aumenta a resistência. Uma série de aceleradores químicos foram taxados úteis para aumentar a fixação de cimento. Os mais comuns são aceleradores de cloreto de cálcio e sulfato de alumínio, devido à sua disponibilidade, eficácia e custo relativamente baixo.

3.2.1 Processo de fabricação

A planta da fábrica apresenta uma linearidade no posicionamento dos equipamentos. Isso faz com que todo o processo de moldagem das PCMM seja automatizado, figura 3.5.



Figura 3.5 – Planta da fábrica de PCMM. Fonte: Eltomation (2006)

O primeiro passo para a produção das PCMM é o desfiamento das toras de madeira até formar uma lâ. A Figura 3.6a mostra Eltomatic CVS-16 que faz o retalhamento até atingir a Lã de madeira. Esta máquina tem 16 facas em um disco giratório e substitui cerca de 10 homens trabalhando de forma convencional com as máquinas com duas

facas, que estão mostradas na figura 3.6b. Devido aos acidentes ocasionais com estas máquinas convencionais elas agora estão proibidas. Depois a lâ segue para a submersão em solução salina. A figura 3.7a apresenta a unidade de submersão contínua através da qual o fluxo de Lã de madeira seca é brevemente mergulhado em uma solução de sal de baixa concentração. Alguns produtos químicos, em muitos casos, silicato de sódio (água de vidro), são utilizados para estimular a aderência do cimento à madeira.



Figura 3.6 - a) Equipamento para a produção de lâ de madeira e b) produção de lâ de madeira com máquina de duas facas. Fonte: Eltomation (2006)



Figura 3.7 – a) Submersão da madeira e b) lâ de madeira antes de serem prensadas e moldadas. Fonte: Eltomation (2006)

Em um misturador adiciona-se uma pequena quantidade de cimento sobre a lâ de madeira. O cimento proveniente do silo de cimento fora do prédio cai no misturador de cimento e lâ. A lâ com o cimento é distribuída sobre uma mesa lateral ao misturador. A figura 3.7b mostra a lâ de madeira antes de ser moldada e prensada. Esta máquina corta a placa pré-prensada em exatamente as medidas do molde. A prensa hidráulica produz a compactação das placas e o corte padroniza o tamanho das mesmas. Após esta fase ela vai para secagem. A figura 3.8a mostra algumas variações possíveis de placas com a utilização deste material.



Figura 3.8 – a) algumas variações de PCMM e b) amostra de painel de vedação com PCMM e perfis metálicos.

4 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Neste capítulo é realizada a descrição dos sistemas de vedações verticais internas constituídos por CGA e por PCMM.

4.1 SISTEMA CONSTRUTIVO COM CGA

Sabbatini (1998) diz que a vedação vertical interna em chapas de gesso acartonado pode ser entendida como um tipo de vedação vertical, utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada e constituída por estrutura de perfis metálicos e fechamento de chapas de gesso acartonado.

Quando usado como parede divisória, o sistema é composto por dois painéis fixados a perfis metálicos por encaixe e parafuso. O espaçamento entre os painéis cria um vão que pode ser dimensionado conforme o projeto para embutir desde materiais para proteção acústica, isolantes térmicos, instalações elétricas e hidrossanitárias. Segundo Taniguti (2000), a execução dessas divisórias envolve atividades de montagem, sendo possível variar a espessura da divisória, o número de camadas de CGA e o tipo de CGA usada. Para padronizar a montagem da vedação vertical com o uso do sistema com CGA a ABNT lançou uma normativa que descreve parâmetros a serem seguidos, a NBR 15758 (ABNT, 2009), denominada Diretrizes para a montagem de paredes, forros e revestimentos em *drywall*.

4.1.1 Características da instalação

Para a montagem das vedações verticais internas com o sistema construtivo com CGA devem ser verificados os seguintes itens:

- Verificar a compatibilização dos projetos entre si;
- As aberturas da obra devem estar protegidas da entrada da chuva e de umidade excessiva;
- As vedações verticais externas devem estar acabadas;
- A laje deve estar nivelada e acabada;
- As saídas das instalações elétricas e hidrossanitárias devem estar posicionadas de acordo com o projeto.

De modo geral, Drywall (2006) divide a montagem da vedação interna em CGA em seis etapas básicas:

- Marcação e fixação das guias:

Nesta etapa são empregados perfis metálicos denominados guias, que tem a finalidade de direcionar a divisória. As guias são fixadas no teto e no piso, denominando-se, respectivamente, guia inferior e guia

superior. A marcação da vedação pode ser realizada usando-se trena, fio de prumo, lápis, cordão para marcação e o nível a laser. Uma vez marcada a posição das guias, geralmente as inferiores, utiliza-se o prumo de eixo para realizara a marcação da guia superior. Para a fixação das guias utilizam-se pinos de aço ou parafusos especiais. As guias também posicionam os pontos de referencia dos vãos de portas. Quando emendadas, fazem-se somente de topo, nunca sobrepondo duas guias. Caso seja prevista em projeto a utilização da fita de isolamento, a mesma deve ser colocada nas guias, de modo que fique entre a guia e o piso ou teto (Drywall, 2004)

- Colocação dos montantes

Após a fixação das guias, realiza-se a estruturação da divisória, através da colocação dos montantes, fixando-os nas guias por meio de parafusos denominados metal/metal, específicos para este uso. Os montantes são constituídos por perfis metálicos e ficam na posição vertical, servindo como suporte para a fixação das chapas de gesso. Nesta etapa utiliza-se trena para locar e o lápis para marcar a distancia entre os montantes, conforme a especificação de projeto. Nos espaços destinados à colocação de esquadrias, os montantes formam um quadro, geralmente recebendo reforço estrutural com montantes duplos nos extremos que apoiarão as portas e demais aberturas. Para sua colocação, os montantes devem ser fixados às guias obedecendo ao espaçamento de 60 cm ou 40 cm, dependendo do tipo e tamanho da vedação. Caso haja a necessidade de emenda no montante, executa-se através de encaixe telescópico, cujo transpasse deve ser de 30 cm com dois parafusos (DRYWALL, 2004). Pode ser colocada fita de isolamento entre o primeiro montante e a parede. A estrutura de montantes e guias está mostrada nas imagens 4.1a e 4.1b.



Figura 4.1 – a) Estrutura de perfis de aço galvanizado. Fonte: Luca (2000) e b) montagem da estrutura. Fonte: Placo (2009)

- Fechamento com chapa da primeira face da vedação e colocação de reforços

Nesta etapa são necessários os componentes para fechamento da divisória, que são as CGA e os parafusos placa/metal auto atarrachantes. Esta etapa corresponde à colocação e aparafusamento da primeira face de CGA à vedação vertical interna. As CGA devem possuir a altura do pé-direito menos 1 cm. Posicionam-se as CGA verticalmente de encontro com os montantes, encostadas no teto, deixando a folga na parte inferior. As juntas verticais das CGA devem ser feitas sempre sobre montantes. Os principais equipamentos e ferramentas usadas são a aparafusadeira e o levantador de chapa. Para o corte das CGA usa-se estilete, serrote comum e de ponta e serra copo.

Para a fixação de alguns tipos de objetos existe a necessidade de se colocar reforços dentro da divisória e a execução deste serviço deve ser feita antes do fechamento da segunda divisória. Os reforços internos podem ser de madeira ou metálicos. Há ainda os acessórios para auxiliar na sustentação e suporte às caixas de elétrica e aos pontos de tubulação hidrossanitária.

- Instalações elétricas e hidrossanitárias

A execução das instalações pode ser feita antes ou depois da colocação da primeira face da vedação vertical interna. São utilizadas caixas de luz convencionais ou as próprias para as divisórias de CGA. Estas são fixadas por parafusos nos montantes e atravessam as CGA por perfurações feitas com a serra copos ou serra de ponta.

- Isolamento acústico e fechamento da segunda face da divisória

Para melhorar o desempenho acústico da vedação vertical interna, pode-se utilizar material isolante no preenchimento interno da divisória. Geralmente o recomendado é fechar a vedação com CGA duplas e isolamento de lã de rocha ou de vidro. Recomenda-se que os feltros de lã sejam desenrolados e cortados no sentido transversal em função do pé-direito a ser aplicado, e no sentido longitudinal em função do espaçamento entre montantes.

Para o fechamento da segunda face da vedação vertical interna são usados os mesmos materiais, componentes, equipamentos e ferramentas utilizados para o fechamento da primeira face.

- Tratamento das juntas e acabamento

Corresponde à aplicação de uma camada de massa de rejunte, preenchendo toda a junta entre as chapas de gesso. Depois coloca-se uma fita de rejuntamento sobre esta massa e aplica-se sobre a fita mais

uma camada. A figura 4.2 mostra este processo. Dentre os equipamentos e ferramentas empregadas pode-se citar o misturador de massa, espátula e desempenadeira (HOLANDA, 2003)



Figura 4.2 – a) aplicação da primeira camada de massa na junta e b) a fita é colocada na extensão da junta sobre a massa . Fonte: Placo (2009)

Após a secagem completa da massa das juntas, poderá ser aplicada mais massa para nivelamento da junta com a superfície da chapa. Também devem ser cobertas com massa as cabeças de parafusos nas chapas. Posteriormente recomenda-se que as superfícies que receberam massa de junta devam sejam lixadas. Depois deste processo, as chapas podem ser pintadas, receber revestimento cerâmico e papel de parede. A figura 4.3 mostra de forma esquemática com os componentes que formam o sistema com CGA.

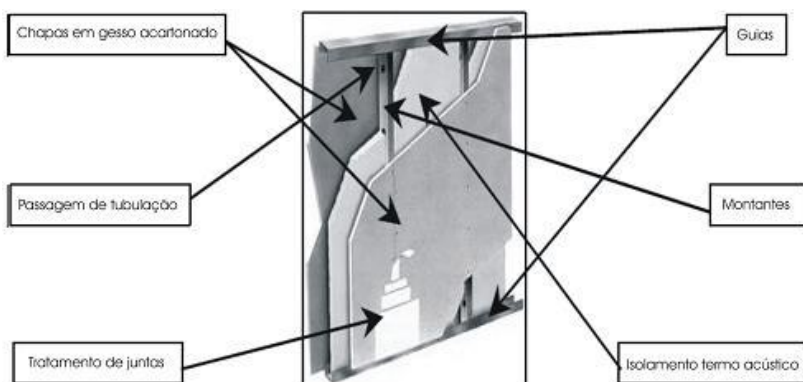


Figura 4.3 - Os Componentes da parede em CGA. Fonte: César, 2002.

4.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM PCMM

A placa de madeira mineralizada é apresentada neste trabalho por dois sistemas distintos de vedação vertical interna. Estes sistemas diferenciam-se entre si pelos métodos seguidos na composição das vedações, assim como pelo dimensionamento das suas placas. Está classificação é apresentada aqui em função das espessuras de suas placas.

4.2.1 Sistema construtivo com PCMM de 25 mm de espessura

As vedações verticais constituídas pelo sistema com PCMM de 25 mm de espessura são utilizadas para compartimentar espaços, por meio de vedações verticais. Este sistema é composto por quadro de madeira fechado com placas nas duas faces. No interior há uma câmara de ar com aproximadamente 10 cm de largura, onde ficam embutidos os sistemas elétricos e hidráulicos.

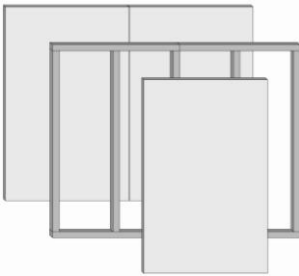


Figura 4.4 – a) esquema de montagem da vedação com os quadros de madeira e PCMM de 25 mm e b) resultado final da vedação vertical interna.

Esses quadros de madeira são compostos por guias e montantes e são os responsáveis pela sustentação das placas. No âmbito internacional, essas sustentações são denominadas de *wood frame* e também são usadas em alguns casos de vedações verticais internas compostas por CGA.

Segundo Defferari (2009), a execução dessas divisórias envolve atividades de montagem, e, para seu início, devem ser verificados a compatibilização dos projetos entre si; se a laje está nivelada e acabada; e se as saídas das instalações elétricas e hidrossanitárias estão posicionadas de acordo com o projeto.

4.2.1 Características da instalação

Para a execução destas vedações, Deferrari (2009) propõe a montagem da vedação interna em CGA em cinco etapas básicas:

- Marcação e fixação das guias

Há a marcação no piso a localização das guias, assim como os vãos para as portas. As guias são constituídas de madeira de *pinus* autoclavado com 3 cm de altura por 10 cm de largura. Sua fixação é feita por pregos de aço galvanizado.

- Colocação dos montantes

Após a marcação das guias, há a formação dos quadros de *pinus* autoclavados com montantes posicionados modularmente a 45 cm um do outro. Essa distancia pode ter alguma variação conforme dimensionamento do plano de aplicação. Com essas definições são feitos os quadros no chão e posteriormente são erguidos, ficando na posição vertical. Os montantes possuem 3 cm de altura e 10 cm de largura, variando somente seu comprimento.

- Fechamento da primeira face da divisória e Instalações elétricas e hidráulicas

Na vedação interna constituída com PCMM de 25 mm forma-se um colchão de ar central de 10 cm entre as placas. Os dutos elétricos e hidráulicos ficam ali embutidos, apoiados internamente nos montantes. As caixas de passagem são posicionadas nas laterais dos montantes por pregos. Tomadas e interruptores são posicionados e encaixados em furações nas PCMM de 25 mm de espessura. As instalações ocorrem quando a vedação possui somente uma de suas faces fechada. Para o fechamento desta primeira face foram utilizadas placas com dimensão de 248 cm de comprimento, 50 cm de largura e 2,5 cm de espessura. Sua fixação foi realizada com pregos de aço galvanizado nos montantes e guias

- Fechamento da segunda face da divisória

Com a finalização do posicionamento dos dutos elétricos e hidráulicos, há o fechamento das vedações. Foram utilizadas placas com dimensão de 248 cm de comprimento, 50 cm de largura e 2,5 cm de espessura. Sua fixação foi realizada com pregos de aço galvanizado nos montantes e guias.

- Tratamento das juntas e acabamento

O tratamento das juntas exige que as placas tenham um rebaixo nas bordas de 5 cm de largura por 0,5 cm de profundidade. O processo de tratamento das juntas das placas inicia com a aplicação de uma camada de nata de gesso. Posteriormente é colocada sobre a massa uma fita *kraft*

de 8 cm de largura. Para a fixação da fita e nivelamento, a junta é coberta com mais uma camada de nata de gesso. Também são cobertas as cabeças de pregos. Para receber a pintura, as placas são revestidas com reboco em gesso. Este reboco auxilia na uniformização do plano e uniformização da textura da vedação vertical.

Sobre o reboco pode ser passada tinta acrílica e aplicado papel de parede como acabamento. A placa não recebe nenhum tratamento prévio para a aplicação do revestimento cerâmico. Deste modo, os azulejos são colocados com argamassa colante diretamente sobre a PCMM com 25 mm de espessura.

4.2.2 Sistema construtivo com PCMM de 50 mm de espessura

O sistema construtivo de vedações verticais que utiliza de PCMM de 50 mm veda interna e externamente residências de pavimento térreo. Ela se caracteriza pela vedação ter sua espessura composta por duas a três PCMM justapostas e fixadas umas nas outras, como mostra a figura 4.5a.

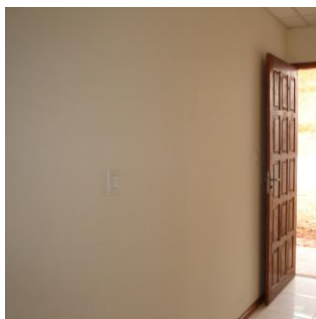
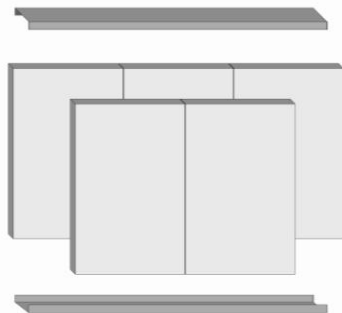


Figura 4.5 – a) esquemático da montagem da vedação com as placas PCMM de 50 mm e as guias e b) resultado final da vedação vertical interna.

Com a justaposição das placas, esta parede se torna maciça, não contendo então, camada interna de ar. Também é característica desta vedação a ausência de montantes de sustentação, sendo então uma vedação autoportante. Para a montagem das vedações verticais internas com o sistema com PCMM de 50 mm devem ser verificados possíveis incompatibilizações entre os projetos, se a laje *radier* está nivelada e se as saídas das instalações elétricas e hidrossanitárias estão posicionadas de acordo com o projeto.

4.2.2.1 Características da instalação

May (2009) divide a montagem das vedações internas e externas em PCMM de 50 mm em quatro etapas básicas:

- Marcação e fixação das guias

A marcação das vedações, tanto externas como internas, são realizadas após a regularização da laje de fundação, tipo *radier*. Nesta laje as guias metálicas são posicionadas e fixadas. As guias são perfis de alumínio em formato de “U” com 10 cm de largura e 1,5 cm de altura na maioria das vedações e 15 cm de largura nas vedações que comportam embutidos os tubos hidrossanitários. A fixação destas guias na laje faz-se com pregos de aço ou pistola com pinos de aço.

- Colocação das placas

As placas das vedações internas e externas apresentam dimensão 260 cm de largura, 100 cm de altura e 5 cm de espessura e foram encaixadas nas guias metálicas. As chapas podem ser fixadas em duas ou três camadas. A orientação das placas depende das dimensões da vedação, buscando haver o melhor aproveitamento dos cortes das PCMM. A junção entre as placas é realizada por amarração com arame de aço galvanizado e também por pregos de aço galvanizado. Nestas vedações verticais não foram previstos reforços internos. Caso fossem necessários, os reforços seriam instalados posteriormente à conclusão das vedações.

- Instalações elétricas e hidráulicas

As fiações elétricas são distribuídas pelo forro e descem pelo interior da vedação por eletrodutos. Para permitir esta passagem é feito um recorte com as dimensões do eletroduto em uma das PCMM de 50 mm pelo lado interno. Deste modo, os eles se estendem até as caixas plásticas, colocadas e cimentadas anteriormente nas placas.

As vedações que recebem a passagem de tubulações hidráulicas, são constituídas por três PCMM de 5 cm de espessura e utilizam guias de 15 cm de largura. O embutimento se faz por recorte na placa central. Essa placa interna se faz necessária pelo fato de que a tubulação de PVC ser larga, exigindo grandes recortes, o que deixaria a parede com duas placas fragilizadas.

- Tratamento das juntas e acabamento

As PCMM de 50 mm não possuem rebaixo em suas bordas. Para o tratamento das juntas, se faz necessária a aplicação de uma camada de nata de gesso por toda a extensão do encontro entre placas. Sobre esta camada é colocada uma tela de poliéster com 10 cm de largura e

finaliza-se com mais uma camada de gesso. Também se cobre com gesso os locais que tiveram fixação com pregos e arames.

Para a finalização das superfícies das placas PCMM, faz-se a aplicação de argamassa industrializada polimérica. Com esta massa, dispensa-se o uso de reboco. Ela também funciona como acabamento superficial de cor branca, dispensando a realização de pinturas. Porém, quando desejado, aplica-se sobre a massa uma pintura acrílica. O revestimento cerâmico pode ser aplicado diretamente na PCMM, não exigindo preparação prévia. Os azulejos são fixados sobre a placa com argamassa colante industrializada. Para as vedações com faces externas, recomenda-se o uso de revestimento ou reboco nas placas para garantir sua integridade física.

5 ESTUDOS DE CASO

5.1 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS COM CGA NO EDIFÍCIO RESIDENCIAL MILLENIUM



Figura 5.1 – a) Perspectiva do projeto, Fonte: Bolzan (2000) e b) foto da fachada principal

Localização: Florianópolis, Santa Catarina.

Ano de execução: 2000

Área apartamento tipo: 86,15 m²

Número de ambientes: 11

Projeto de edificação: Arquiteta Leila Maria de Lemos Bolzan

Engenheiro civil: Emerson da Silva Ferreira

Empresa construtora: ECPO – Empresa Catarinense de Planejamento e Obras

5.1.1 Aspectos projetuais

O projeto do edifício residencial apresenta pilotis, três pavimentos tipo, conforme figura 5.2, e cobertura. A planta tipo está formada por quatro apartamentos obtidos por simetria nos dois eixos, com exceção dos dois apartamentos da ala esquerda que apresentam dependências de empregada. Os apartamentos tipo apresentam *layout* padronizado na planta tipo, que possibilitaram modificações pelos usuários nas fases de execução. Pela possibilidade de personalização, alguns apartamentos tiveram sua planta modificada. No caso do apartamento tipo, que está demonstrado na figura 5.3, ele está constituído por um hall, estar e jantar integrados e cozinha integrada na área de serviço. A cozinha apresenta uma abertura que comunica com a

sala de jantar. O apartamento padrão apresenta dois dormitórios que compartilham um banheiro e uma suíte.

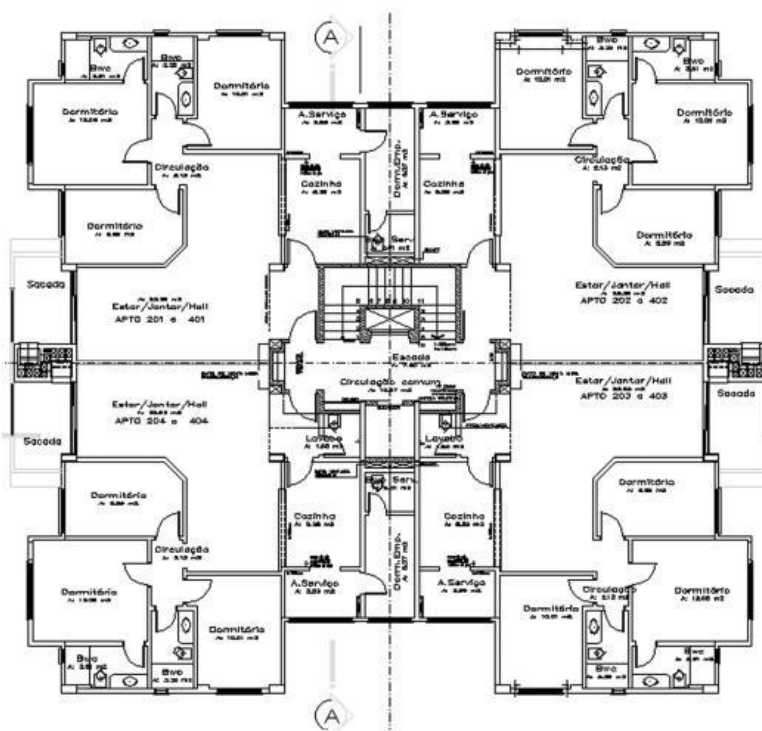


Figura 5.2 – Planta Baixa do pavimento tipo. Fonte: Bolzan (2000)

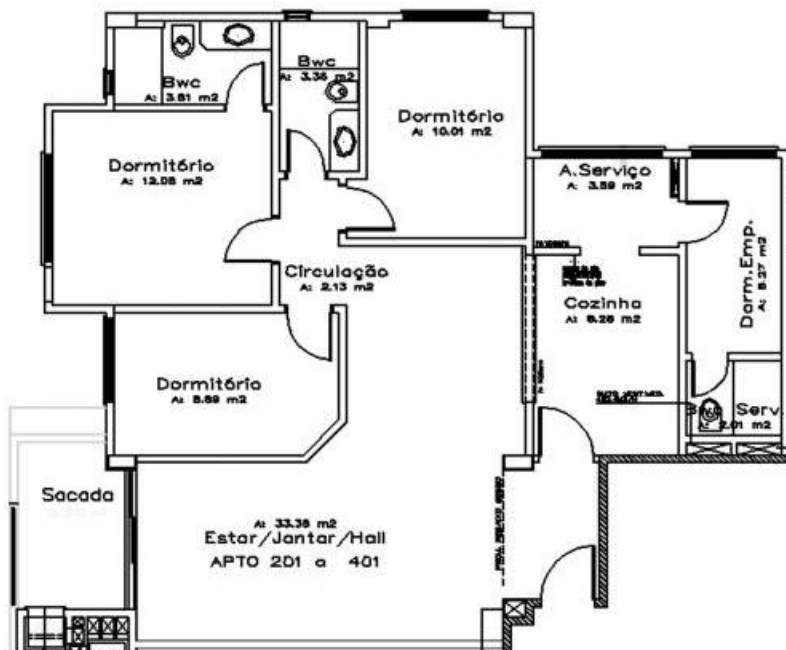


Figura 5.3 – Planta Baixa do apartamento tipo. Fonte: Bolzan (2000)

Pode-se observar na figura 5.3 que todos os ambientes, com exceção do banheiro de serviço, comunicam com o ambiente externo. O acesso da cozinha é realizado através do hall principal, sem, entretanto interferir no funcionamento do estar e jantar.

5.1.2 Aspectos construtivos

As vedações externas e aquelas que dividem os apartamentos são executadas em alvenaria de blocos cerâmicos, como mostra a figura 5.4a. As paredes que separam as circulações verticais são executadas com blocos de concreto celular. As divisórias internas nos apartamentos são executadas com CGA fixadas em perfis metálicos, conforme mostrado na figura 5.4b.



Figura 5.4 – a) parede externa em alvenaria com blocos cerâmicos e b) montagem dos perfis para a colocação das CGA nas divisórias internas. Fonte: Lima (2000)

Os pisos de todos os compartimentos receberam revestimentos cerâmicos, sendo que as paredes dos banheiros, lavabos, cozinhas e área de serviço são revestidas de azulejo até o teto. Nas áreas úmidas foram utilizadas CGA hidrófugas, caracterizadas pela sua impermeabilidade.

5.1.3 Transporte e estocagem dos componentes

O transporte dos perfis foi realizado por caminhão de carroceria aberta até a obra. Neste ele foi encaminhado até o apartamento que seria montado. Sua estocagem foi no piso, divididos por variedade, horizontalmente. Enquanto não foram utilizados, foram protegidos por uma lona como mostra a figura 5.5a.



Figura 5.5 - a) Armazenamento de perfis metálicos e b) Armazenamento de CGA. Lima (2003).

As chapas foram transportadas pela empresa montadora em caminhão aberto até a obra. Ali elas foram estocadas nos apartamentos conforme mostra a figura 5.5b. No recebimento há a verificação do produto quanto às suas características. As placas foram transportadas

manualmente até o local de montagem. No apartamento foram estocadas de forma horizontal sobre o apoio de madeiras para que não tivessem contato direto com o piso. Somente foram transportadas as chapas que seriam usadas no momento da montagem.

5.1.4 Montagem das vedações internas

A montagem das vedações internas é realizada após a regulação e a aplicação do revestimento cerâmico, de acordo com as seguintes etapas:

- Marcação das vedações internas

Marcou-se no piso e teto a localização das guias e os pontos de referencia dos vãos de portas e dos locais de fixação de cargas, previamente definidas em projeto, como mostrado na figura 5.6a.

- Fixação das guias

Após a marcação da localização das vedações no piso e teto há a fixação das guias superiores e inferiores. Esta fixação é feita por aparafusamento. O tamanho das guias no seu comprimento varia de acordo com o local onde são fixadas. Não há desperdício de material, pois as guias que sobram em um tamanho menor que o necessário podem ser emendadas a outras até chegar ao comprimento requisitado no projeto.



Figura 5.6 - a) Montagem das guias e b) Colocação dos montantes. Fonte: Lima (2006).

- Colocação dos montantes

Os montantes possuem aproximadamente a altura do pé direito, menos 10 mm para poderem se encaixar nas guias. Sua colocação respeitou o espaçamento necessário de 60 cm a 40 cm entre montantes para a constituição da vedação vertical. Também houve a colocação do perfil auxiliar para abertura de portas. A fixação dos montantes nas guias é realizado por aparafusamento, com parafusos classificados como

metal/metal. Os montantes também podem ser emendados, evitando, assim, a perda de material.

- Instalação de reforços e outros elementos no interior das paredes

Houve a necessidade de passagem de instalação elétrica e hidráulica no interior das paredes e também a colocação de reforços de madeira para a fixação de peças suspensas pesadas. Esses elementos foram instalados antes da colocação das CGA de fechamento. Os reforços são parafusados nos montantes metálicos e se posicionam justapostos nas CGA. Outro elemento que se fez necessário foi a lã de rocha como isolante térmico e acústico.

- Instalação de eletrodutos

Os eletrodutos são distribuídos pelo forro e posicionados verticalmente na descendente, permanecendo suspensos durante a fase de colocação dos montantes, como mostrado na figura 5,7a. Esses montantes apresentam perfurações de modo a facilitar o transpasse horizontal dos eletrodutos. As caixas de passagem, tomadas e interruptores são posicionadas e fixadas nos montantes por parafusos.



Figura 5.7 - a) Eletrodutos fixados na laje e b) Eletrodutos na fase de montagem dos perfis verticais Fonte: Lima (2000).

- Instalação de tubulações hidráulicas

As tubulações de água fria e água quente são distribuídas no espaço entre o forro e a laje, descendo para as vedações verticais na câmara de ar existente entre as duas CGA, como mostrado na figura 5.8.



Figura 5.8 - a) Tubulações hidráulicas no forro, b) Colocação dos reforços nos montantes e tubulação hidráulica. Fonte: Lima (2000).

- Colocação das CGA

As CGA com a dimensão de 120 cm de largura, 270 cm de altura e 1,25 cm de espessura, foram fixadas de encontro com os montantes por parafusos denominados chapa/metal, específico para esta aplicação. As chapas foram aparafusadas aos montantes a 1 cm da borda da chapa. As aberturas de vãos de portas foram marcadas pelos montantes.



Figura 5.9 - a) Fechamento das vedações e b) Realização dos acabamentos. Fonte: Lima (2000)

Depois do fechamento das vedações verticais com as CGA, realiza-se a colocação do forro, também com o mesmo material. São abertas perfurações por onde passam as fiações elétricas para posterior colocação dos aparelhos.



Figura 5.10 a – Saídas elétricas para lâmpadas e b – Forro finalizado. Fonte: Lima (2000).

5.1.5 Acabamentos superficiais

- Tratamento de juntas entre bordas rebaixadas

Aplicou-se uma primeira camada de massa de rejunte sobre a região da junta. Posteriormente coloca-se a fita de papel microperfurado sobre a primeira camada da massa. A fita é pressionada para eliminar o excesso de massa e evitar bolhas de ar. Depois é aplicada mais uma camada de massa para finalizar. Nesta etapa ocorre também a cobertura dos parafusos de fixação das chapas nos perfis metálicos, conforme pode ser visto nas figuras 5.7b e 5.11 a.



Figura 5.11 a – Realização dos acabamentos e b – Realização dos acabamentos – ângulos externos. Fonte: Lima (2000)

- Tratamento das juntas em ângulo externo

Aplicou-se duas camadas de massa de rejunte com uma espátula em cada lado do ângulo. Houve a utilização de fita de reforço. O método é o mesmo do tratamento da junta plana citada anteriormente.

- Pinturas

Finalizado o tratamento de juntas e a cobertura dos parafusos, é aplicada em todas as paredes internas a massa corrida que propicia a

planeidade das superfícies. Após serem lixadas as superfícies, é realizada a pintura com tinta acrílica em três demãos.



Figura 5.12 a – Acabamentos em pintura na sala e b – Acabamentos em azulejos na cozinha.

Fonte: Bolzan (2000)

- Colocação de azulejos

As cozinhas e os banheiros receberam aplicação de azulejos em todas as superfícies verticais constituídas por CGA resistente ao vapor de água. Os azulejos são aplicados com argamassa colante industrializada. Nas superfícies que receberam porcelanatos são utilizadas argamassas colantes do tipo AC-II. Como o projeto do edifício permitia a personalização do projeto de interior de cada apartamento, um deles modificou o banheiro, trazendo para este uma banheira, como mostra a figura 5.13a.



Figura 5.13 a – Revestimento cerâmico da banheira, piso e parede do banheiro e b – revestimento cerâmico do shaft no banheiro. Fonte: Bolzan (2000)

5.2 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS COM CGA NO ED. PUERTO MADERO



5.14 - Fachada do Edifício Puerto Madero

Localização: Florianópolis, Santa Catarina.

Ano de execução: 2002

Área apartamento padrão: 52.99 m²

Número de ambientes: 9

Projeto de edificação: Arquiteta Leila Maria de Lemos Bolzan

Engenheiro civil: Emerson da Silva Ferreira

Empresa construtora: ECPO – Empresa Catarinense de Planejamento e Obras

5.2.1 Aspectos projetuais

O projeto do edifício residencial apresenta pilotis, seis pavimentos tipo que correspondem do segundo ao sétimo e um último pavimento, o oitavo, com configuração diferenciada, como mostra a figura 5.15. A planta do pavimento tipo é formada por quatro apartamentos obtidos por simetria nos dois eixos mais um apartamento posicionado na face frontal, visto na figura 5.16.

Os apartamentos deste edifício apresentam a possibilidade de modificações visando a personalização pelos usuários nas fases de execução. Por esta característica, alguns apartamentos tiveram sua planta modificada. Essas mudanças foram realizadas sobre a planta do apartamento padrão, porém não sendo possível alterar a posição das áreas úmidas do apartamento. No caso do apartamento padrão apresentado na figura 5.17, ele está constituído por uma sala de estar e jantar integradas, cozinha americana integrada à área de serviço, área de circulação, dormitório, suíte com banheiro privativo, sacada e banheiro de uso comum.

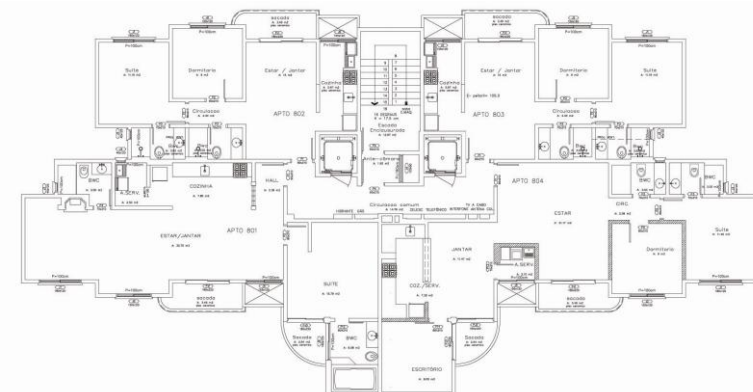


Figura 5.15 - Planta baixa do oitavo pavimento do Edifício Puerto Madero. Fonte: Bolzan (2002)

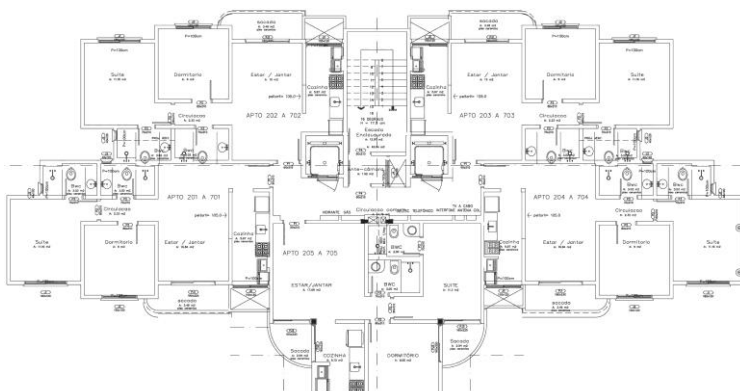


Figura 5.16 - Planta baixa do pavimento tipo do Edifício Puerto Madero, do segundo ao sétimo pavimento. Fonte: Bolzan (2002)

Como mostrado na figura 5.17, de um modelo de apartamento padrão, pode-se observar que logo na entrada encontram-se a sala de estar e a de jantar de maneira integrada. Este espaço possui 15m² e se comunica com a sacada por meio de uma porta de vidro e metal de duas folhas com 180 cm de largura e 220 de altura. Na lateral esquerda do apartamento encontram-se a cozinha e a área de serviços, que correspondem a 5.97m². A divisão destas é realizada por uma parede de 60 cm de comprimento, deixando um espaço livre de comunicação. A área de serviço se comunica ao exterior do apartamento por meio de uma janela de 155 cm de largura e 120 de altura, formada por duas folhas de vidro e estrutura metálica. A cozinha se caracteriza pelo modelo americano, tendo estrutura e peitoril com o comprimento de 105 cm entre esta e a sala.

À esquerda da sala existe uma área de circulação que leva ao dormitório, à suíte e ao banheiro social. Ela possui 2,33 m² e sua entrada se liga diretamente à sala. A circulação se comunica com o dormitório por uma porta de 80 cm de largura e 210 cm de altura, com a suíte por uma porta de, também, 80 cm de largura e 210 cm de altura e com o banheiro por uma porta de 70 cm de largura e 210 cm de altura. O dormitório possui 9 m² e se comunica ao exterior por uma janela de duas folhas constituída por estrutura metálica e vidro. Esta janela apresenta 100 cm de peitoril e possui 150 cm de largura e 120 de altura. A suíte é um pouco maior que o dormitório, ocupando 11,16m². também se comunica com o exterior por meio de uma janela de 180 cm de largura e mesmo valor de peitoril e altura que a anterior.

Todas as aberturas para o exterior dos cômodos descritos até aqui estão voltadas para a mesma face. Quanto aos banheiros, o pertencente à suíte possui abertura para o exterior, enquanto que o social tem sua circulação de ar realizada de forma mecânica. Ambos são formados por lavatório, *box* com chuveiro e bacia sanitária e possuem a mesma área, 3,02m².

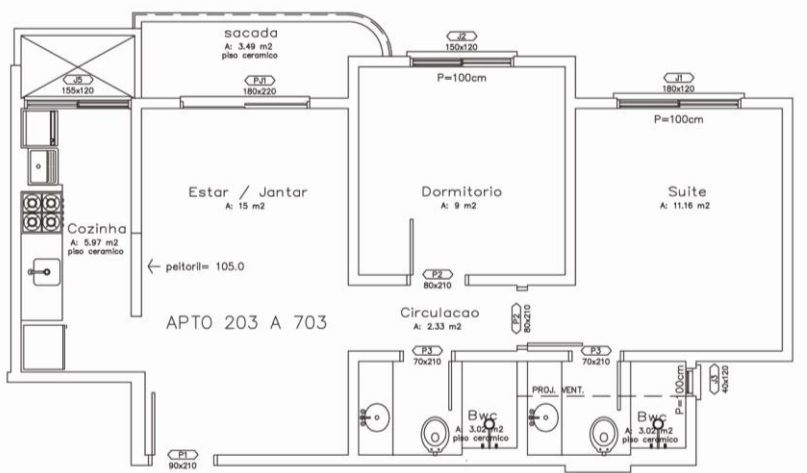


Figura 5.17 - Planta baixa do apartamento padrão do Edifício Puerto Madero. Fonte: Bolzan (2002)

5.2.2 Aspectos construtivos

Os blocos cerâmicos constituem as vedações externas. As vedações das escadas e do elevador são de blocos de concreto celular. As CGA estão presentes nas divisórias internas dos apartamentos como mostra a figura 5.18a.



Figura 5.18 - a) execução das vedações com CGA e b) divisória do banheiro com uma das faces formada por duas CGA. Fonte: Bolzan (2002).

O piso do apartamento teve revestimento cerâmico, assim como as paredes dos banheiros, cozinha e área de serviço. Estes espaços são

revestidos por azulejos até o teto. Nas paredes dos banheiros foram usadas chapas de forma dupla, como mostra a figura 5.18b. A interna é uma placa caracterizada como comum e a externa é placa resistente a umidade. Nas demais áreas úmidas foram utilizadas CGA hidrófugas com uma única chapa.

5.2.3 Transporte e estocagem dos componentes

O transporte dos perfis foi realizado por caminhão até a obra e depois eles foram encaminhados aos apartamentos para montagem dos quadros que sustentarão as vedações verticais. As chapas também foram transportadas por caminhão pela empresa montadora até a obra. A estocagem foi realizada nos próprios apartamentos onde serão montadas. Nos apartamentos foram empilhadas horizontalmente sobre apoio de madeiras tipo *palet*.

5.2.4 Montagem das vedações verticais internas

A montagem das vedações internas é realizada após a regulação e a aplicação do revestimento cerâmico, de acordo com as seguintes etapas:

- Marcação das vedações internas

Marcou-se a localização das guias inferiores e superiores, deixando abertos os espaços necessários para a colocação de portas e também locais de circulação definidos no projeto.

- Fixação das guias

Após a marcação da localização das vedações no piso e teto há a fixação das guias. Estas são parafusadas no chão diretamente sobre o revestimento cerâmico finalizado, assim também no teto ou nas vigas. Estes parafusos são de aço galvanizado. Os parafusos foram posicionados distando em média 50 cm um do outro. Usaram-se também buchas nas perfurações do piso e teto para melhor ajuste com o parafuso.

- Colocação dos montantes

Sua colocação foi realizada respeitando um espaçamento entre 40 cm a 60 cm entre montantes. Nas aberturas de portas são colocados perfis auxiliares duplicados formando um tubo, de modo a aumentar a rigidez na fixação dos marcos das referidas portas como mostra a figura 5.19a. Demais cuidados foram necessários na montagem da estrutura que suporta a porta, como a colocação de um perfil duplo em “H” no topo e o auxílio de um montante adicional, como mostra a figura 5.19b.

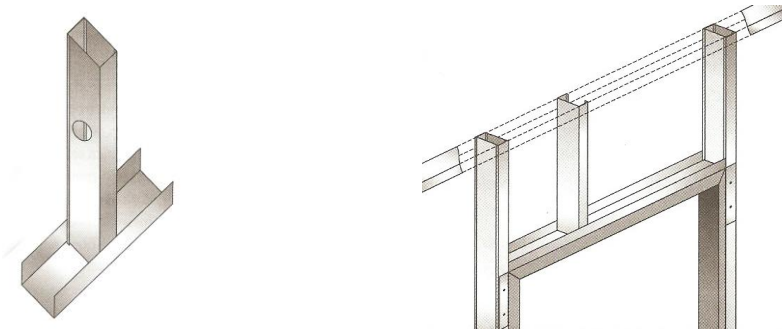


Figura 5.19 – a) Montante duplo para maior rigidez na estrutura da porta e b) Conjunto que faz parte da estrutura de suporte da porta. Fonte: Drywall (2004)

- Instalação de reforços e outros elementos no interior das paredes

Houve a necessidade de passagem de instalação elétrica e hidráulica no interior das paredes e também a colocação de reforços para a fixação de peças suspensas pesadas. Esses elementos foram instalados antes da colocação das CGA de fechamento. Também foi necessária a inserção de lã de rocha entre placas para reforçar a vedação acústica e térmica dos cômodos.

- Instalação de eletrodutos

Os eletrodutos foram distribuídos pelo forro e posicionados verticalmente na descendente, permanecendo suspensos durante a fase de colocação dos quadros metálicos compostos por guias e montantes. Esses montantes apresentam perfurações de modo a facilitar o transpasse horizontal dos eletrodutos.

- Instalação de tubulações hidráulicas

As tubulações de água fria e água quente são distribuídas no espaço entre o forro e a laje, sendo embutidas, posteriormente, na câmara de ar existente entre as duas CGA da vedação vertical.

- Colocação das CGA

As CGA com a dimensão de 120 cm de largura, 270 cm de altura e 1,25 cm de espessura foram colocadas de encontro com os montantes. As chapas foram aparafusadas aos montantes a 1 cm da borda da chapa. As aberturas de vãos de portas foram delimitadas pelos montantes e demarcadas pela ausência de chapas nos locais. Depois do fechamento das vedações verticais de CGA, realiza-se a colocação do forro. Neste são abertas perfurações por onde passam as fiações elétricas para os aparelhos de circulação de ar e iluminação.

5.2.5 Acabamentos superficiais

- Tratamento de juntas entre bordas rebaixadas

Aplica-se uma camada de massa de rejunte sobre a região da junta. Posteriormente coloca-se a fita de papel micro perfurado e, sobre ela, espalha-se mais uma camada de massa para finalização. Nesta etapa ocorre também a cobertura das cabeças dos parafusos que fixaram as chapas nos perfis.

- Tratamento das juntas em ângulo externo

Aplica-se duas camadas de massa de rejunte com uma espátula antes e depois da colocação da fita de reforço.

- Pinturas

Finalizado o tratamento de juntas e a cobertura dos parafusos, ocorre a planeidade das superfícies com massa. Após a superfície da vedação vertical interna ser lixada, é realizada a pintura com tinta acrílica em três demãos. As paredes finalizadas aparecem nas figuras 5.20a e 5.20b.



Figura 5.20 – a) cozinha americana com revestimento cerâmico até o teto e b) vista da parede da sala que faz divisão com a cozinha. Fonte: Bolzan (2002)

- Colocação de azulejos

As cozinhas e os banheiros receberam aplicação de azulejos em todas as superfícies verticais constituídas por CGA resistente ao vapor de água. Os azulejos são aplicados com argamassa colante industrializada e finalizados com massa de rejunte para peças cerâmicas.



Figura 5.21 – a) Revestimento cerâmico no piso e b) Revestimento cerâmico nas paredes do banheiro de uso comum.

- Outros revestimentos

Pela possibilidade em personalizar o layout do apartamento, alguns clientes revestiram o piso de seus apartamentos com acabamentos diferenciados. A figura 5.22a mostra o revestimento com assoalho de madeira e a figura 5.22b mostra que um mesmo apartamento teve a utilização de revestimentos de piso variados.



Figura 5.22 – a) revestimento de madeira no piso e b) Flexibilidade no uso de revestimento do piso. Fonte: Bolzan (2002)

No oitavo pavimento, há o caso de um apartamento ter a inclusão de uma banheira no *layout* do banheiro da suíte, como mostrado na figura 5.23 a e 5.23b. Para a finalização do banheiro foram colocados vidros jateados, separando-o do dormitório.



Figura 5.23 – a) banheira da suíte do apartamento diferenciado no oitavo pavimento e b) visão do banheiro da mesma suíte. Fonte: Bolzan (2002)

5.3 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS COM PCMM NA CASA DE VIAMÃO



Figura 5.24 – Casa Viamão

Localização: Viamão, RS

Ano de execução: 1999

Área: 197,03 m²

Número de ambientes: 19

Projeto de edificação: Arq. Mauro Defferrari

5.3.1 Aspectos projetuais

O projeto da residência uni-familiar apresenta três pavimentos cujos ambientes se desenvolvem em torno de um *hall* central, com comunicação entre pavimentos por uma escada caracol, mostrada na figura 5.25. O pavimento térreo está composto por um *hall* de entrada e pelas salas de estar e jantar que estão integradas. A cozinha se comunica ao exterior através da área de serviços, que está compartimentada em dois ambientes.

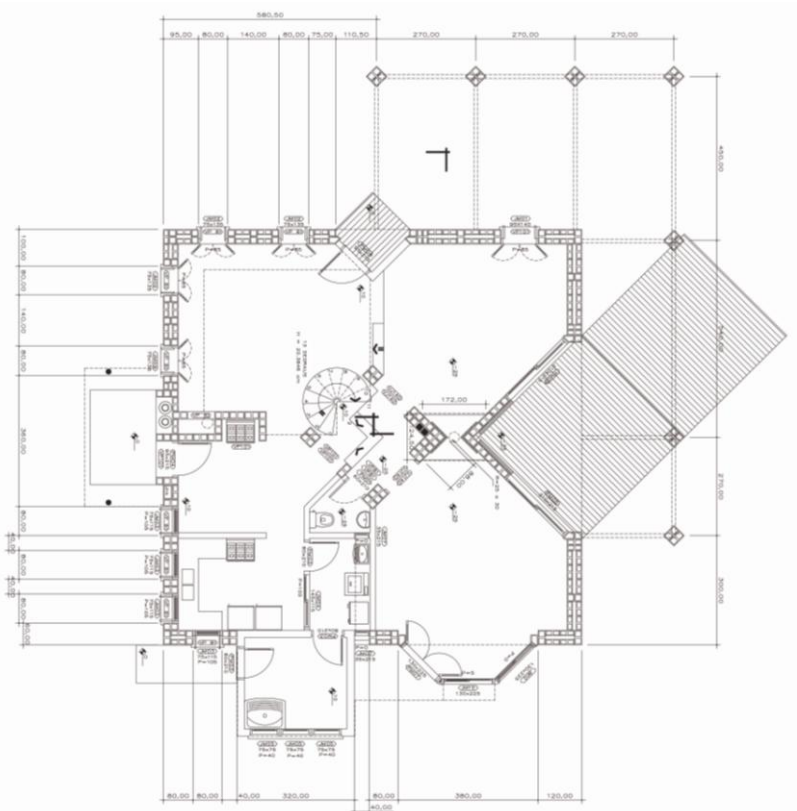


Figura 5.25 – Planta Baixa do piso térreo. Fonte: Defferrari (1999)

O acesso do lavabo é realizado através do *hall* central e a ventilação é realizada através da área de serviço. A sala de jantar tem pé direito duplo com mezanino de madeira em balanço que possibilita o acesso e a manipulação das janelas superiores. Na fachada leste do

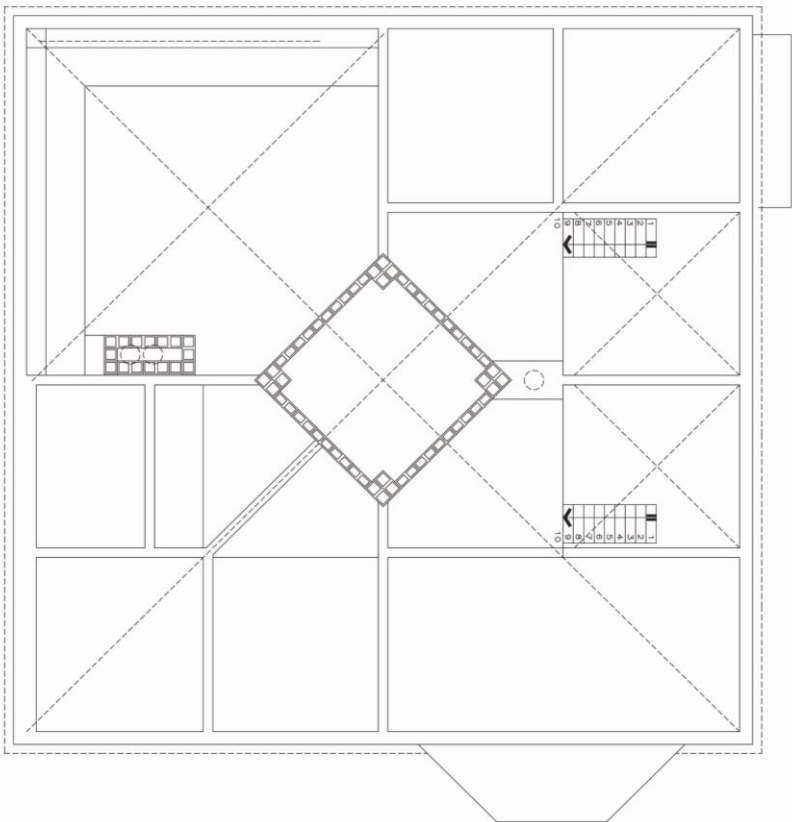


Figura 5.27 – Planta Baixa do mezanino do pavimento superior. Fonte: Defferrari (1999)

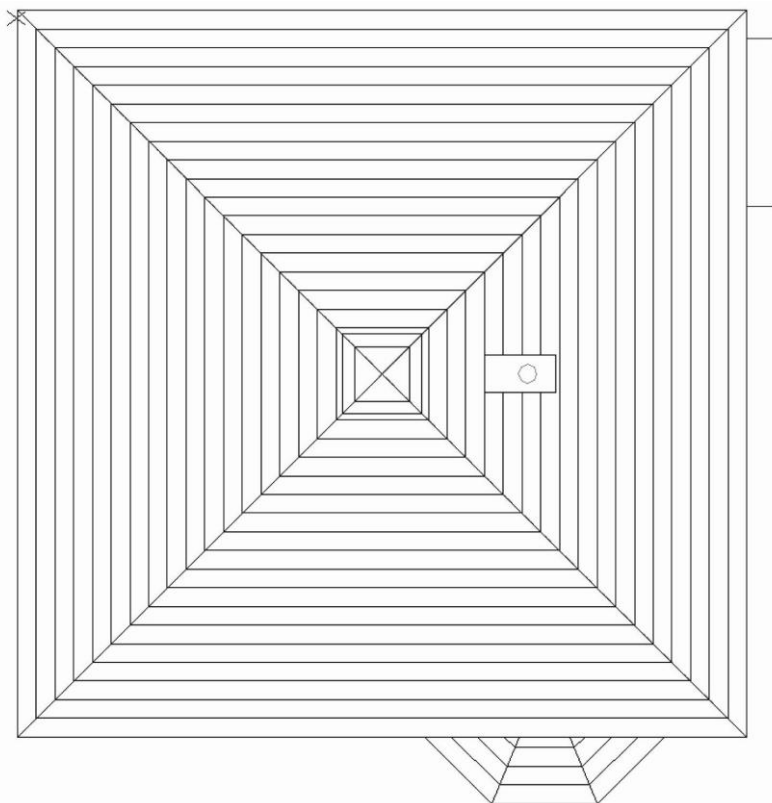


Figura 5.28 – Planta alta da cobertura. Fonte: Defferrari (1999)

A planta de cobertura é constituída por telhado com quatro águas com telhas de aço galvanizadas e lanternim de ventilação e iluminação também com quatro águas e executado com mesmo tipo de telha, conforme pode ser visto na figura 5.28.

5.3.2 Aspectos construtivos

As vedações externas do pavimento térreo são constituídas por paredes duplas de blocos de concreto de 20 x 20 x 40 cm, com câmara de ar interna de 11 cm de espessura. As paredes que circundam a escada caracol e a lareira, também são realizadas com blocos de concreto e se alongam até a cobertura da casa. Estas alvenarias não recebem rebocos, sendo apenas pintadas com tinta acrílica nas faces internas. O pé direito do pavimento térreo é de 2,40 m. As vedações internas que dividem a cozinha, área de serviço e lavabo do térreo são executadas com PCMM.

Na cozinha e na área de serviço há acabamento de revestimento cerâmico até meia parede, completada com aplicação de gesso e pintura acrílica. No lavabo há revestimento em madeira de *pinus* autoclavado. As vedações externas do pavimento superior são constituídas, na sua face interna por PCMM e na sua face externa por um *siding* de *pinus* autoclavado. O pé direito do pavimento superior é de 2,60 m.

Os pisos de todos os compartimentos são constituídos com PCMM. No térreo o piso recebe cobertura de argamassa cimentícia alisada e tela de estuque. Na cozinha, área de serviço e lavabo foi aplicado ainda um revestimento cerâmico. No piso da sala de jantar foi usado assoalho de madeira de Angelim. O piso do pavimento superior também é constituído por PCMM e também é revestido com assoalho de madeira de Angelim.

5.3.3 Transporte e estocagem dos componentes

As placas foram compradas em um único lote e transportadas por caminhão ao local da obra. Sua armazenagem foi realizada na parte frontal do terreno, posicionadas uma sobre a outra na horizontal e cobertas por lona plástica. Os montantes e guias das paredes são constituídos por madeira de *pinus* tratados em autoclave. Estes perfis foram também estocados no exterior da obra e cobertos com lona plástica e não tendo contato com o solo. O manuseio das placas foi realizado por dois homens, transportando as placas individualmente na aposição vertical de modo a evitar empenamentos e deformações.



Figura 5.29 – Fundação e térreo. Fonte: Defferrari (1999)

5.3.4 Montagem das vedações verticais internas

Para a montagem das vedações internas, as PCMM são fixadas nos quadros de madeira formados por montante e guias de *pinus* autoclavado, de acordo com as seguintes etapas:

- Marcação das vedações internas

Marcou-se no piso a localização das guias e os pontos de referência dos vãos de portas, previamente definidos no projeto arquitetônico, como mostrado na figura 5.30.



Figura 5.30 – a) Constituição do piso térreo e b) Piso térreo finalizado. Fonte: Defferrari (1999)

- Fixação das guias

As guias são constituídas de madeira de *pinus* autoclavado com 3 cm de altura por 10 cm de largura. São posicionadas conforme determinações do projeto arquitetônico. Sua fixação é feita por pregos de aço galvanizado. Este projeto utilizou quadros de madeira, como mostra a figura 5.31, a mesma estrutura comumente empregada em aplicações de CGA em guias e montantes de madeira, também denominado de *wood frame*. Esses quadros indicavam o posicionamento das vedações verticais internas em PCMM, assim como posicionamento de dutos dos sistemas elétrico e hidrossanitário.



Figura 5.31 – a) Marcação de montantes no primeiro pavimento e b) formação dos quadros de madeira de *pinus* autoclavado. Fonte: Defferrari (1999)

- Colocação dos montantes

Após a marcação das guias no piso, há a formação dos quadros de *pinus* autoclavados com montantes posicionados modularmente a 45 cm um do outro, podendo haver alguma variação de espaçamento conforme o plano. Foram respeitados os espaços de localização de portas e janelas, como mostrado nas figuras 5.31a. Com essas definições são feitos os quadros no chão e posteriormente são erguidos, ficando na posição vertical. Os montantes possuem 3 cm de altura e 10 cm de largura e são iguais no térreo e no pavimento superior, variando somente seu comprimento.

- Instalação de reforços e outros elementos no interior das paredes

Não houve a necessidade de colocação de reforços para o suporte de cargas nas vedações verticais internas. Também não houve a necessidade de isolantes acústicos e térmicos pelo fato de que a PCMM já possui propriedades significativas de isolamento.

- Instalação de eletrodutos

Na vedação interna constituída com PCMM há um colchão de ar central de 10 cm entre as placas. Ali foram embutidos os dutos elétricos. Por meio de furos na estrutura dos montantes de madeira, eles se posicionam no interior da vedação, como apresentam as figuras 5.32a e 5.32b. As caixas de passagem são posicionadas nos montantes laterais. Tomadas e interruptores são finalizados depois do fechamento da vedação. Nas áreas úmidas, foi instalada entre placas uma manta de isolante hídrico.

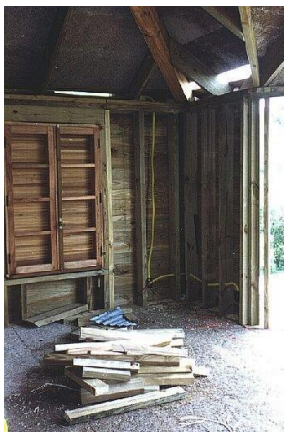


Figura 5.32 – a) Estrutura interna com passagens de eletrodutos em vedações verticais internas e b) em vedações verticais externas. Fonte: Defferrari (1999)

- Instalação de tubulações hidráulicas

Assim como os dutos de cabeamento elétrico, o sistema hidráulico ocupa o colchão de ar entre placas. As tubulações usadas são em PVC para água fria e CPVC para água quente.

- Fechamento da vedação

Com a finalização do posicionamento dos dutos elétricos e hidrossanitários, há o fechamento das vedações com PCMM. Foram utilizadas placas com dimensão de 248 cm de comprimento, 50 cm de largura e 2,5 cm de espessura. Sua fixação foi através de pregos de aço galvanizado nos montantes e guias. Como mostra a figura 5.33a, algumas placas foram cortadas e posicionadas de tal forma que fiquem melhor ajustadas no plano. Na figura 5.33b as placas foram colocadas horizontalmente mantendo suas dimensões originais, sendo cortadas somente as próximas ao canto. As esquadrias de madeira foram colocadas nos vãos dos quadros dos montantes, apoiados diretamente nestes e fixados por pregos.



Figura 5.33 – a) placas recortadas para melhor aproveitamento e b) Colocação das PCMM orientadas horizontalmente. Fonte: Defferrari (1999)

As PCMM também foram usadas no forro e piso dos pavimentos como representam as figuras 5.34a e 5.34b.



Figura 5.34 – a) do térreo observam-se as placas sobre barrotes e b) montagem do piso em PCMM do pavimento superior. Fonte: Defferrari (1999)

Na figura 5.34a, observa-se no forro do pavimento térreo as placas apoiadas em caibros de *pinus*. Esses caibros estão com 45 cm de espaçamento um do outro. No forro do pavimento superior os caibros estão com um espaçamento de 100 e foram usadas placas de 248 cm de comprimento, 50 cm de largura e 5 cm de espessura. As PCMM são presas nos caibros por meio de pregos de aço galvanizado. Seu tratamento superficial foi feito com aplicação de verniz à base de poliuretano transparente.



Figura 5.35 – a) Forro em PCMM e b) detalhe do forro. Fonte: Defferrari (1999)

5.2.5 Acabamentos superficiais

- Tratamento de juntas

Para haver o tratamento das juntas houve um rebaixo nas bordas das placas de 5 cm de largura por 0,5 cm de profundidade e foi realizada com serra de mesa *in loco*. O processo de tratamento das juntas das placas é o mesmo utilizado em alguns casos nas juntas de CGA, com a aplicação de uma camada de nata de gesso, fita kraft de 8 cm de largura e cobertura em gesso novamente. Nas marcas de prego das placas também houve a cobertura em gesso, como mostrado nas figuras 5.36a e 5.36b. O mesmo tratamento foi realizado nas junções de placas em ângulos internos e externos.

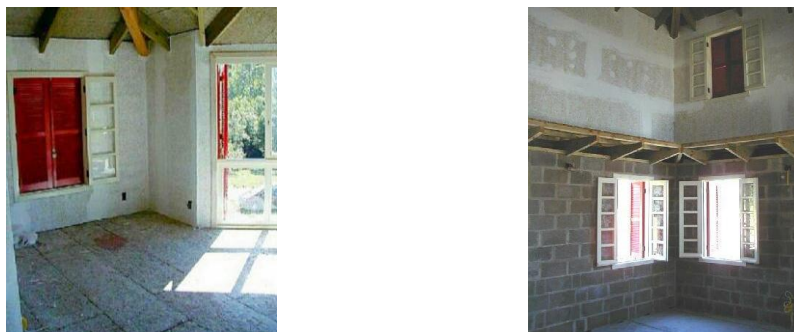


Figura 5.36 – a) e b) Tratamento de juntas. Fonte: Defferrari (1999)

Nas vedações que receberam pintura, foi aplicado reboco em gesso para uniformização da textura das placas e regularização com lixa.

- Pinturas

Sobre o reboco de gesso foram passadas duas demãos de tinta acrílica tanto nas vedações do pavimento térreo como nas do pavimento

superior e do mezanino do pavimento superior. Na figura 5.37a visualiza-se a aplicação de tinta acrílica de cor azul sobre vedação interna de PCMM no pavimento superior.



Figura 5.37 – a) Acabamento com pintura e b) azulejos. Fonte: Defferrari (1999)

A lareira em blocos de concreto não teve aplicação de revestimento. Porém as faces internas da vedação de blocos de concreto são pintadas com tinta acrílica diretamente no bloco, essas não receberam reboco.

- Colocação de azulejos

Houve revestimento cerâmico nas vedações da cozinha e área de serviço, pertencentes ao pavimento térreo. Os azulejos foram colocados com argamassa colante diretamente sobre a PCMM sem acabamento prévio. Posterior a isso se realizou o acabamento com argamassa de rejuntamento para preenchimento dos espaços entre peças cerâmicas.

5.4 VEDAÇÕES VERTICAIS COM PCMM NAS CASAS DE BLUMENAU



Figura 5.38 – a) e b) Vista da fachada das casas no mesmo nível



Figura 5.39 – a) e b) Vista da fachada das casas em desnível

Localização: Blumenau, Santa Catarina

Ano de execução: 2009

Área construída casa padrão em nível: 65,51 m²

Área construída casa padrão em desnível: 47,83 m²

Número de ambientes: 9

Empresa construtora: Climatex

Engenheiro civil: Alexandre May

5.4.1 Aspectos projetuais

Os projetos apresentam sete residências térreas construídas em fita, conforme mostram as figuras 5.38 e 5.39. Quatro delas se encontram no mesmo nível com relação à rua e outras três apresentam desnível em função da declividade da rua. Estas residências apresentam configurações semelhantes em suas plantas baixas. Os dois padrões de residências são compostos igualmente por uma varanda na fachada principal, sala de estar e jantar integrada com a cozinha, área de serviço aberta, área de circulação, banheiro social, dormitório e suíte como se pode observar nas figuras 5.40 e 5.41. Todos os ambientes internos apresentam pé direito de 2,60 m e se comunicam com o exterior através de portas e janelas.

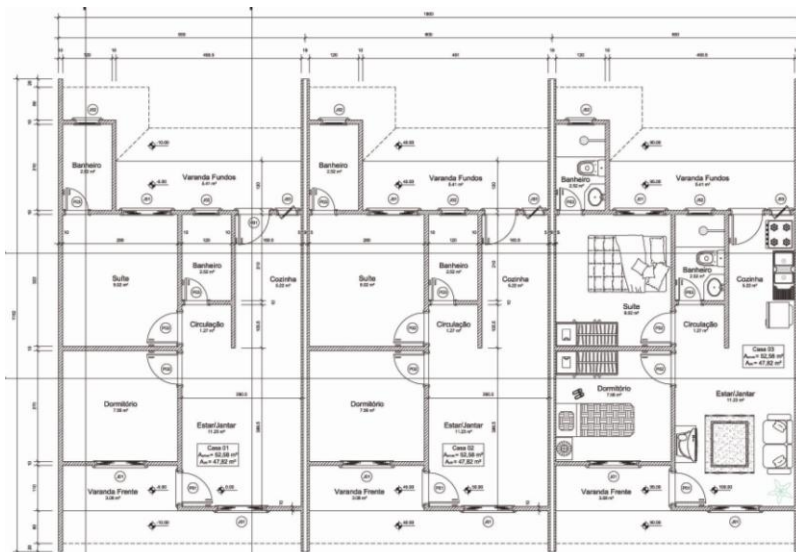


Figura 5.40 – Configuração da planta baixa das residências padronizadas em desnível. Fonte: Construpex (2009)

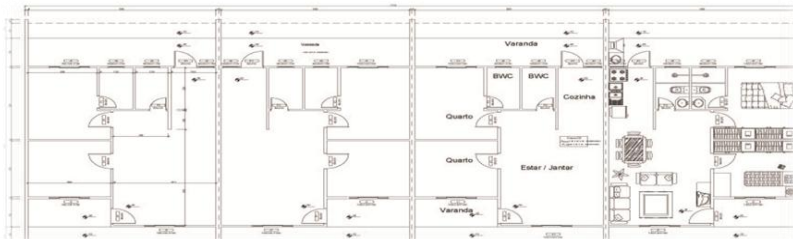


Figura 5.41 – Configuração da planta baixa das residências padronizadas em nível. Fonte: Construpex (2009)

A varanda dos fundos e área de serviço, que se projetam para fora da edificação, são cobertas, porém sem fechamento vertical. Nas plantas das coberturas, mostradas nas figuras 5.42 e 5.43, as paredes entre as residências se estendem até acima das telhas, cujo rufo de proteção torna individuais os telhados.

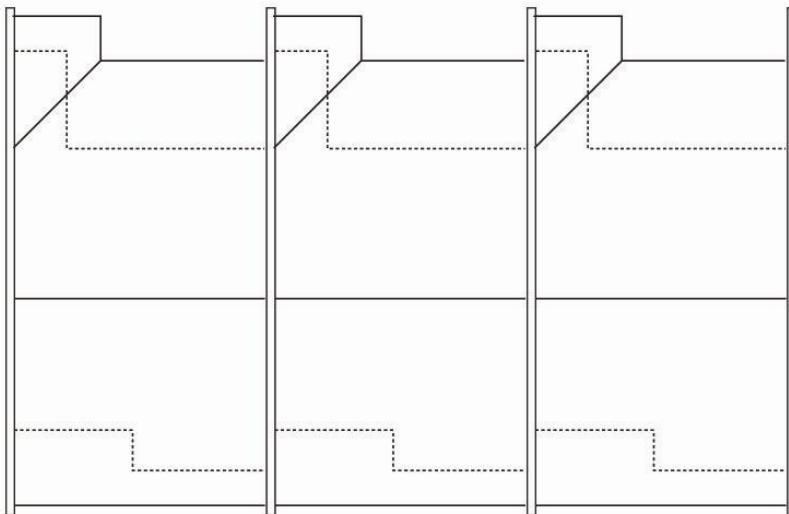


Figura 5.42 - Planta de cobertura das três unidades em desnível. Fonte: Construpex (2009)

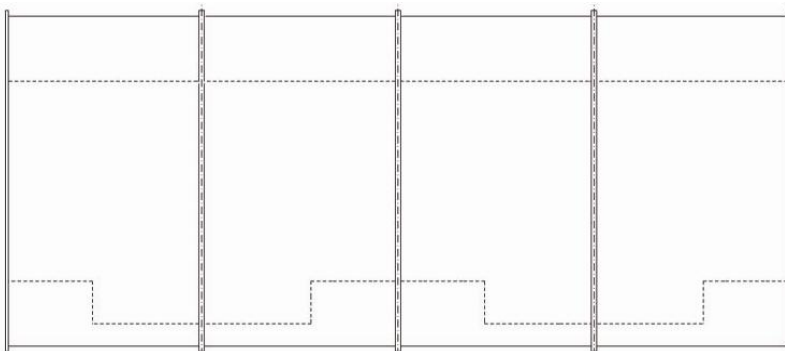


Figura 5.43 - Planta de cobertura das quatro unidades em nível. Fonte: Construpex (2009)

As elevações frontais, mostradas nas figuras 5.44 e 5.45, mostram um padrão de fachada composta por duas janelas de quatro folhas, uma pertencente ao quarto e outra à sala. Também está presente a porta de entrada, que não aparece na imagem por estar localizada perpendicularmente a estas elevações.

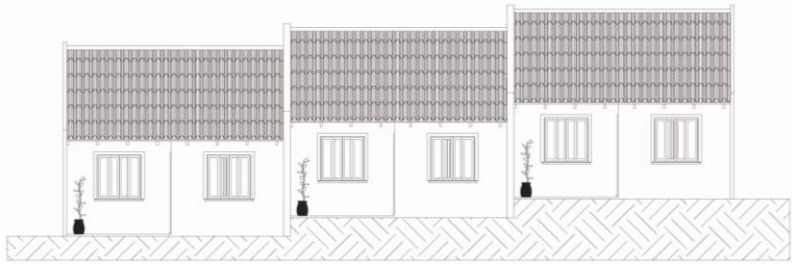


Figura 5.44 – Elevação frontal das três unidades em desnível. Fonte: Construpex (2009)

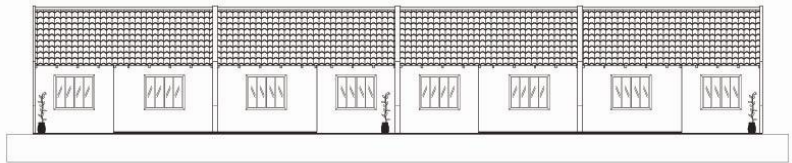


Figura 5.45 – Elevação frontal das quatro unidades no mesmo nível. Fonte: Construpex (2009)

5.4.2 Aspectos construtivos

As vedações externas e internas das residências padrão de cada projeto são constituídas por duas PCMM justapostas e possuem o mesmo sistema construtivo. A dimensão da placa utilizada é de 260 cm de comprimento, 100 cm de altura e 5 cm de espessura. Deste modo, as vedações ficam com a espessura de 10 cm. Estes valores podem apresentar variações nas vedações que comportam os encanamentos hidráulicos da cozinha e dos banheiros. Estas vedações possuem três placas em sua composição, ficando, deste modo, com 15 cm de espessura.

Na cozinha e na área de serviço foi realizado um revestimento cerâmico até meia parede, completada com aplicação de argamassa industrializada na cor branca. Já nos banheiros, o revestimento cerâmico foi executado até o teto. Nas vedações externas foi aplicada uma camada de revestimento com argamassa industrializada e finalizada com pintura acrílica de distintas cores, de modo a produzir uma diferenciação em suas fachadas. Os pisos de todos os compartimentos são revestidos por peças cerâmicas. O forro é modular, constituído por perfis metálicos brancos e placas quadradas de PCMM com 62 cm de largura e 2,5 cm de espessura.

5.4.3 Transporte e estocagem dos componentes

As placas para as vedações são transportadas por caminhão da empresa fornecedora e estocadas ao ar livre no local da obra. Estas placas são posicionadas sobre uma base tipo *palet* na posição horizontal, deitadas umas sobre as outras, figura 5.46a. Elas são protegidas das intempéries por uma cobertura com telha ondulada de alumínio, como mostrado na figura 5.46b. Se a obra já estiver coberta, estas placas podem ser posicionadas na varanda frontal.



Figura 5.46 – a) Estocagem das placas e b) Estocagem das chapas na varanda frontal.

As placas quadradas do forro são estocadas na varanda, como mostrado nas figuras 5.47a e 5.47b. No empilhamento as faces revestidas destas placas são protegidas por uma folha de EPE, polietileno expandido.



Figura 5.47 – a) Estocagem das placas quadradas do forro e b) Empilhamento das placas com proteção da camada de gesso.

As PCMM das vedações são manipuladas na obra por duas pessoas em função do seu peso e dimensão. As placas usadas no forro são mais leves e podem ser manipuladas por uma única pessoa.

5.2.4 Montagem das vedações verticais internas

Após a regularização da laje de fundação, tipo *radier*, é feita a marcação das vedações internas. A montagem da vedação vertical é realizada de acordo com as seguintes etapas: marcação de localização das vedações internas sobre a laje *radier* e posicionamento das guias; fixação das guias metálicas sobre a laje e encaixe das placas nas guias. Quando verticalizadas, as placas recebem mais uma guia superior para travar a união das duas PCMM, como mostrado nas figuras 5.48a e 5.48b. As guias são perfis de alumínio em formato de “U” com 10 cm de largura e 1,5 cm de altura na maioria das vedações e 15 cm de largura nas que comportam embutidos os tubos hidrossanitários. A fixação destas guias na laje faz-se com pregos de aço ou pistola com pinos de aço. Nas vedações verticais das Casas Blumenau não houve a utilização de montantes.



Figura 5.48 - a) Guia metálica horizontal superior fixado na estrutura do telhado e b) guia fixada na extremidade superior da vedação. Fonte: Construpex (2009)

- Instalação de reforços nas paredes

Nas vedações verticais não foram previstos reforços. Caso seja necessário, os reforços podem ser instalados posteriormente à conclusão das vedações.

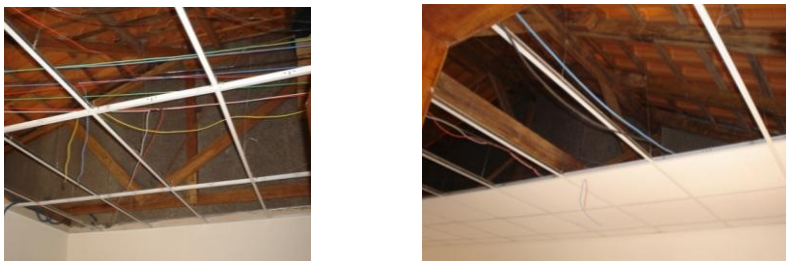


Figura 5.49 – a) Fiação elétrica sobre os perfis do forro e b) Fiação elétrica posicionada sobre o forro sendo fechado por PCMM.

- Instalação de eletrodutos

As fiações elétricas são distribuídas pelo forro, como mostrado na figura 5.49a e 5.49b, e posicionadas verticalmente na descendente, como se pode observar nas figuras 5.50a e 5.50b. Para a passagem dos eletrodutos pelo interior das vedações é feito um recorte em uma das placas pelo lado interno. Deste modo, os eletrodutos se estendem até as caixas plásticas, colocadas e cimentadas anteriormente nas placas.



Figura 5.50 – a) Instalações elétricas de interruptor da sala e b) Instalações elétricas de interruptor e tomadas do quarto. Fonte: Construpex (2009)

- Instalação de tubulações hidráulicas

As vedações que recebem a passagem de tubulações hidráulicas, são constituídas por três PCMM de 5 cm de espessura e utilizam guias de 15 cm de largura, como mostrado na figura 5.51a. Desta forma, a placa central na vedação será recortada para permitir a passagem da tubulação, conforme mostrado na figura 5.51b. Essa placa interna se faz necessária pelo fato de que a tubulação de PVC é mais larga que o diâmetro dos eletrodutos, não podendo, então, ser usado o mesmo método para as duas instalações. As vedações que recebem tubulações hidráulicas são as paredes da cozinha, área de serviço, banheiro social e do banheiro da suíte.

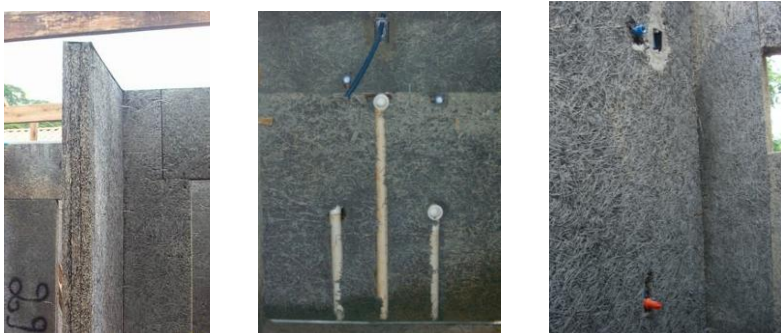


Figura 5.51 - a) Tubulação hidráulica da cozinha, b) parede com três placas e c) tubulação hidráulica do banheiro. Fonte: Construpex (2009)

- Colocação das PCMM

As placas das vedações internas e externas aprestam dimensão 260 cm de largura, 100 cm de altura e 5 cm de espessura. Essas foram encaixadas em duplas ou trios nas guias metálicas presas à laje de piso conforme sua numeração. Esta numeração impressa nas placas manualmente é feita pela empresa construtora para localizar a placa no projeto e já poder levar para a obra a chapa com o tamanho adequado. Como a largura das vedações é igual à largura das guias, não há a necessidade de fixação extra por pregos ou parafusos. A guia inferior de fixação da placa é coberta pela regularização do contrapiso e pelo revestimento cerâmico.



Figura 5.52 – a) Posição horizontalizada das PCMM e b) Posição verticalizada das PCMM. Fonte: Construpex (2009)

- Fixação das placas

As placas em sua maioria estão posicionadas na orientação vertical ao plano, como se pode observar na figura 5.52a, e em algumas situações pode ser colocadas na orientação horizontal ao plano, conforme mostrado na figura 5.52b. A junção entre as placas foi

realizada por amarração com arame de aço galvanizado e também por pregos de aço galvanizado, como mostra as figuras 5.53 e 5.54.



Figura 5.53 – a) Fixação das placas com pregos galvanizados e b) Detalhe da fixação. Fonte: Construpex (2009)



Figura 5.54 – a) Vista da união das duas placas e amarrações das placas em arame de aço galvanizado e b) Vista lateral da amarração em paredes em 90 graus. Fonte: Construpex (2009)

Outra utilização das PCMM de 5 cm de espessura no projeto foi na constituição dos muros que dividem os espaços externos das casas. Os painéis são posicionados sobre uma viga baldrame executada sobre blocos de concreto. Na viga são fixados perfis metálicos de aço galvanizado que servem para o aparafusamento das placas, como mostrado na figura 5.55a. Posteriormente as PCMM são revestidas nas duas faces com reboco de cimento e areia, conforme se pode observar na figura 5.55b.



Figura 5.55 – a) montagem do muro com placas de madeira mineralizada com montantes de aço galvanizado e b) muro revestido com argamassa de cimento e areia. Fonte: Construpex (2009)

5.2.5 Acabamentos superficiais

- Tratamento de juntas

As juntas entre PCMM são realizadas de modo similar as juntas com CGA, porém sem o rebaixo das suas bordas. Após a aplicação da nata de gesso na junta é posicionada por toda sua extensão uma tela de poliéster com 10 cm de largura. Sobre esta tela é realizada mais uma camada de gesso, como mostra a figura 5.56. O mesmo tratamento foi realizado nas junções de placas em ângulos internos e externos. Nos locais que tiveram fixação por pregos e arame também houve tratamento com gesso nestes pontos.

Para a finalização das superfícies, faz-se a aplicação de argamassa industrializada polimérica, mostradas na figura 5.57, em toda a superfície da placa, com duas a três demãos. Com esta massa, dispensa-se o uso de reboco. Ela também funciona como acabamento superficial de cor branca, dispensando a pintura.

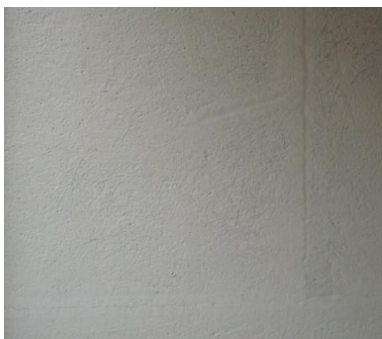


Figura 5.56 – a) Tratamento de juntas entre as placas e b) detalhe da fita de união entre as placas e posterior acabamento com gesso.



Figura 5.57 – a) Aplicação de argamassa industrializada e b) Desempeno e finalização da superfície. Fonte: Construpex (2009)

- Pinturas

A argamassa aplicada sobre as placas colore a vedação de branco, como mostra a figura 5.58a. Porém, quando desejado, aplica-se sobre a massa uma pintura acrílica. Isso foi feito na fachada, onde cada casa teve a pintura de uma cor distinta. As esquadrias de madeira receberam acabamento em verniz brilho, assim como os caibros do telhado e rodapés.

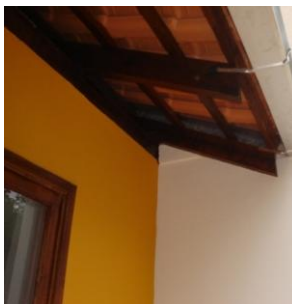


Figura 5.58 – a) Acabamento com pintura interna branca nas paredes e verniz nas esquadrias e b) Pintura externa colorida na parede e verniz nas madeiras

- Colocação de azulejos

Houve revestimento cerâmico nas vedações verticais da cozinha e área de serviço até meia parede, porém nos banheiros a aplicação foi até o teto. Os azulejos foram colocados com argamassa colante diretamente sobre a PCMM sem tratamento prévio, figura 5.59a. Posteriormente se realizou o acabamento com argamassa de rejuntamento para preenchimento dos espaços entre peças cerâmicas.

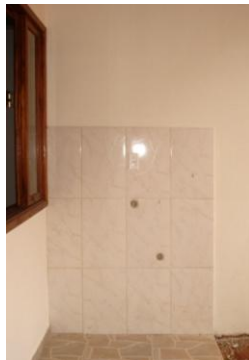


Figura 5.59 – a) Aplicação de azulejos diretamente sobre a PCMM. Fonte: Construpex (2009) e
b) Aplicação de azulejo em meia parede na área de serviço e acabamento.

6 QUADROS COMPARATIVOS DOS ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo busca-se, por meio de elaboração e análise de quadros comparativos dos dados levantados, identificar alguns aspectos em comum e diferenças entre os produtos e os respectivos sistemas construtivos utilizados nos estudos de caso.

6.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS PROJETUAIS

Neste quadro são apresentados alguns aspectos projetuais adotados nos processos de concepção das edificações dos estudos de caso. Na tabela 6.1 busca-se comparar os parâmetros arquitetônicos mais relevantes em cada caso estudado.

Tabela 6.1 - Parâmetros arquitetônicos dos estudos de caso

		Edifício Millenium	Edif. Puerto Madero	Casa de Viamão	Casas de Blumenau
A	Localização	Fpolis, SC	Fpolis, SC	Viamão, RS	Blumenau, SC
B	Ano de execução	2000	2002	1999	2009
C	Área construída das unidades	86,15 m ²	52.99 m ²	197,03 m ²	52,58 m ²
D	Nº de ambientes	11	9	19	9
E	Nº de pavimentos	térreo, três pavimentos tipo e cobertura	térreo e oito pavimentos tipo	térreo, 1º pavimento e mezanino do 1º pavimento	térreo
F	Tipos de vedações internas	CGA	CGA	PCMM rebocada	PCMM rebocada
G	Tipos de vedações externas	bloco cerâmico rebocado	bloco cerâmico rebocado	bloco de concreto e PCMM com lambris	PCMM rebocada

Pode-se observar que os estudos de caso possuem modelos arquitetônicos diversificados, porém todos utilizam vedações verticais internas realizadas com chapas ou placas industrializadas. Os casos estudados estão localizados na região sul do Brasil, abrangendo Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O Edifício Millenium foi um dos primeiros edifícios de planta personalizável construído na cidade de Florianópolis, no ano de 2000. Neste, e também no estudo de caso Edifício Puerto Madero, o sistema com CGA possibilitou a flexibilidade necessária à aplicação do conceito *personal home* do projeto da edificação, que consiste na flexibilização e personalização de configurações arquitetônicas disponibilizadas pela construtora aos seus clientes. Estes dois edifícios residenciais possuem grande altura e repetição do pavimento tipo, que possibilitaram a adoção do sistema construtivo com CGA em todos os apartamentos. Todavia somente as divisórias internas são realizadas com estas chapas, sendo que as paredes externas são realizadas com blocos cerâmicos revestidos com argamassa de cimento e areia. Os rebocos internos receberam acabamento com massa corrida de modo a assemelhem-se aos acabamentos das paredes com o sistema com CGA.

Os dois estudos de caso que utilizam as PCMM nas vedações são residências com até dois pavimentos. Não foram encontrados estudos de casos de edifícios residenciais com mais de dois pavimentos que utilizassem este sistema construtivo em suas vedações internas. No estudo de caso Casa de Viamão as vedações verticais externas do pavimento térreo são realizadas com blocos de concreto sem revestimento. Nesta casa, blocos de concreto também são utilizados no pavimento térreo, circundando a escada caracol e a lareira. As demais vedações verticais deste pavimento são constituídas por PCMM rebocadas com gesso. Como acabamento, estas placas receberam pintura com tinta acrílica colorida em três demãos. As paredes do pavimento superior são realizadas com PCMM rebocadas internamente com gesso, pintadas e revestidas externamente com lambris de madeira de *pinus* autoclavado.

Nas residências do estudo de caso Casas de Blumenau, todas as vedações verticais são realizadas com PCMM recebendo o mesmo reboco nas faces internas e externas. Neste reboco, utilizou-se uma argamassa polimérica industrializada. Esta argamassa, quando seca, forma uma camada regular de coloração branca, dispensando o uso de tinta para acabamento nas faces internas. Somente as vedações verticais nas faces externas receberam tinta acrílica colorida em três demãos para marcar uma diferenciação por cor entre as casas posicionadas em fita. A

construção desta casa possui a peculiaridade de que suas placas são numeradas para a formação das vedações verticais. Cada PCMM sai da fábrica com o tamanho necessário e um número que indicará sua posição no projeto.

Pode-se concluir que o sistema com CGA foi utilizado somente nas divisórias internas e o sistema com PCMM foi utilizado nas vedações internas e externas. Quando as PCMM foram utilizadas externamente fez-se necessário um revestimento externo que garantisse a sua estanqueidade, tal como a aplicação externa de lambris de madeira ou o revestimento com argamassas especiais à base de polímeros.

6.2 ANÁLISE DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

6.2.1 Quanto à classificação das vedações verticais

Neste quadro são apresentados dados referentes à classificação dos parâmetros mais relevantes das vedações verticais analisadas, ressaltando as principais semelhança e também as diferenças observadas em sua caracterização.

Tabela 6.2 - Parâmetros construtivos das vedações

		Edifício Millenium	Edif. Puerto Madero	Casa de Viamão	Casas de Blumenau
A	Função	interna	interna	interna e externa	interna e externa
B	Técnica de execução	acoplament o a seco	acoplament o a seco	acoplament o a seco	acoplament o a seco
C	Densidade superficial	leve	leve	leve	leve
D	Mobilidade	desmontáve l	desmontáve l	desmontáve l	desmontáve l
E	Estruturação	estruturada	estruturada	estruturada	auto- suporte
F	Continuidad e do pano	modular	modular	modular	monolítica
G	Continuidad e superficial	contínua	contínua	contínua	contínua
H	Acabamento	revestimento o a <i>posteriori</i>	revestimento o a <i>posteriori</i>	revestimento o a <i>posteriori</i>	revestimento o a <i>posteriori</i>

Quanto à função exercida pelas placas e chapas, observa-se que as CGA e as PCMM foram utilizadas para compor sistemas de vedação vertical interna em todos os estudos de caso. Porém, somente na Casa de Viamão e nas Casas de Blumenau as PCMM puderam ser aplicadas nas vedações verticais externas. O uso das CGA restrito à parte interna se justifica pelo fato de que as chapas *standard*, usadas na maioria das vedações dos Edifícios Millenium e Puerto Madero, são recomendadas somente para aplicação interna, pois apresentam degradação em contato com a água. Até mesmo as chapas denominadas resistentes à umidade devem ser restritas a áreas sujeitas à umidade por tempo limitado de forma intermitente, não sendo adequada, então, para uso externo. Já as PCMM possuem uma maior estanqueidade, podendo ser aplicadas com uma de suas faces voltadas para o exterior, sendo recomendado, no entanto, a aplicação de um acabamento superficial para não comprometer a integridade física das mesmas.

A técnica de execução por acoplamento a seco do sistema com CGA utilizado nas edificações estudadas, possibilita que as chapas sejam unidas aos montantes por aparafusamento e assim também esses às guias horizontais. Na Casa de Viamão, o sistema de acoplamento das vedações verticais é realizado pela fixação por pregos das placas nos quadros de madeira, formados por montantes e guias horizontais. Nas Casas de Blumenau, o sistema com PCMM configura-se com a fixação das placas umas às outras com pregos e arames de aço galvanizado. Deste modo, em todos os casos estudados, observa-se a execução das vedações verticais de forma seca, sem o uso de ligantes a base de água.

A densidade superficial de uma vedação corresponde à razão entre a massa e a área que ela ocupa. Nos casos estudados, todas as vedações são classificadas como leves, pois possuem sua densidade superficial abaixo de 100 kg/m^2 . As CGA, por exemplo, possuem sua densidade superficial máxima de $8,5 \text{ kg/m}^2$ em chapas com 9,5 mm de espessura, 12 kg/m^2 para chapas com 12 mm e 14 kg/m^2 para chapas com 14 mm de espessura. A densidade média de uma PCMM depende da sua composição e principalmente do seu processo de compactação. Deste modo estas placas costumam variar sua densidade entre 400 até 700 Kg/m^3 , o que pode resultar em uma densidade superficial média entre 10 e 14 kg/m^2 em chapas com 25 mm de espessura. Estas densidades média fazem com que uma placa com $2,5 \times 100 \times 250 \text{ cm}$ pese cerca de 25 a 30 Kgf, o que possibilita o seu manuseio por uma só

pessoa. Já as placas com 5 cm de espessura pesa em torno de 50 a 70 kg, exigindo que seu manuseio seja realizado por duas pessoas.

O acoplamento a seco e a densidade superficial leve são características de vedações denominadas de *drywall*. Deste modo estas vedações são mais leves e são montadas de forma mais limpa e rápida quando comparadas com alvenarias que utilizam argamassas de assentamento na sua constituição.

Nos estudos de caso a mobilidade da vedação vertical apresentou dado comum quanto a sua desmontabilidade, isto é, as vedações estudadas são passíveis de ser desmontadas com pouca degradação dos elementos compositivos do sistema. A remontagem destas vedações, no entanto, não é de fácil execução, podendo requerer a reposição de algumas peças e exigir mais tempo para a execução dos ajustes necessários. Nos estudos de caso com as CGA as chapas são facilmente removíveis, porém com perdas significativas na integridade e qualidade das chapas. As chapas descartadas transformam-se em resíduos Classe C, segundo Resolução 307 do Conama (Conama 2002). Essa classificação engloba os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. De outra parte, as PCMM, podem ser classificadas como resíduos Classe A, podendo ser destinados a aterros da construção ou reciclados como agregados. Porém, as madeiras e os metais que compõem os perfis de fixação dos sistemas analisados, quando descartados são classificados como Classe B e devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário para futuro uso ou reciclagem.

Nos estudos de caso Edifício Millenium, Edifício Puerto Madero e a Casa de Viamão, as vedações verticais são estruturadas por meio de perfis internos às chapas e às placas. Estes perfis fazem a sustentação das vedações e garantem que as chapas e as placas sejam posicionadas de modo uniforme no plano. Entretanto, nas Casas de Blumenau, não houve a necessidade de estruturação interna às PCMM, sendo estas fixadas umas às outras formando uma vedação autoportante e monolítica. Nesta vedação os esforços são transmitidos por todo o conjunto dos elementos das vedações, que atuam solidariamente. Isso não acontece nos casos estudados onde as vedações são constituídas por CGA e nas vedações constituídas por PCMM da Casa de Viamão pelo fato de que seus sistemas foram conformados com o auxílio de perfis como elementos de fixação. Deste modo, os esforços que são transmitidos à vedação atingem os componentes de modo individual.

Quanto à continuidade superficial, todos os casos estudados apresentam as vedações verticais com juntas não aparentes. Após a montagem da vedação vertical, nos casos estudados, há o tratamento das juntas de modo que estas sejam uniformizadas no plano. Nas vedações verticais estudadas o revestimento é aplicado posterior à fase de montagem. As vedações verticais com CGA e com PCMM são executadas em seus lugares definitivos, sem a aplicação prévia de revestimentos. Estes são realizados após o término do tratamento das juntas por meio de reboco ou aplicação de peças cerâmicas, podendo também receber diretamente a pintura.

6.2.2 Quanto ao uso de guias horizontais de fixação

O quadro da Tabela 6.3 mostra comparativamente as guias horizontais utilizadas nos diferentes estudos de caso para o auxílio na fixação e na composição das vedações verticais internas.

Tabela 6.3 - Parâmetros construtivos das guias horizontais de fixação

		Edifício Millenium	Edif. Puerto Madero	Casa de Viamão	Casas de Blumenau
A	Função	apoio e guia para os montantes	apoio e guia para os montantes	apoio e guia para os montantes	guia e travamento para as placas duplas de PCMM
B	Dimensões (largura/ altura) mm	70/28	70/28	100/30	100/15 e 150/15
C	Material	chapa conformada de aço galvanizado	chapa conformada de aço galvanizado	madeira	chapa conformada de aço galvanizado
D	Objeto de fixação	parafuso	parafuso	pregos de aço galvanizado	pregos de aço galvanizado
E	Local de fixação inferior da guia	parafusada no piso com revest. cerâmico finalizado.	parafusada no piso com revest. cerâmico	pregadas sobre o piso de PCMM	pregadas no piso

			finalizado.		
F	Local de fixação superior da guia	parafusada na laje	parafusada na laje	fixada por pregos na vigota de madeira	fixada na borda superior da vedação e nas vigotas de madeira
G	Junção guia/montante	encaixe do montante no interior da guia e fixação por parafusos	encaixe do montante no interior da guia e fixação por parafusos.	união de montante e guia por pregos	Não tem montante
H	Junção guia/placa	união por parafusos pela lateral externa da guia	união por parafusos pela lateral externa da guia	união por pregos pela lateral externa da guia	encaixe das placas no interior da guia.

As guias nos sistemas de vedação verticais internas estudados possuem a função de informar e marcar a localização final das paredes. Elas são as primeiras a ser posicionadas na montagem da vedação vertical em todos os casos analisados. Outra função da guia nos estudos de caso do Edifício Millenium, Edifício Puerto Madero e na Casa de Viamão é de servir de base e de apoio aos montantes. Nas Casas de Blumenau, as guias também possuem a função de impedir a movimentação das PCMM. Nestas casas, as vedações verticais são compostas por duas placas de 50 mm justapostas, encaixadas no interior das guias inferior e superior, ambas metálicas de 100 mm de largura e 15 mm de altura. Estes encaixes dispensam o uso de outros fixadores como parafusos e pregos. Há variação na guia de 100 mm para 150 mm nos casos onde as vedações verticais comportam embutidos os tubos hidrossanitários, pois estas são compostas por três PCMM. O comprimento das guias depende de suas localizações no detalhamento do projeto. Outra peculiaridade das guias utilizadas nas Casas de Blumenau é de que as mesmas são fixadas na laje radier de concreto. Somente com as guias fixadas no radier e as PCMM fixadas nas guias é que se inicia a regularização do piso e o posterior revestimento cerâmico. Deste modo, há um reforço na fixação das guias no piso e

uma maior limitação na movimentação de todo o conjunto das vedações verticais.

Na Casa de Viamão as guias são de madeira de *pinus* autoclavado com 100x30 mm de altura, sendo que o seu comprimento depende das dimensões que constam no projeto. No térreo e no primeiro pavimento as guias são fixadas por pregos de aço galvanizado no piso composto por PCMM com 50 mm de espessura. Os montantes são posicionados sobre as guias, formando quadros de madeira e fixados por pregos de aço galvanizado. As guias superiores unem-se aos montantes para dar estabilidade aos quadros. Estes quadros também são fixados às vigotas de madeira, limitando a mobilidade do conjunto. A ligação guia/placa também se dá por meio de pregos de aço galvanizado. Nos estudos de casos com CGA, as guias formam quadros metálicos com os montantes, pois estes se encaixam nas canaletas interiores às guias e são fixadas com parafuso denominado metal/metal, para obter perfeita fixação do conjunto. Observa-se que nas Casas de Blumenau as placas são fixadas no interior da guia, enquanto que nos demais estudos de caso, as placas são fixadas pelas suas laterais externas. A ligação guia/montante é realizada com parafusos chapa/metal, específicos para o sistema com CGA.

Quanto à fixação das guias, observa-se que nos casos do Ed. Millenium e do Ed. Puerto Madero as guias horizontais da base da vedação são parafusadas sobre o piso já pronto, revestido com peças cerâmicas, enquanto que os demais estudos de caso apresentam fixação das guias inferiores no piso não acabado.

6.2.3 Quanto ao uso dos montantes

Na tabela 6.4 são apresentados os principais parâmetros relacionados com a fixação e uso dos montantes das vedações verticais internas nos diferentes sistemas construtivos utilizados nos estudos de caso.

Tabela 6.4 - Parâmetros construtivos dos montantes de fixação

		Edifício Millenium	Edif. Puerto Madero	Casa de Viamão	Casas de Blumenau
A	Função	apoio para as chapas e reforço estrutural	apoio para as chapas e reforço estrutural	apoio para as placas e reforço estrutural	Não tem montante
B	Dimensões (largura/altura) mm	70/28	70/28	100/30	-
C	Material	chapa conformada de aço galvanizado	chapa conformada de aço galvanizado	madeira	-
D	componentes de fixação	parafusos	parafusos	pregos	-
E	Junção montante/placa	união de placa e montante p/ parafusos	união de placa e montante p/ parafusos	união de placa e montante por pregos	-
F	Fixação das esquadrias	união de esquadria e montante por parafusos	união de esquadria e montante por parafusos	união de esquadria e montante por pregos	união de esquadria e PCMM por pregos
G	Espaçamentos entre montantes (cm)	de 40 a 60, dependendo do plano	de 40 a 60, dependendo do plano	45 em média, dependendo do plano	-

Os montantes são usados nos estudos de caso como apoio para as chapas e placas e também como reforço estrutural das vedações verticais internas. Nos estudos de caso Ed. Millenium, Ed. Puerto Madero e Casa de Viamão os montantes são elementos posicionados no interior das vedações, sendo envolvido nas suas laterais por chapas e placas. No Ed. Millenium e no Ed. Puerto Madero as vedações recebem montantes metálicos de aço galvanizado conformado, espaçados de 40 a

60 cm um do outro. O comprimento da parede e a localização das esquadrias é o que determina a distância entre montantes. As esquadrias são aparafusadas nos montantes que recebem estrutura dupla. Na Casa de Viamão, os montantes são de madeira de *pinus* autoclavado com seção transversal de 100x30 mm. Seu comprimento varia de acordo com a altura do pé direito do local a ser posicionado com espaçamento médio de 45 cm. Neste estudo de caso as esquadrias são fixadas aos montantes por meio de pregos de aço galvanizado antes das vedações serem fechadas pelas PCMM. Já nas vedações verticais das Casas de Blumenau, pelo fato de não haver montantes, as esquadrias de madeira são fixadas diretamente nas placas por meio de pregos.

6.2.4 Quanto ao uso das chapas e das placas industrializadas

No quadro mostrado na Tabela 6.5 são comparados os principais parâmetros das placas e das chapas usadas nos sistemas de vedação vertical dos estudos de caso.

Tabela 6.5 - Parâmetros das placas e chapas utilizadas

		Edifício Millenium	Edif. Puerto Madero	Casa de Viamão	Casas de Blumenau
A	Material	CGA	CGA	PCMM	PCMM
B	largura/altura/espessura cm	120/270/1,25	120/270/ 1,25	50/248/2,5	100/260/5
C	Função	Fechar da vedação vertical	Fechar da vedação vertical	Fechar da vedação vertical	Fechar a vedação e estrutural
D	Orientação no plano	verticais	verticais	horizontais	Verticais e horizontais
E	Tipo de fixação	Com parafusos nos montantes	com parafusos nos montantes	com pregos nos montantes	com pregos e arame entre as placas
F	rebaixo nas bordas	sim, rebaixo na chapa de fábrica	sim, rebaixo na chapa de fábrica	sim, rebaixo realizado na obra	Não tem rebaixo
G	Uso externo	não	não	sim	sim
H	Uso de placas hidrófugas	sim	sim	não	não

I	Material no tratamento de juntas	massa de rejunte e fita de papel microperfurada.	massa de rejunte e fita de papel microperfurada.	papel kraft e nata de gesso	tela de poliéster e nata de gesso
J	Outro tipo de utilização	Usada nos forros	Usada nos forros	Usada no forros e no pisos	Usada nos forros e nos muros

Inicialmente nesta pesquisa buscaram-se edificações com mais de cinco pavimentos que apresentassem o uso de CGA e de PCMM nas vedações, porém verificou-se apenas a aplicação do sistema com PCMM em residências de até dois pavimentos. Deste modo, as CGA foram caracterizadas nas vedações internas dos estudos de caso Ed. Milênio e Ed. Puerto Madero, sendo que as PCMM foram analisadas nas vedações internas e externas da Casa de Viamão e das Casas de Blumenau.

As CGA possuem dimensões modulares e apresentam procedimentos para sua fabricação normalizadas, o que conduz também na padronização de sua aplicação. De outra parte, as PCMM não dispõem de norma nacional até o presente momento, o que faz com que as suas dimensões e os seus padrões de fabricação sejam variados nos diferentes fabricantes. Observou-se nos estudos de caso que este fator também gerou dificuldades na padronização dos processos de montagem e de finalização das vedações com PCMM. Essa variação nos sistemas construtivos é percebida quando comparados os métodos de utilização das PCMM nos casos estudados casa de Viamão e casas de Blumenau.

Pode-se também observar nos estudos de caso que as PCMM apresentam dimensões menores quando comparada com as CGA. A maior limitação das PCMM está na sua largura, que não ultrapassa os 100 cm, em função do processo de fabricação. Nos estudos de caso Casa de Viamão e Casas de Blumenau isto implicou no uso de um grande número de placas e um aumento na quantidade de juntas e de elementos de fixação nas vedações verticais.

Em todos os estudos de caso as chapas e placas cumprem a função de fechamento das vedações verticais, porém nas Casas de Blumenau as PCMM também exercem função estrutural.

Quanto à orientação das chapas e placas no plano das vedações verticais analisadas, as CGA são fixadas verticalmente nos montantes metálicos. Esta orientação está descrita como requisito na NBR

15.758:2009. Nos estudos de caso com PCMM da Casa de Viamão, as placas são orientadas de modo horizontal. Já nas Casas de Blumenau, as placas são dispostas de modo horizontal e vertical. O que determina a posição e orientação das placas é o melhor aproveitamento do seu corte.

A união das CGA nos casos dos edifícios ocorreu lateralmente e suas fixações não foram umas nas outras, e sim as duas extremidades no montante que estrutura a vedação vertical interna. Esta modalidade de união também ocorreu na Casa de Viamão, onde as PCMM tiveram suas extremidades pregadas aos montantes de madeira. De outra parte, as PCMM utilizadas nas Casas de Blumenau, foram fixadas uma na outra por meio de arame e pregos de aço galvanizado.

As bordas das CGA são rebaixadas em fábrica de modo a uniformizar as juntas entre as chapas que compõem as vedações. Este rebaixamento tem largura que pode variar de 40 mm a 80 mm, enquanto que sua profundidade fica entre 0,6 mm e 2,5 mm. De outra parte, as PCMM usadas na Casa de Viamão tiveram suas bordas rebaixadas *in loco*. Neste caso os rebaixos com a largura de 50 mm e profundidade de 5 mm foram realizados com serra elétrica de mesa. As PCMM, ainda que possam ser facilmente serradas, apresentam dificuldades de manuseio, desgaste de serras e geram superfícies não muito uniforme junto às linhas de corte. Este processo de rebaixo *in loco* demanda tempo e um investimento adicional para sua realização. Porém essas placas não possuem a opção de ser fabricadas com a borda rebaixada. As PCMM empregadas nas Casas de Blumenau não tiveram rebaixo, sendo instaladas com a borda quadrada, como vieram de fábrica.

Na Casa de Viamão e nas Casas de Blumenau as PCMM também foram utilizadas nas vedações verticais externas, sendo que as faces das placas voltadas para o exterior obtiveram tratamento para garantir a sua estanqueidade. Na Casa de Viamão as vedações verticais externas foram revestidas com lambris de *pinus* autoclavado. Nas faces externas das vedações verticais das Casas de Blumenau foi aplicado reboco de argamassa polimérica e pintura com tinta acrílica colorida em três demãos. Estas duas soluções protegem as PCMM da incidência direta da chuva, impedindo a absorção de água pelas placas.

As juntas entre as CGA receberam massa específica para este sistema juntamente com fitas apropriadas, no caso, fita de papel microperfurado. Esta massa é a mesma utilizada no cobrimento das cabeças dos parafusos de fixação, uniformizando a chapa. Na Casa de Viamão, o tratamento das juntas entre as PCMM foi realizado com fitas de papel kraft com 8 cm de largura e com nata de gesso. Essa solução se assemelha ao tratamento das juntas entre as CGA, já que não há

produção de massa exclusiva para as PCMM. De modo similar, as juntas entre as PCMM das Casas de Blumenau receberam tratamento com tela de poliéster e regularização com nata de gesso. Em todos os casos o procedimento inicia com o cobrimento com massa da linha de encontro entre chapas ou placas, cobrimento das cabeças de parafusos e pregos, posteriormente a fita é esticada sobre a junta em todo o seu comprimento. A fita adere à massa úmida e sobre ela é passada mais uma camada de massa para a uniformização e finalização do tratamento.

As CGA, além de constituírem as vedações verticais internas dos edifícios Millenium e Puerto Madero, também foram usadas para a conformação do forro. Este forro serve de invólucro para receber as fiações descendentes e também como elemento decorativo. Na sua finalização, recebeu pintura acrílica branca em duas ou três demãos para assemelharem-se às vedações verticais do mesmo material. As PCMM também tiveram outros tipos de utilização na Casa de Viamão. Nesta habitação as placas foram utilizadas para a construção do piso do térreo, do primeiro pavimento e do mezanino do primeiro pavimento. No térreo as PCMM foram revestidas com tela de estuque e massa cimentícia. No primeiro pavimento e seu mezanino as placas tiveram recobrimento com assoalho de madeira de Angelim. Seu uso também abrangeu o forro, onde as placas ficaram aparentes e tiveram como acabamento uma camada de verniz impregnante. Nas Casas de Blumenau as PCMM também foram usadas no sistema de forro e na realização do muro.

6.2.5 Quanto às instalações embutidas nas vedações verticais internas

O quadro mostrado na Tabela 6.6 trás comparações entre as aplicações dos sistemas elétricos e hidrossanitários aplicados nos estudos de caso. Também são caracterizados alguns parâmetros como o uso de reforços e de isolantes entre as placas ou as chapas que formam as vedações.

Tabela 6.6- Parâmetros de aplicação das instalações embutidas nas vedações verticais internas

		Edifício Millenium	Edif. Puerto Madero	Casa de Viamão	Casas de Blumenau
A	Fixação do sistema elétrico	eletrodutos passantes pelos furos dos montantes no interior das CGA	eletrodutos passantes pelos furos dos montantes no interior das CGA	eletrodutos passantes pelos furos dos montantes no interior das PCMM	eletrodutos passantes pelos em rasgos feitos nas PCMM
B	Fixação das caixas de chegada do sistema elétrico?	encaixadas em furações circulares nas chapas	encaixadas em furações circulares nas chapas	fixadas por pregos nos montantes	fixadas por argamassa colante em furações nas placas
C	Reforços no interior das vedações	Com chapas de madeira	Com chapas de madeira	não	não
D	isolante acústico entre placas	lã de rocha	lã de rocha	não	não
E	isolante térmico entre placas	lã de rocha	lã de rocha	não	não

Quanto às instalações elétricas, observa-se nos estudos de caso a preocupação em ocultar as passagens dos eletrodutos. Deste modo, em todas as edificações os eletrodutos corrugados estão posicionados embutidos no interior das vedações verticais internas. Até mesmo nas Casas de Blumenau, que não possui câmara interna nas vedações verticais, o sistema elétrico está embutido na parede. Neste caso, abre-se em uma das PCMM uma ranhura por onde passam os eletrodutos. Nos demais casos os eletrodutos são posicionados na câmara de ar interna passando por aberturas nos montantes. Deste modo, os eletrodutos são fixados nas caixas plásticas utilizadas para a colocação de interruptores e tomadas de energia elétrica e telefone. No sistema com CGA, presente

nos edifícios estudados, essas caixas são encaixadas em aberturas na chapa e fixadas nos perfis metálicos. Na Casa de Viamão, cujas vedações são construídas com o sistema com PCMM a colocação das instalações se assemelha, pois as caixas são também encaixadas em furações nas placas e fixadas por pregos nos montantes de madeira. Já nas Casas de Blumenau, como não existem perfis internos nas vedações verticais, as caixas são posicionadas nas aberturas feitas nas PCMM e fixadas com argamassa colante.

As instalações hidrossanitárias também estão embutidas no interior das vedações verticais internas de todos os estudos de caso. No Ed. Millenium e no Ed. Puerto Madero as tubulação de água fria (tubos de PVC) e de água quente (tubos de cobre) passam por entre as chapas hidrófugas. Na Casa de Viamão, o encanamento de água fria e quente (tubos de CPVC) também são instalados entre as PCMM. A variante deste sistema encontra-se novamente nas Casas de Blumenau, onde as paredes que recebem tubulações de PVC são constituídas por três PCMM. Deste modo, a placa que fica no meio cede espaço à passagem do sistema hidrossanitário.

Quanto ao uso de reforços no interior das vedações verticais internas, os casos estudados que receberam este auxílio no suporte de cargas foram os dois edifícios com o sistema com CGA. Em ambos foi necessária a inserção de peças de madeira no interior das vedações. Essas peças são fixadas nos perfis metálicos e ficam rentes às chapas.

As PCMM possuem baixa condutividade térmica, o que eleva o isolamento térmico da vedação. Pode ainda contribuir para o conforto acústico, pois sua estanqueidade reduz as infiltrações acústicas e atua como material fonoabsorvente, atenuando a passagem de ruídos aéreos na vedação. Deste modo, as vedações da Casa de Viamão e das Casas de Blumenau que são constituídas por PCMM dispensam o uso adicional de material com propriedade de isolamento térmico e acústico. Já as CGA costumam exigir um tratamento térmico e acústico com o uso materiais fonoabsorventes no interior das vedações, como ocorreu nos casos estudados do Ed. Millenium e do Ed. Puerto Madero em que utilizou-se lã de rocha na camara interna das vedações.

6.2.6 Quanto aos acabamentos superficiais

Na tabela 6.7 são apresentados os principais parâmetros relacionados aos acabamentos superficiais das vedações verticais internas nos diferentes sistemas construtivos observados nos estudos de caso.

Tabela 6.7 - Parâmetros de acabamentos superficiais

		Edifício Millenium	Edif. Puerto Madero	Casa de Viamão	Casas de Blumenau
A	Houve aplicação de peça cerâmica?	sim	sim	sim	sim
B	Material para fixação da peça cerâmica na vedação?	argamassa colante	argamassa colante	argamassa colante	argamassa colante
C	Ambientes com revestimentos cerâmicos	cozinha, área de serviço e banheiros	cozinha, área de serviço e banheiros	cozinha, área de serviço, banheiros e varanda	cozinha, área de serviço e banheiros
D	Placa que recebeu revestimento cerâmico?	Resistente à umidade (RU)	Resistente à umidade (RU)	comum	comum
E	Preparação da placa para revestimento cerâmico?	limpeza para tirar o pó	limpeza para tirar o pó	não	não
F	Pintura das vedações internas?	sim	sim	sim	não
G	Pintura das vedações externas?	sim	sim	sim	sim
H	Tinta	acrílica	acrílica	acrílica	acrílica
I	Preparação da placa para receber a pintura?	camada de gesso e lixamento nas áreas de juntas	camada de gesso e lixamento nas áreas de juntas	reboco com gesso e lixamento	reboco com argamassa polimérica industrializada sem pintura

Nesta tabela pode-se observar que, apesar de se tratar de estudos de caso de diferentes edificações, com o uso de variados sistemas construtivo em suas vedações verticais internas, há uma significativa quantidade de dados que conduziram ao mesmo resultado referente aos parâmetros de acabamento superficial. Isto se confirma quando observados os parâmetros de uso de peças cerâmicas, material usado para a fixação desta peças, uso de pinturas nas vedações externas e as especificações das tintas utilizadas. As semelhanças nestes parâmetros se refletem na aparência final das vedações verticais internas dos estudos de caso, fazendo com que seu aspecto final se torne muito parecido umas com as outras. Em uma análise comparativa, as vedações verticais com chapas e placas apresentam um aspecto final próximo ao da vedação vertical de alvenaria rebocada e pintada.

O revestimento cerâmico foi bastante utilizado internamente nas cozinhas, banheiros e áreas de serviço nos estudos de caso, aplicados sobre as chapas e placas. Entretanto na Casa de Viamão este revestimento também é utilizado nas vedações verticais da varanda.

Nos estudos de caso Casa de Viamão e Casas de Blumenau, as peças cerâmicas são fixadas com argamassa colante diretamente sobre as PCMM, sem tratamento prévio. Por outra parte, as vedações verticais internas que receberam este revestimento nos edifícios Millenium e Puerto Madero, foram realizadas com CGA resistentes à umidade. Nelas as peças cerâmicas também são fixadas com argamassa colante.

O estudo de caso Casas de Blumenau foi o único onde não foi usado tinta como acabamento das vedações internas verticais. Nesta habitação, as PCMM foram rebocadas com argamassa polimérica que, quando seca, possui aparência branca, o que dispensa o uso de outra forma de pigmentação. Porém, nas faces externas das suas vedações verticais, houve a aplicação de tinta acrílica colorida como elemento diferenciador entre as casas construídas em fita.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou uma análise comparativa entre o sistema de vedações verticais internas com Chapas de gesso acartonado e o sistema com Placas cimentícias de madeira mineralizada, realizada por meio de quatro estudos de caso. As análises destes estudos de caso permitiram uma sistematização quanto aos aspectos projetuais e construtivos das vedações verticais internas estudadas. A elaboração de quadros comparativos auxiliou na visualização dos dados referentes aos estudos de caso de modo a identificar os principais aspectos comuns e as diferenças de configuração dos dois sistemas e seus componentes. A análise dos principais parâmetros permitiu a elaboração de algumas conclusões sobre as características, configurações e formas de uso destes produtos e sistemas. Estas conclusões são descritas a seguir de acordo com os diferentes aspectos abordados nos estudos de caso.

7.1 QUANTO AOS ASPECTOS PROJETUAIS

Observou-se grande variação quando aos projetos de edificações apresentados nos estudos de caso. Foram analisadas as vedações verticais internas de quatro edificações, sendo dois apartamentos, uma casa de dois pavimentos e outra somente composta pelo pavimento térreo. Em comum, o fato de usarem em suas vedações verticais internas sistemas componíveis por placas ou chapas industrializadas e se localizarem na região sul do Brasil, abrangendo Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Não foram encontrados estudos de casos de edifícios residenciais com mais de dois pavimentos que utilizassem o sistema com PCMM em suas vedações verticais internas.

Nos estudos de caso, o sistema com CGA foi usado apenas nas vedações verticais internas, como observado no Edifício Millenium e no Ed. Puerto Madero. Porém, o sistema com PCMM foi utilizado internamente e também externamente nos dois estudos de caso, Casa de Viamão e Casas de Blumenau. O uso da PCMM nas vedações verticais externas se mostrou, então, viável, porém desde que sejam tomados procedimentos que garantam a sua estanqueidade.

7.2 QUANTO AOS ASPECTOS CONSTRUTIVOS

Nas vedações verticais internas dos estudos de caso com o sistema com CGA a utilização de guias horizontais e montantes verticais é condição comum na utilização das chapas de gesso acartonado. Para a utilização das PCMM pôde-se observar que as guias horizontais são necessárias para o alinhamento e a fixação das placas nos dois estudos

de caso em que estiveram presentes. Entretanto, os montantes verticais tornaram-se dispensáveis no estudo de caso Casas de Blumenau. Isso foi possível pelo fato de que as placas cimentícias de madeira mineralizada de 50 mm de espessura, utilizadas para a realização desta vedação vertical, apresentaram a rigidez necessária no plano da parede, caracterizando a vedação, então, como autoportante.

Nos estudos de caso Edifício Millenium, Edifício Puerto Madero e Casa de Viamão, a diferença do conjunto formado por guias e montantes se encontra na especificação do material que compõe esta estrutura. Enquanto que nos edifícios que receberam o sistema com CGA as guias e os montantes são metálicos, na Casa de Viamão estes elementos são de madeira de *pinus* autoclavado. Inclusive, nestes três estudos de caso, é nos montantes que são fixadas as esquadrias. No estudo de caso Casa de Blumenau, que não possui montantes, as esquadrias são fixadas diretamente nas PCMM.

Nos estudos de caso a mobilidade da vedação vertical apresentou dado comum quanto a sua desmontabilidade. Semelhanças também foram observadas nos dados dos parâmetros de classificação das vedações verticais internas por todas serem leves, terem acoplamento a seco, serem contínuas e de serem revestidas posteriormente à sua colocação na obra.

Mesmo com a presença de três variações de chapas de gesso acartonado no mercado, CGA Standard, CGA resistente à umidade e CGA resistente ao fogo, apenas as duas primeiras foram usadas nos estudos de caso Edifício Millenium e Edifício Puerto Madero. Não sendo observado, então, o uso de chapas resistentes ao fogo na constituição das vedações verticais internas em nenhuma edificação estudada. De outra parte, as PCMM usadas nas vedações verticais internas da Casa de Viamão e das Casas de Blumenau tiveram apenas diferenças dimensionais, não apresentando variações na sua constituição. Deste modo, a adequação no uso destas placas se dá por meio dos revestimentos que lhes são aplicados.

Observa-se nos estudos de caso a preocupação em ocultar as passagens dos eletrodutos e do sistema hidrossanitário. Deste modo, localizam-se embutidos no interior das vedações verticais internas. Este fato facilita a realização do acabamento das vedações verticais internas. Esses acabamentos são muito semelhantes nos quatro estudos de caso, tendo a presença de revestimento cerâmico em ambientes, como na cozinha, por exemplo, e pintura com tinta acrílica. De modo comparativo, tanto as vedações verticais internas com sistema com CGA

quanto as com sistema com PCMM assemelham-se às vedações verticais de alvenaria convencional em sua estética final.

Comparando os estudos de caso com sistema com CGA, pode-se observar que o tratamento das juntas apresenta padrões que, atualmente, são normatizados pela NBR 15758:2009 (ABNT, 2009). Neste sistema as chapas possuem rebaixos nas suas bordas, de modo a receberem fitas padronizadas e argamassas industrializadas produzidas para este uso específico. Os elementos de fixação são parafusos auto-atarrachantes que, como as demais ferramentas utilizadas para auxiliar na composição das vedações verticais internas, são projetados exclusivamente para este sistema. Estas especificidades conduzem a necessidade do treinamento de mão de obra, de modo a se obter uma conformidade na aplicação do sistema.

Observa-se no sistema com CGA que as normas nacionais condicionam requisitos para a fabricação dos elementos do sistema e que lhe conferem também um padrão de montagem e de acabamento. No entanto, no sistema com PCMM existe uma falta de especificações e procedimentos para sua fabricação. Nos estudos de caso que tiveram a utilização destas placas, observou-se variações dimensionais nos produtos e nos procedimentos de montagem das vedações verticais internas. A ausência de normas nacionais que especifiquem a fabricação dos elementos e também a montagem da vedação vertical pode ser um dos fatores que dificultam a padronização deste sistema. Em função da ausência de normas para o sistema com PCMM, pode-se observar que foram adotadas, por analogia, muitas das soluções do sistema com CGA. Estas adaptações costumam provocar improvisações nas obras que retiram as características de industrialização global, reduzindo sua produtividade e retirando garantias com relação à qualidade final deste tipo sistema construtivo.

7.3 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A partir das considerações deste trabalho pode-se recomendar alguns temas para estudo referentes às vedações verticais internas constituídas por placas e chapas industrializadas que complementam esta dissertação:

- Análise da modularidade e flexibilidade construtiva dos sistemas com PCMM e com CGA na personalização de projetos residenciais.
- Análise da desmontabilidade e remontabilidade dos sistemas com PCMM e com GCA, verificando as possibilidades de

reutilização dos seus componentes e de reciclagem de seus materiais.

- Monitoramento da montagem das vedações internas do sistema com CGA e do sistema com PCMM para avaliação dos índices de produtividade.
- Propor uma metodologia de montagem padronizada para o sistema com PCMM, análoga a existente para o sistema com CGA, de acordo com a NBR 15758.
- Realizar comparações de custo da aplicação em m² de vedações verticais internas nos sistemas com PCMM e com CGA.
- Analisar as fases de uso da edificação por meio de avaliação pós-ocupacional.
- Alívio estrutural no uso de placas leves e sua repercussão no custo das estruturas do edifício e fundação, como apelo de viabilidade econômica.

8 REFERÊNCIAS

Associação brasileira de normas técnicas. **Chapas de gesso acartonado - requisitos**; nbr 14.715. Rio de janeiro, 2001.

Associação brasileira de normas técnicas. **Chapas de gesso acartonado – verificação das características geométricas**; nbr 14.717. Rio de janeiro, 2001.

Associação brasileira de normas técnicas. **Chapas de gesso acartonado – determinação das características físicas**; nbr 14.716 rio de janeiro, 2001.

Associação brasileira de normas técnicas. **Divisória modular vertical interna**; nbr 5728. Rio de janeiro, 1982

Associação brasileira de normas técnicas. **Perfis de aço para sistemas de gesso acartonado - requisitos**. Nbr 15217. Rio de janeiro, 2005.

Associação brasileira de normas técnicas. **Princípios fundamentais para elaboração de projetos coordenados modularmente**; nbr 5729. Rio de janeiro, 1982.

AZEVEDO, W. **O que é design**. Editora Brasiliense, São Paulo, 1998.

BALDAUF, A. S. F. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil**.2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BARTH, F. **Las fachadas de hormigón arquitetónico y GRC: Aplicación y comportamiento de los cerramientos prefabricados**. 1997. (Doutorado em Arquitetura) - ETSABUPC. Barcelona. 1997.

BARTH, F. VEFAGO, L.H. **Tecnologia de Fachadas Pré-fabricadas**. Editora Letras Contemporâneas Oficina Editorial Ltda. Florianópolis, 2007.

BARTH, F.; FACCIO, J; BASTOS, P. **GRC Panels on The Façades of The Cathedral da Sé.** In: GRC2003- 13 International Glassfibre Reinforced Concrete Congress. Barcelona, 2003.

BAXTER, M. **Projeto de produto:** guia prático para desenvolvimento de novos produtos. 1ª ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1998.

BENDER, R. **Una visión de la construcción industrializada.** Barcelona : Gustavo Gili, 1976.

BOLZAN, Leila. **Arquivo fotográfico.** Florianópolis, 2000.

BOLZAN, Leila. **Entrevista.** Florianópolis, 2000.

BRANDÃO, D.Q. **Avaliação da qualidade de arranjos espaciais de apartamentos baseada em aspectos morfo-topológicos e variáveis geométricas que influenciam na racionalização construtiva. Ambiente Construído,** Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, 2006.

BRANDÃO, D.Q. e Heineck, L.F. **Formas de aplicação da flexibilidade arquitetônica em projetos de edifícios residenciais multifamiliares.** ENEGEP 1997.

BÜRDEK, Bernhard E. **História, Teoria e Prática do Design Industrial.** Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2006.

CALLADO, J. **The architect's perspective.** *Urban Studies*, Essex, 1995.

CAMPANHOLO, J. L. **Construção personalizada: uma realidade do mercado.** *Téchne: Revista de Tecnologia da Construção*, São Paulo, n. 41, 1999.

CÉSAR, Sandro F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente.** 2002. 302 p. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CHEMILLIER, P. **Industrialización de la construcción.** Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1980.

CONSTRUPEX. **Arquivo fotográfico da empresa**. Blumenau, 2009.

CUNHA, G. D. . **Uma Análise da Evolução dos Procedimentos de Execução do Desenvolvimento de Produtos**. Revista Produto & Produção, Porto Alegre, 2004.

DEFFERRARI, Mauro. **Arquivo fotográfico**. Porto Alegre, 1999.

DEFFERRARI, Mauro. **Entrevista**. Porto Alegre, 2009.

DORFLES, Gillo. **O design industrial e sua estética**. Lisboa: Presença, 1984.

DORFMAN, Gabriel. **Flexibilidade como balizador do desenvolvimento das técnicas de edificações no século XX**. 2002. 9 p. Artigo (Pós graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília. Brasília. 2002.

DRYWALL. **Crescimento anual do consumo das chapas de gesso acartonado no Brasil**. <http://www.drywall.org.br>, acesso em 10 de março, 2010.

DRYWALL. **Manual de montagem de sistema drywall**. Editora PINI. São Paulo, 2004.

DRYWALL. **Manual de projeto e sistema drywall**. Editora PINI. São Paulo, 2006.

ELTOMATION bv, holanda: **site da internet** da <http://www.eltomation.com>, acesso em 4 de novembro, 2008.

FRANCO, L.S. **O projeto das vedações verticais: características e importância para a racionalização do processo de produção**. In: Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Seminário vedações verticais. Anais. São Paulo: EPUSP, 1998.

GARBE. **Arquivos da empresa**. Blumenau, 2009.

HERBERT, G. Designing for human behavior: some performance guidelines for the design and evaluation of environmental spaces in the

dwelling. In: LICHFIELD, Nathaniel. **New trends in urban planning**. Dan Soen (Ed.). Oxford: Pergamon, 1979.

JOHANSSON, Erik - **Woodwool Slabs: Manufacture, Properties and Use**. Lund University - Centre of Habitat Studies, Suécia, 1994.

KNAUF DO BRASIL. **Sistemas de Construção a seco Knauf**. Rio de Janeiro, s.d.

KNAUF DO BRASIL. **Informações sobre atividades**. Disponível em <<http://www.knauf.com.br>>. Acesso em: 16 out. 2008.

LIMA, Ingrid. **Arquivo fotográfico da empresa Gessoclean**. Florianópolis, 2000.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. 1ª ed. São Paulo : Edgard Blücher Ltda, 2001

LUCA, C. R. de. **Panorama sobre a produção de gesso acartonado no Brasil e no Mundo**; In: Seminário de Soluções Tecnológicas Integradas - paredes de gesso acartonado e sistemas complementares, VI, São Paulo, 12 e 13 de abr. 2000, **Anais**. São Paulo, PINI, 2000.

MITIDIARI FILHO, C. V. **Como Construir: paredes em chapas de gesso acartonado**. Técnica. São Paulo, n. 30, 1997.

MITIDIARI FILHO, C. V. **Drywall no Brasil: Reflexões Tecnológicas**. Disponível em <<http://www.drywall.org.br>>. Acesso em: 12 de março de 2009.

ORNSTEIN, S. W. **Desempenho do ambiente construído, interdisciplinaridade e Arquitetura**. São Paulo: FAU/USP, 1996.

PEÑA, Monserrat D. **Método para a elaboração de projetos para a produção de vedações verticais em alvenaria**. 2003. 173 p. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

PLACO DO BRASIL. **Manual sistema placostil**. São Paulo, 2009.

RABENECK, A.; SHEPPARD, D.; TOWN, P. **Housing flexibility/adaptability: Architectural Design**, Londres, v. 49, p. 76-90, Feb. 1974.

REIS, A. T. L. **Avaliação de alterações realizadas pelo usuário no projeto original da habitação popular**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais. Rio de Janeiro: ANTAC, 1995.

REIS, A. T. L. **Adições espaciais: reações dos residentes e a construção do espaço habitacional responsivo**. In: IX ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Cooperação e Responsabilidade Social, 2002, Foz do Iguaçu. ENTAC - 1993 a 2002 - Primeira Coletânea de Anais dos Encontros Nacionais de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002.

RICCETTI, Teresa. **A evolução da habitação e sua paisagem doméstica**. Rio de Janeiro: Anais P&D Design, 2004.

ROSSO, T. **Teoria e prática da coordenação modular**. São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo. 1976.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980.

SABBATINI, Fernando H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos**. 1989. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SABBATINI, F.H. **O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado**. In: Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Seminário vedações verticais. São Paulo: EPUSP, 1998.

SILVA, Fernando B. da. **Steel frame**. Técnica. São Paulo, n. 147, 2009.

SILVA, M. M. de A. **Diretrizes para o Projeto de Alvenaria de Vedação**. 2004. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

SOUZA, U. E.L. de. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical.** In: Tecnologia e gestão na produção de edifícios: seminário vedações verticais. **Anais.** São Paulo: EPUSP, 1998.

SULLIVAN, B. J. **Industrialization in the building industry** Van Nostrand Reinhold, N. York, 1980.

TANIGUTI, E.K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – EPUSP. São Paulo, 1999.

TRAMONTANO, M. **Espaços domésticos flexíveis: notas sobre a produção da primeira geração de modernistas brasileiros.** São Paulo: FAU/USP, 1993.

ELTEN, Van. **Production of Wood wool cement board and strand cement board (eltoboard) on one plant and application of de products,** IIBCC, São Paulo, 2006.

WEINSTEIN, A. **Segmentação de mercado.** São Paulo: Atlas, 1995.