



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E
CONSTRUÇÃO CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO ANDRÉ ARCANJO LINO

ANÁLISE DE DESEMPENHO ESTRUTURAL DO SISTEMA DRYWALL PARA
CARGAS DE REDES DE DORMIR SEGUNDO A NBR 15575/2013

FORTALEZA

2013

JOÃO ANDRÉ ARCANJO LINO

ANÁLISE DE DESEMPENHO ESTRUTURAL DO SISTEMA DRYWALL PARA
CARGAS DE REDES DE DORMIR SEGUNDO A NBR 15575/2013

Monografia submetida à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Civil.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Teixeira de Albuquerque

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L73a Lino, João André Arcanjo.
Análise de desempenho estrutural do sistema Drywall para cargas de redes de dormir segundo a NBR 15575/2013 / João André Arcanjo Lino. – 2013.
51 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2013.
Orientação: Prof. Dr. Augusto Teixeira de Albuquerque.
1. Dywall. 2. Redes de dormir. 3. Chapas de gesso. 4. Perfil montante. 5. NBR 15575. I. Título.
CDD 620
-

JOÃO ANDRÉ ARCANJO LINO

ANÁLISE DE DESEMPENHO ESTRUTURAL DO SISTEMA DRYWALL PARA
CARGAS DE REDES DE DORMIR SEGUNDO A NBR 15575/2013

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovada em ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D.Sc. Augusto Teixeira de Albuquerque (Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. D.Sc. Alexandre Araújo Bertini

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. D.Sc. Magnólia Maria Campelo Mota

Universidade Federal do Ceará – UFC

Dedico este trabalho aos meus pais
que são a essência da minha força.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu vida e inteligência, e que me dá força para continuar a caminhada em busca dos meus objetivos.

Ao professor Augusto pela dedicação na realização deste trabalho, que sem sua importante ajuda não teria sido concretizado.

Ao profissional Sieg, que me abriu as portas para um tema tão interessante a ser estudado.

Aos meus pais, João Lino e Ana Catarina, que me ensinaram a não temer desafios e a superar os obstáculos com vontade.

As minhas irmãs, Juliana, Sara e Carolina, pelo eterno amor e companheirismo compartilhado entre a gente.

Aos meus amigos engenheiros Marlon, Pedro, Eugênio, Reuber, Braga e Alexandre Schettini pelo incentivo e apoio durante a realização do curso.

Aos meus amigos de infância João Bahia, João Henrique, Vicente, Alexandre, João Marcos, João Lucas, José Arthur pela sincera amizade que nos faz tanto bem.

Aos engenheiros Elias Barroso e Pedro Sanderson pela ajuda na modelagem do sistema.

E aos demais que, de alguma forma, contribuíram na elaboração desta monografia.

RESUMO

Faz-se uma breve explanação da história do drywall, um produto que ganha cada vez mais espaço no mercado. Comenta-se das vantagens e desvantagens do sistema, incluindo a negação dele por parte dos profissionais e clientes. Explica-se a funcionalidade do sistema drywall, com uma breve apresentação dos principais componentes do mesmo, como as chapas, os montantes e as guias. Elaborou-se um modelo estrutural dos perfis montantes C48, C70, C90 e especial para redes de dormir no software ABAQUS da Simulia. Escolheu-se condições de contorno do problema que retratavam melhor uma realidade usual e comum. As cargas impostas no modelo foram tiradas da nova normalização de desempenho habitacional, a NBR 15575/2013, que também possui espaço na monografia, contendo comentários sobre a mesma, inclusive comparações entre ela e outras normas. Com os resultados, concluímos na não condição dos montantes simples C48, C70, C90 do recebimento da carga da rede de dormir, fazendo-se realmente necessário a utilização de montantes especiais para estes carregamentos.

Palavras-chave: drywall, redes de dormir, chapas de gesso, perfil montante, nbr 15575

ABSTRACT

We conducted a brief explanation of the history of the drywall, which is a system that has been growing more and more in the market. We comment on the advantages and disadvantages of the system, including its difficulty in been accepted by both professionals and clients. We explain the drywall system functionality, presenting briefly its main components, like plates, amounts and guides. We developed a structural model profiles of C48, C70 and C90 with the ABAQUS software by Simulia. We chose the problem which best represented a common and usual situation. The loads imposed in this model were obtained from the new NBR 15575/2013, the habitation performance regulation in Brazil, which is also discussed in this paper, where we comment it and compare it with other standards.

KEY-WORDS: drywall, partition, board of gypsum, profile drywall, nbr 15575

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo de Chapas de Drywall (m ² por habitante/ano).....	4
Figura 2 - Evolução anual do consumo de chapas para drywall.....	5
Figura 3 - Sistema Drywall.....	5
Figura 4 – Materia Prima das Chapas de Drywall.....	6
Figura 5 - Chapas de Drywall.....	7
Figura 6 - Trecho do catálogo do fornecedor do sistema Drywall (KNAUF Bâtiment).....	7
Figura 7 - Exemplo de Guia (GUIA U48).....	13
Figura 8 - Exemplo de Montante (MONTANTE C48).....	14
Figura 9 - Tipos de Parafusos para Fixação	15
Figura 10 - Aplicação dos Parafusos para Fixação.....	16
Figura 11 - Local, valor e direção da carga de rede de dormir segundo a NBR15575	18
Figura 12 - Impacto de Corpo Mole	19
Figura 14 - Impacto em Guarda-corpos (NBR 14718).....	20
Figura 15 - Modelo Rede de Dormir (ligações)	23
Figura 16 - Definição das Propriedades do Material no ABAQUS	23
Figura 17 - Primeiro Perfil Criado (Erro ao processar).....	24
Figura 18 - Dimensões do Perfil Equivalente do Montante C 48.....	24
Figura 19 - Seção Simplificada do Montante C 48	25
Figura 20 - Sistema de eixos adotado passando pelo CG para o cálculo da inércia.....	26
Figura 21 - Seção Simplificada do Montante C 70	27
Figura 22 - Sistema de eixos adotado passando pelo CG para o cálculo da inércia.....	28
Figura 23 - Seção Simplificada do Montante C 90	29
Figura 24 - Sistema de eixos adotado passando pelo CG para o cálculo da inércia.....	30
Figura 25 – Não Linearidade Geométrica (NLG)	32
Figura 26 - Resultado final (deslocamento máximo encontrado).....	33
Figura 27 - Tensões Máximas Encontradas (Fator de carga = 1).....	34
Figura 28 - Dimensões do Perfil Equivalente do Montante C 70.....	34
Figura 29 - Deformações e Tensões encontradas nos Montantes C70.....	35
Figura 30 - Dimensões do Perfil Equivalente do Montante C 90.....	35
Figura 31 - Deformações e Tensões encontradas nos Montantes C90.....	36
Figura 32 - Montantes especiais para redes de dormir	36

Figura 33 - Deformações encontradas nos Montantes C90.....	37
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 3 - Cargas de ensaio e critérios	20
Tabela 4 - Trecho da Tabela 13.2 da NBR 6118, página 70	21
Tabela 5 - Trecho da Tabela 2, página 9 da NBR 15575 – Parte 2	22
Tabela 6 - Gráfico (Fator de carga x deslocamento máximo)	33
Tabela 7 - Quadro de comparação dos perfis, inércias e deformações.....	37
Tabela 8 - Gráfico de comparação das Inércias com as Deformações	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	Histórico.....	4
1.2	Apresentação do sistema.....	6
1.3	Vantagens.....	8
1.4	Barreiras para o drywall.....	8
2	OBJETIVO.....	10
2.1	Objetivo Geral.....	10
2.2	Objetivos Específicos	10
3	METODOLOGIA	11
4	JUSTIFICATIVA.....	12
5	DESENVOLVIMENTO	13
5.1	Sistema Drywall.....	13
5.1.1	Guias.....	13
5.1.2	Montantes	14
5.1.3	Parafusos e pregos	15
5.1.4	Chapas	16
5.2	Norma de desempenho NBR 15.575/2013	17
5.2.1	NBR 15575/2013 – Parte 4 (Sistemas de Vedações Verticais Internos e Externos)	18
5.2.2	Requisitos, ensaios e testes da parte 4.....	18
5.2.3	Comparação NBR 6118/2003 com NBR 15575/2013 parte 2	21
5.3	Modelo	22
5.4	Cálculo das inércias equivalentes	25
5.4.1	Montante C48	25
5.4.2	Montante C70	27
5.4.3	Montante C90	29

5.5	Análise Não-Linear	32
5.6	Resultados	32
5.6.1	Resultados Montantes C48	32
5.6.2	Resultados Montantes C70	34
5.6.3	Resultados Montantes C90	35
5.6.4	Resultados Montantes Especiais.....	36
6	CONCLUSÃO	39

1 INTRODUÇÃO

1.1 Histórico

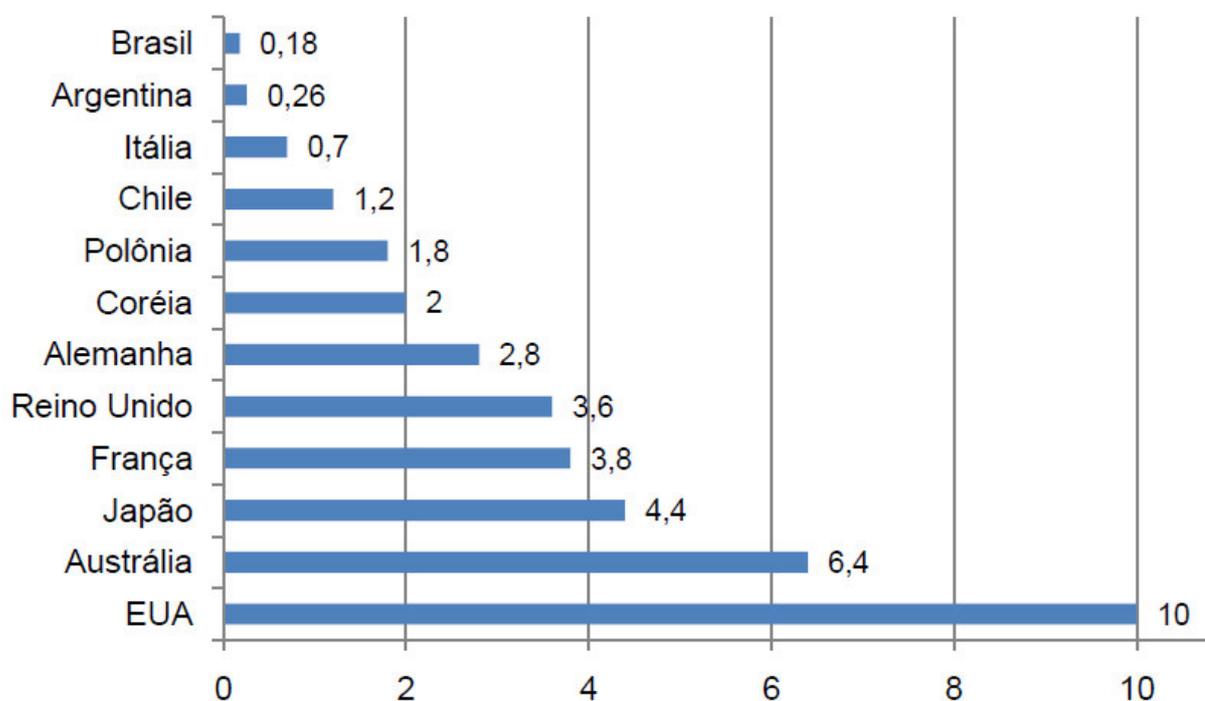
Em 1898, Augustine Sackett inventou a primeira chapa de gesso acartonado. Esta veio a ser chamada de *chapa de Drywall Sackett*.

Após quase 20 anos, com alguns aperfeiçoamentos, inventou-se a chapa de Drywall resistente ao fogo.

Assim, na Primeira Guerra Mundial ela foi largamente utilizada principalmente devido a sua velocidade de montagem. Com custos reduzidos, o sistema se propagou por o mundo todo como mostra na tabela 1, mas somente em 1990 chegou ao Brasil.

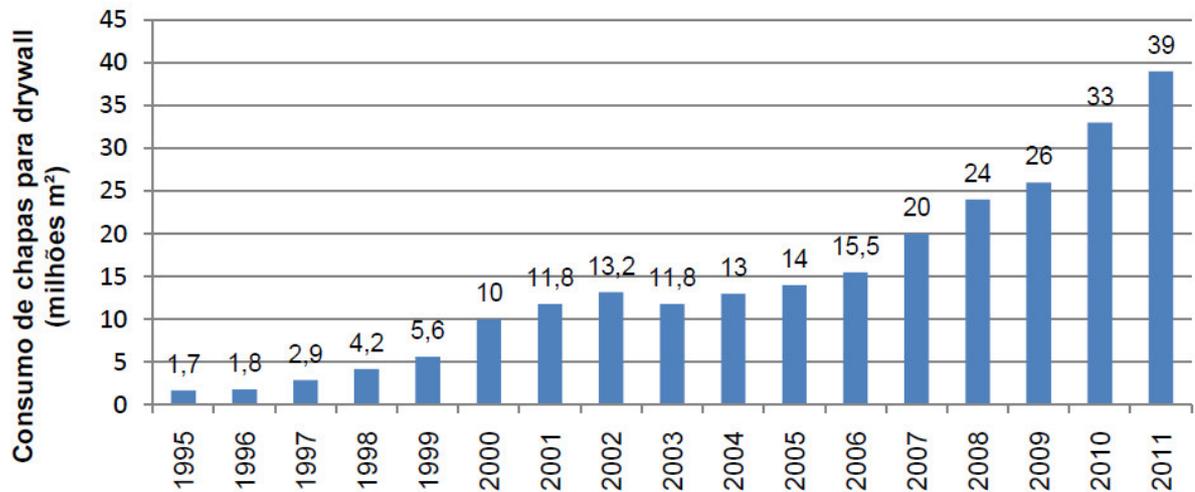
Hoje, cerca de 95% das residências americanas utilizam paredes, forros e revestimentos em chapas de gesso. E, no Brasil, depois de mais de 20 anos, ela compete no mercado com outras formas de divisórias, que já existiam anteriormente como a alvenaria de tijolo cerâmico, a alvenaria de bloco de gesso e a alvenaria estrutural.

Figura 1 - Consumo de Chapas de Drywall (m² por habitante/ano)



FONTE: Associação Brasileira de Fabricantes de Chapas de Drywall (ABFCD) -2013

Figura 2 - Evolução anual do consumo de chapas para drywall no Brasil



FONTE: ABFCD (2011)

A divisão (isolamento) interna de um imóvel se dá tanto na vertical como na horizontal, sendo estas divisórias chamadas de paredes e forros, respectivamente.

Hoje, a tecnologia do sistema *drywall* contempla não só paredes e forros, como também revestimentos. Seu princípio de montagem são chapas de gesso acartonado fixadas em uma estrutura metálica de aço galvanizado.

Figura 3 - Sistema Drywall

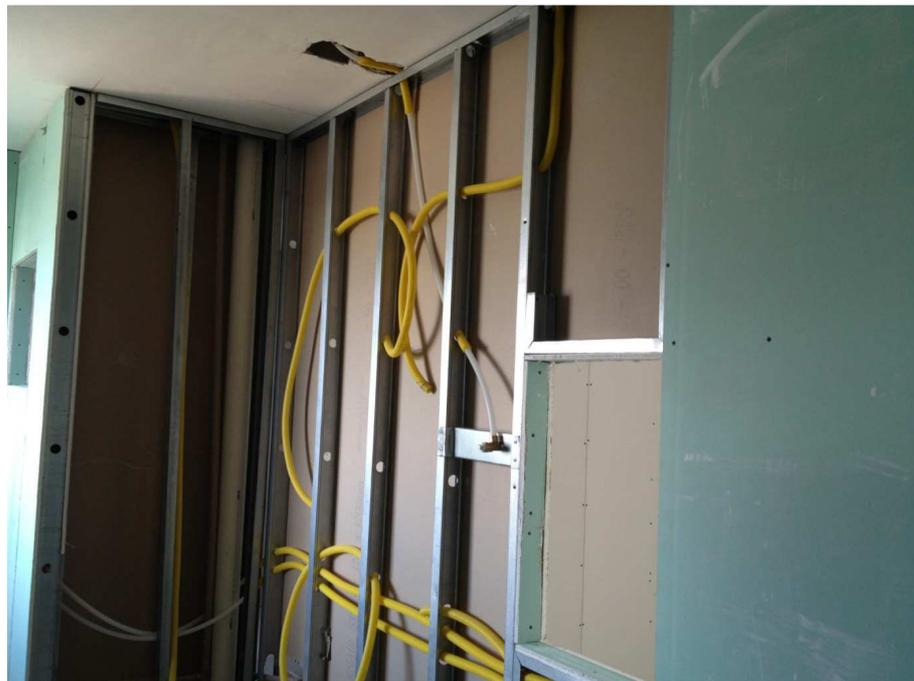


FOTO: ARQUIVO PESSOAL

1.2 Apresentação do sistema

Existem vários elementos para montagem dos perfis metálicos como guias em U, montantes C, canaletas C, canaletas omega e cantoneiras. Existem também inúmeros tipos de parafusos como o cabeça trombeta e o cabeça lentilha.

As chapas são fabricadas conforme sua futura utilização. Simplificadamente, são produzidas industrialmente, passando por rigorosos controles de qualidade. As matérias primas utilizadas são gesso natural ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), aditivos e cartão duplex de papel reciclado. Análogo às estruturas convencionais de concreto, teríamos o gesso para o concreto assim como o cartão estaria para o aço. O gesso proporciona a resistência à compressão e o cartão resistência à tração. A união dos dois elementos resulta em chapas muito resistentes.

Figura 4 – Materia Prima das Chapas de Drywall



FONTE: UFMG – Junho 2004

Aqui no Brasil temos, portanto:

- a placa standard (ST) para aplicação nas áreas secas;
- a placa resistente à umidade (RU) também conhecida como “chapas verdes”, pois contem elementos hidrofugantes, sendo indicadas para uso em áreas molhadas como banheiros, cozinhas e áreas de serviço;
- as placas resistentes ao fogo (RF) que também são conhecidas como “chapas rosas”, contem retardantes de chama em sua fórmula, sendo indicadas para uso em áreas especiais (saídas de emergência, escadas enclausuradas, etc.)

Figura 5 - Chapas de Drywall



FONTE: Knauf Brasil (2013)

Na França, por exemplo, existem mais de 10 tipos de placas, como podemos ver ao acessar o catálogo online de uma das maiores empresas produtoras do sistema (<http://www.knauf-batiment.fr/cat2013/appli.htm> acessado em março de 2013).

Figura 6 - Trecho do catálogo do fornecedor do sistema Drywall (KNAUF Bâtiment)

LES PLAQUES DE PLÂTRE KNAUF		
	Cleaneo®	p. 31
	Diamant	p. 26
	Fireboard M0	p. 27
	Horizon 4	p. 30
NOUVEAUTE 2013	KA 13 Phonik	p. 26
NOUVEAUTE 2013	KA 25 Phonik +	p. 27
	KF Feu	p. 25
	KH Hydro	p. 28
	KHD Haute Dureté	p. 25
	KS Standard	p. 24
	KS 13/600	p. 25
	RX	p. 29
NOUVEAUTE 2013	Safeboard	p. 29
	Snowboard	p. 30
	Sûreté	p. 28

FONTE: Catálogo do fabricante KNAUF para consumidor francês

A escolha desses elementos varia conforme sua função e solicitação.

1.3 Vantagens

O sistema *drywall* possui inúmeras vantagens em relação às divisórias convencionais. Dentre essas vantagens, podemos citar:

- Mais leves e, portanto, geram menos cargas para as estruturas (84% mais leves que uma parede de alvenaria de tijolo cerâmico).
- Mais esbeltas e, portanto, possuem um ganho de área útil que pode chegar a 4%.
- Adaptabilidade a qualquer tipo de estruturas como aço, concreto ou madeira.
- Maior produtividade, reduzindo o prazo de entrega e, conseqüentemente, excelente para empreendimentos comerciais.
- Sistema de produção limpo, que não gera muitos resíduos.
- Facilidade de execução das instalações embutidas.
- Mais liberdade para as estruturas de concreto, permitindo que se deformem mais.

1.4 Barreiras para o drywall

Mesmo com todas essas vantagens, atualmente, o sistema *drywall* ainda sofre uma forte resistência para entrar no mercado e na cultura brasileira de construção, provavelmente devido ao prejulgamento dos clientes leigos e dos profissionais em relação ao desempenho, tanto no âmbito estrutural, acústico e/ou térmico.

Muitos acham que o produto não suportará uma bancada, uma estante, uma rede de dormir, e, portanto optam por tipos convencionais de alvenaria. O intuito deste trabalho é analisar esforços gerados por esses carregamentos na estrutura interna do drywall, levando em consideração as exigências das normas NBR 15575, que entra em vigor em julho de 2013, e da NBR 6118 de 2003.

Outros, no entanto, evitam o produto devido ao preço unitário em metros quadrados (m²) que é mais elevado quando comparado com os outros materiais das divisórias convencionais. Todavia, essa comparação é equivocada, pois ela não compara o preço de reprodução da parede como um todo, ou seja, não há uma visão sistêmica. Essa análise se limita ao preço do produto, mas o ganho do sistema drywall se dá na sua velocidade de produção, como já supracitado. Logo, deve-se comparar os preços globais dos serviços da

fabricação da divisória, incluindo as perdas, mão de obra, resíduos, transportes e, se possível, incluindo até os ganhos na estrutura com o alívio das cargas, dentre outros.

Além dessa barreira na entrada do mercado brasileiro, o *drywall* também sofre outro problema: por ser uma divisória diferenciada e nova, ela requer uma mão de obra mais qualificada, pois tanto a leitura de seu projeto quanto sua execução é mais complexa que a convencional, de tijolo cerâmico.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Análise de desempenho estrutural do sistema drywall para carga de redes de dormir segundo a NBR15575/2013.

2.2 Objetivos Específicos

Comentar sobre as características do sistema drywall

Analisar os novos requisitos da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais, a NBR 15575/2013

Criar um modelo de divisória vertical em drywall no software abaqus.

Verificar a necessidade ou não de montantes especiais em caso de redes de dormir.

3 METODOLOGIA

Fez-se um extenso levantamento bibliográfico, onde priorizou-se uma análise minuciosa da norma NBR 15.575/93. Todavia, arquivos digitais, textos de profissionais, cartilha dos fabricantes, registros técnicos da Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas de Drywall foram de extrema importância para melhor compreensão e abordagem do tema.

Fez-se também alguns contatos com profissionais das principais empresas detentoras do produto: a Knauf (alemã) e a Lafarge (francesa).

Visitaram-se obras (Green Life da Construtora IDIBRA), onde o sistema é adotado e pode-se verificar as reais condições de aplicação do produto, as dificuldades dos construtores e as vantagens do sistema.

Houve reuniões semanais entre o orientando e o orientador a fim de melhor acompanhar os trabalhos e direcioná-lo para um foco concreto.

Criou-se o modelo, por meio do software ABAQUS, da Simulia, juntamente com a ajuda dos alunos de mestrado do Laboratório de Mecânica Computacional e Visualização (LMCV) da Universidade Federal do Ceará.

E, finalmente, fez-se uma análise das tensões e das deformações encontradas no modelo.

4 JUSTIFICATIVA

Embora as vantagens e ganhos do produto estejam comprovados e, no mercado exterior, onde o sistema seja intensamente utilizado; aqui no Brasil, ele ainda não tem força. Continuamos optando por métodos mais tradicionais de divisórias que, infelizmente, são mais dispendiosos e, portanto, com maiores desperdícios.

Trabalhos nessa área, além de difundir o produto, também geram mais conhecimento e soluções para os possíveis problemas e inviabilizações que possam vir a ocorrer. Com o domínio da cultura do sistema drywall, os custos da construção civil diminuirão e aumentará a qualidade e a produtividade.

A Norma de Desempenho (NBR 15.575) define parâmetros técnicos para quesitos como acústica, durabilidade, manutenção e transmitância térmica, conceitos que antes da Norma não eram definidos e nem passíveis de serem medidos ou comparados a um padrão. É imprescindível conhecer a Norma para atendê-la, por isso faz-se uma breve análise da parte estrutural da Norma neste trabalho, onde a comparamos com outras normas no que se refere aos deslocamentos toleráveis pela NBR 6118/2003.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 Sistema Drywall

Como já vimos, o sistema drywall engloba paredes, forros e até revestimentos. Neste trabalho abordaremos apenas o sistema drywall de paredes.

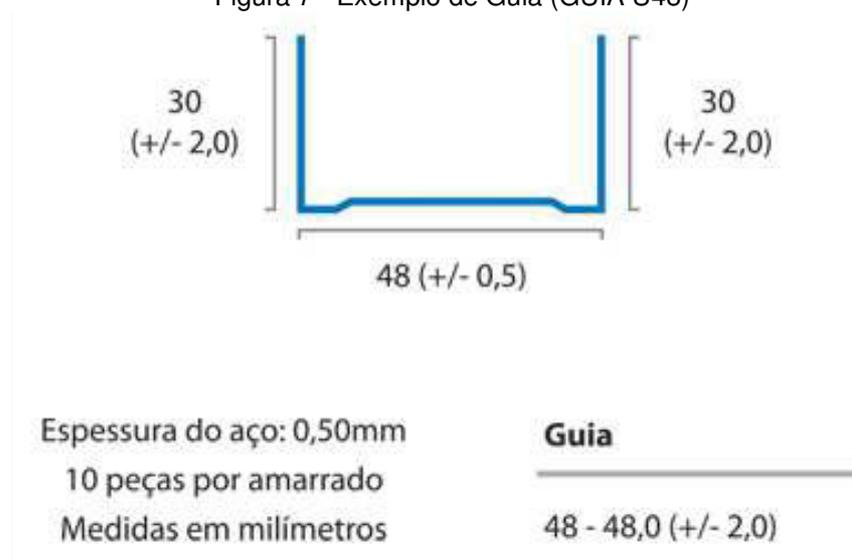
Existem infinitudes de elementos para se projetar e executar algo no sistema drywall. Para solucionar problemas e incompatibilidades, cada vez mais criam-se novos componentes. Todavia, iremos desenvolver um modelo, visando o mais comum, baseado em um sistema drywall *standard*, onde, é necessário conhecer somente a linha básica dos elementos que podem compor o sistema drywall. Seu processo de montagem se encontra detalhado passo a passo na figura 2 dos anexos.

5.1.1 Guias

Guias são os primeiros elementos do sistema a serem fixados. São presas na estrutura da habitação e recebem os montantes do sistema.

Sua espessura é fixa, próxima a 0,5mm. São comercializadas em barras de comprimento de 3000mm e são classificadas quanto a sua largura, podendo ser de 48mm à 90mm.

Figura 7 - Exemplo de Guia (GUIA U48)



FONTE: Dry Solutions (<http://www.gdkdrywall.com.br>, em maio de 2013)

5.1.2 Montantes

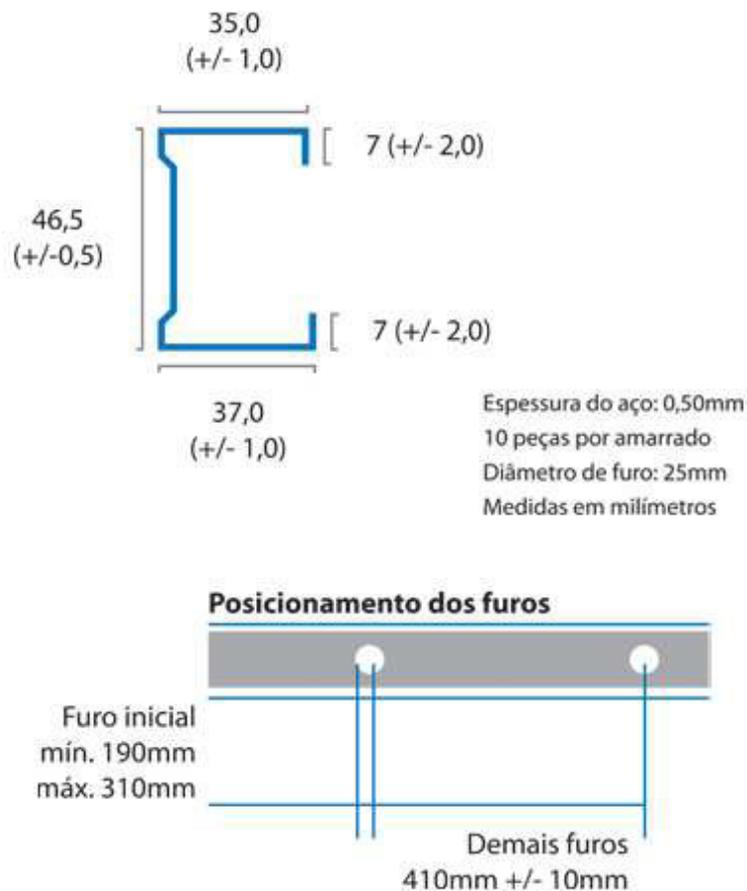
Montantes são os fixados nas guias e recebem as placas de gesso acartonado.

Podem ser fixados em dupla, sendo chamados de montantes duplos, dando maior inércia e rigidez à divisória e suportando maiores cargas e alturas.

Sua espessura também é fixa, próxima a 0,5mm e são comercializados em barras de comprimento de 3000mm. São classificadas também quanto a sua largura, podendo ser de 48mm à 90mm.

São vazados, normalmente a cada 400mm, para passagem de tubulação, pex*, etc.

Figura 8 - Exemplo de Montante (MONTANTE C48)



FONTE: Dry Solutions (<http://www.gdkdrywall.com.br>, em maio de 2013)

* Pex são tubulações flexíveis feitas normalmente de Polissulfona (PSU) que tem excelente desempenho hidráulico e não sofrem corrosão galvânica.

5.1.3 Parafusos e pregos

Para a fixação das chapas de gesso sobre a estrutura, pode ser utilizado prego ou parafuso. O prego é usado para fixação da placa sobre a estrutura de madeira. Já o parafuso pode ser empregado tanto para fixar a chapa de gesso sobre a estrutura de madeira ou sobre a estrutura metálica. Devem-se usar pregos e parafusos específicos para a montagem das paredes divisórias de gesso acartonado, adequados a cada tipo de situação (TANIGUTI, 1999).

Existem diversos tipos de parafusos como se pode ver nas figuras 7 e 8. Por exemplo:

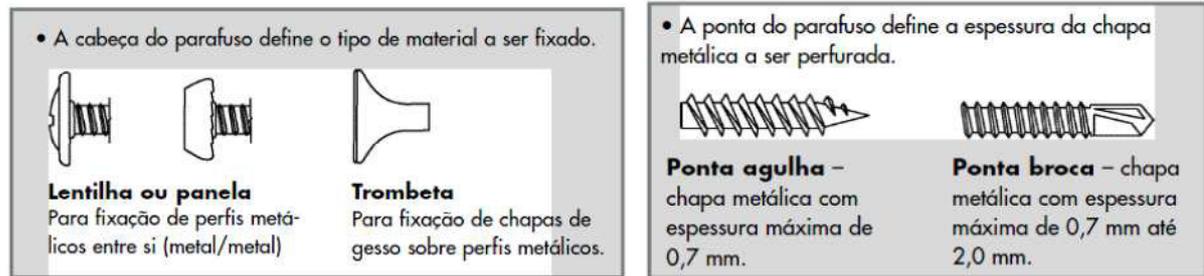
- Cabeça trombeta e ponta agulha formato: fixar chapas de até 15mm em perfis de aço
- Cabeça trombeta e ponta broca: fixar chapas com mais de 15mm em perfis de aço
- Cabeça lentilha ou panela e ponta agulha: fixar perfis metálicos entre si com espessura máxima de 0,70mm
- Cabeça lentilha ou panela e ponta broca: fixar perfis metálicos entre si com espessura máxima de 2,00mm

Figura 9 - Tipos de Parafusos para Fixação



FONTE: Gypsum Drywall (2012)

Figura 10 - Aplicação dos Parafusos para Fixação



FONTE: Knauf do Brasil (2007)

5.1.4 Chapas

Como citado anteriormente, no mercado brasileiro, temos somente três tipos de chapas (ou placas):

5.1.4.1 Standart

A mais conhecida e comercializada. Utilizada quando não há especificação da necessidade de resistência específica (água ou fogo).

Espessura	9,5 mm	12,5 mm	15,0 mm
Peso (kg/m ²)	6,5 a 8,5 kg/m ²	8 a 12 kg/m ²	10 a 14 kg/m ²
Largura	600 ou 1.200 mm		
Comprimento	1.800 a 3.600 mm*		
Densidade	6,5 kg/m ² = 685 kg/m ³	8 kg/m ² = 640 kg/m ³	10 kg/m ² = 667 kg/m ³
	8,5 kg/m ² = 895 kg/m ³	12 kg/m ² = 960 kg/m ³	14 kg/m ² = 934 kg/m ³

FONTE: Ficha Técnica Knauf

5.1.4.2 Resistente à Umidade (RU)

Utilizada em ambientes úmidos e áreas molhadas.

Espessura	9,5 mm	12,5 mm	15 mm
Peso (kg/m ²)	6,5 a 8,5 kg/m ²	8 a 12 kg/m ²	10 a 14 kg/m ²
Largura	1.200 mm		
Comprimento	1.800 a 3.600 mm*		
Densidade	6,5 kg/m ² = 685 kg/m ³	8 kg/m ² = 640 kg/m ³	10 kg/m ² = 667 kg/m ³
	8,5 kg/m ² = 895 kg/m ³	12 kg/m ² = 960 kg/m ³	14 kg/m ² = 934 kg/m ³

FONTE: Ficha Técnica Knauf

5.1.4.3 Resistente ao Fogo (RF)

Utilizada em ambientes que requerem resistência ao fogo.

Espessura	12,5 mm	15 mm
Peso (kg/m ²)	8 a 12 kg/m ²	10 a 14 kg/m ²
Largura	1.200 mm	
Comprimento	1.800 a 3.600 mm*	
Densidade	8 kg/m ² = 640 kg/m ³	10 kg/m ² = 667 kg/m ³
	12 kg/m ² = 960 kg/m ³	14 kg/m ² = 934 kg/m ³

FONTE: Ficha Técnica Knauf

5.2 Norma de desempenho NBR 15.575/2013

Vimos recentemente uma onda de protestos e pedidos de mudanças no Brasil. Esses clamores vão além de mudanças políticas. Elas estão no âmbito econômico, social, tecnológico e ambiental. Dentro desse contexto é que a nova Normalização Brasileira de Desempenho de Habitações NBR 15575 entra em vigor. Previsto para março de 2010, o texto original apresentava algumas exigências aquém das expectativas da sociedade, e outras com certa divergência em relação à atual capacidade econômica do país. Assim sendo, há pouco mais de dois anos, os profissionais envolvidos (universidades, instituições técnicas e setor produtivo, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC) solicitaram à Associação Brasileira de Normas Técnicas a revisão de tão importante conjunto normativo. Após quase dois anos de trabalhos de revisão, a norma ABNT NBR 15575 “Edificações Habitacionais – Desempenho” entra oficialmente em vigor a partir de 19 de julho de 2013.

A norma é dividida em 6 partes:

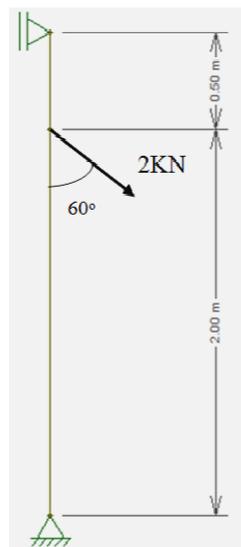
- Parte 1 – Requisitos Gerais
- Parte 2 – Sistemas Estruturais
- Parte 3 – Sistemas de Pisos
- Parta 4 – Sistemas de Vedações Verticais Internos e Externos
- Parta 5 – Sistemas de Coberturas
- Parte 6 – Sistemas Hidrossanitários

5.2.1 NBR 15575/2013 – Parte 4 (Sistemas de Vedações Verticais Internos e Externos)

A NBR15575 abrange todo o País, com sua diversidade variando desde o impacto dos ventos fortes da Região Sul como o uso de redes de dormir da Região Nordeste. Para validar uma vedação vertical que receba cargas de redes de dormir, é necessário atender as observações da página 11, no item 7.3.1 da NBR 15575:

No caso de “redes de dormir”, considerar uma carga de uso de 2kN, aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação. Nesta situação, pode-se admitir um coeficiente de segurança igual a 2 (dois) para a carga de ruptura. Não deve haver ocorrência de destacamento dos dispositivos de fixação ou falhas que prejudiquem o estado limite de utilização, para as cargas de serviço. Este critério é aplicável somente se prevista tal condição de uso para a edificação.

Figura 11 - Local, valor e direção da carga de rede de dormir segundo a NBR15575



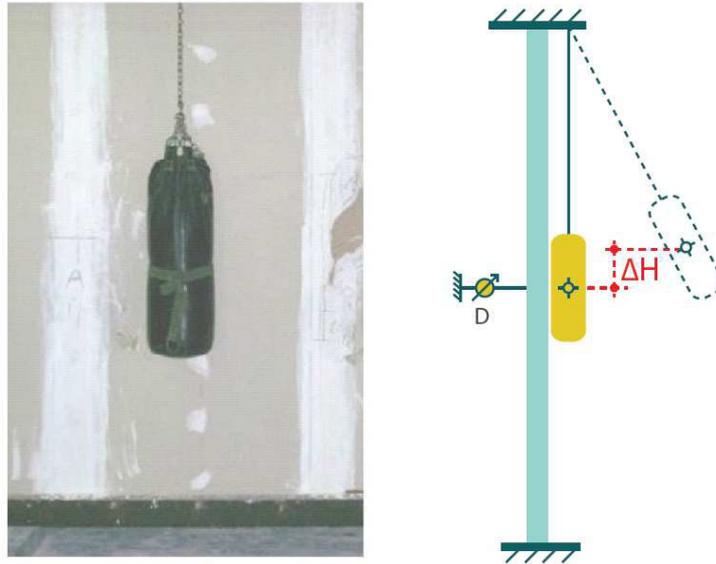
5.2.2 Requisitos, ensaios e testes da parte 4

Para a parte 4 da NBR 15575, hão de se fazer os seguintes ensaios:

- Impacto de corpo mole

Procuram representar choques acidentais gerados pela utilização da edificação, atos de vandalismo, tentativas de intrusão, etc. As energias de impacto são expressas em Joules (N.m ou kgf.dm), sendo que as maiores energias referem-se ao estado-limite último.

Figura 12 - Impacto de Corpo Mole



FONTE: Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2003

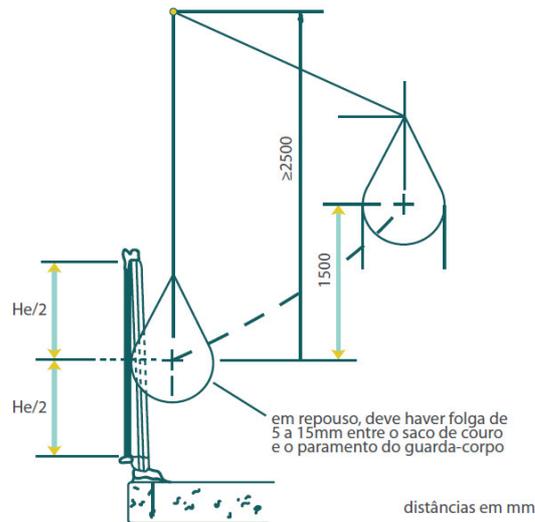
- Impacto de corpo duro

Também procuram representar choques acidentais gerados pela própria utilização da edificação. Os impactos são aplicados por esferas de aço com diâmetro de 5cm, massa de 500g ou diâmetros de 6,25cm e massa de 1kg.

- Ações atuantes em parapeitos e guarda-corpos

Devem atender às mesmas solicitações mecânicas anteriormente apresentadas para as partes cegas das paredes. Estes em especial devem atender ao disposto na norma NBR 14718.

Figura 13 - Impacto em Guarda-corpos (NBR 14718)



FONTE: Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2003

- Ações transmitidas por peças suspensas

Paredes com ou sem função estrutural, quando submetidas a peças suspensas aplicadas por meio de mão-francesa, não podem apresentar fissuras, lascamentos ou rupturas e nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem seu esmagamento. Os deslocamentos horizontais (d_h) e residuais (d_{hr}) devem atender aos valores da tabela abaixo para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão:

Tabela 1 - Cargas de ensaio e critérios

Carga de ensaio aplicada em cada ponto kN	Carga de ensaio aplicada na peça kN	Critério de desempenho	Nível de desempenho
0,4	0,8	Ocorrência de fissuras toleráveis. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2\ 500$	M
0,5	1,0	Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2\ 500$	I
0,6 kN	1,2 kN	Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2\ 500$	S

Onde:
 h é altura do elemento parede;
 d_h é o deslocamento horizontal;
 d_{hr} é o deslocamento residual.

FONTE: Tabela F.1, página 51 da NBR 15575 - Parte 4

- Ações transmitidas por portas

Obviamente que paredes com ou sem função estrutural devem prever e aceitar o acoplamento de portas. Quando as portas foram sujeitas a 10 fechamentos bruscos, a divisória não pode apresentar falhas, tais como rupturas, fissuras, distorções no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco e destacamento em juntas entre componentes das paredes. Ela também deve suportar um impacto de corpo mole com energia de 240 J, aplicado no centro geométrico da folha de porta.

5.2.3 Comparação NBR 6118/2003 com NBR 15575/2013 parte 2

Segundo a NBR 6118, na tabela 13.2 da página 70 (em anexo nesse trabalho), as flechas máximas para elementos estruturais que estão sob a limitação de paredes leves (ou seja: Drywall) é dada pela fórmula:

$$flecha\ máxima = \frac{l}{250} ou\ 25mm$$

Tabela 2 - Trecho da Tabela 13.2 da NBR 6118, página 70

Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500^{3)}$ ou 10 mm ou $\theta = 0,0017\ rad^{4)}$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$l/250^{3)}$ ou 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação freqüente ($\psi_1=0,30$)	$H/1\ 700$ ou $H/850^{5)}$ entre pavimentos ⁶⁾
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$l/400^{7)}$ ou 15 mm
	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	$H/500$
		Revestimentos colados	Ocorrido após construção do forro	$l/350$
		Revestimentos pendurados ou com juntas	Deslocamento ocorrido após construção do forro	$l/175$
	Pontes rolantes	Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenação	$H/400$

FONTE: NBR 6118/2003

No entanto, para a NBR 15575 Parte 2, na tabela 2 da página 9, as flechas máximas para as vigas e lajes sob a limitação de paredes leves é dada por uma fórmula ainda mais rigorosa:

$$flecha\ máxima = \frac{1}{300}$$

Na NBR 15575/2013, há uma observação que diz que para verificar os deslocamentos da flecha final, deve-se reduzir a rigidez dos elementos analisados pela metade.

Tabela 3 - Trecho da Tabela 2, página 9 da NBR 15575 – Parte 2

Paredes em painéis com juntas flexíveis, divisórias leves, gesso acartonado	Com aberturas ²⁾	L/1 050	L/1 700	L/730	L/330
	Sem aberturas	L/850	L/1 400	L/600	L/300

FONTE: NBR 15575/2013

Por exemplo, para uma viga de 6 metros de vão, teríamos 24 milímetros como deformação máxima aceitável para a NBR 6118; e, apenas 20 milímetros para a NBR 15575.

5.3 Modelo

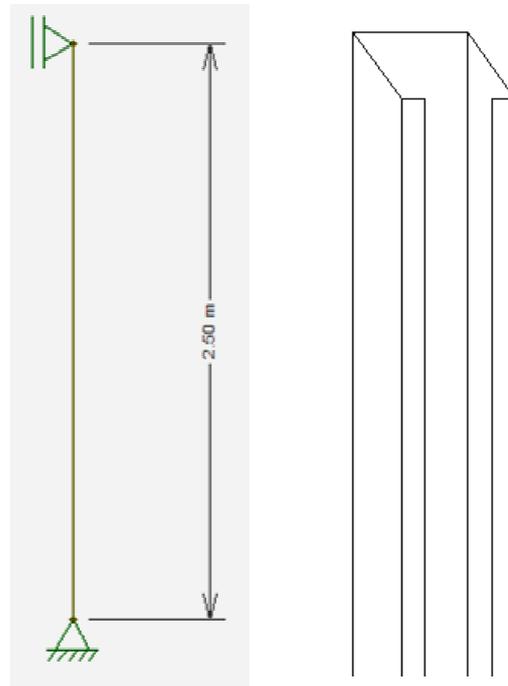
Para viabilização do estudo, foi necessário adotar um único modelo. Infelizmente, não há como considerar todas as possíveis estruturas dos perfis de drywall e testá-las.

Todas as considerações realizadas para elaboração do modelo foram feitas optando pelo mais comum e usual. Vale ressaltar que todas essas escolhas influenciam diretamente no resultado final.

Por exemplo: o espaçamento entre montantes pode variar de 40cm a 60cm, e, logicamente, o sistema que possuir espaçamento menor, possuirá rigidez maior. Outros fatores influenciadores: o tipo de montante (montante simples ou duplo), da largura da guia/montante (48 a 90mm).

Definiu-se um modelo de cálculo com guias U48 e montantes C48. Considerou-se as ligações entre eles como flexíveis, conforme ilustração abaixo:

Figura 14 - Modelo Rede de Dormir (ligações)



O material dos perfis é o aço galvanizado, portanto, o módulo de elasticidade (E) inserido no modelo foi de $2,0 \times 10^{11}$ Pa. E o coeficiente de Poisson foi de 0,3.

Figura 15 - Definição das Propriedades do Material no ABAQUS

Name: Aço

Description: Edit...

Material Behaviors

Elastic

General Mechanical Thermal Other Delete

Elastic

Type: Suboptions

Use temperature-dependent data

Number of field variables:

Moduli time scale (for viscoelasticity):

No compression

No tension

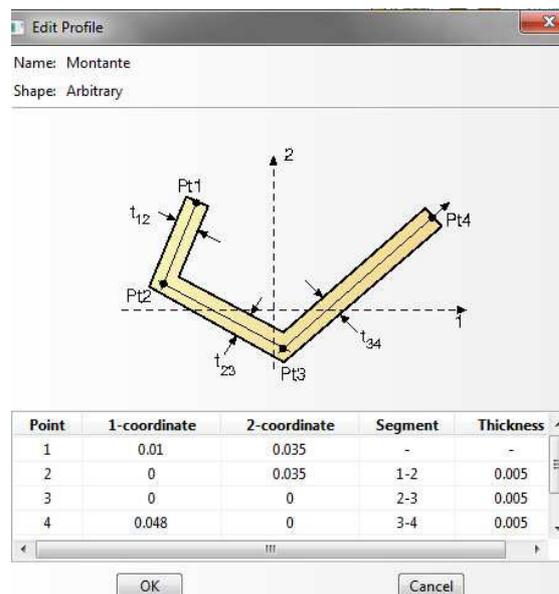
Data

	Young's Modulus	Poisson's Ratio
1	200000000000	0.3

Como as espessuras dos perfis são da ordem de 0,5mm e, portanto, existirão deslocamentos consideravelmente grandes, não se justifica fazer uma análise linear do modelo. Optou-se então por uma análise não linear que representará melhor a realidade, o que será mais bem detalhada posteriormente.

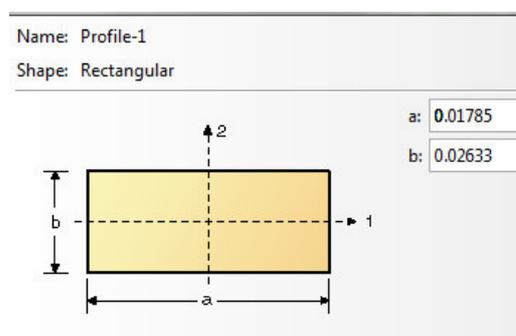
No início criou-se um modelo de cascas e, em seguida, mudamos para um modelo de eixo com o perfil desenhado identicamente, porém esse primeiro não processou como esperado e tivemos que optar por uma simplificação.

Figura 16 - Primeiro Perfil Criado (Erro ao processar)



Adotamos o perfil do montante como sendo retangular, porém com as inércias em x e em y equivalentes às do montante em C48. Na figura abaixo (figura 16), pode-se verificar os valores adotados no Sistema Internacional (SI) no software ABAQUS.

Figura 17 - Dimensões do Perfil Equivalente do Montante C 48

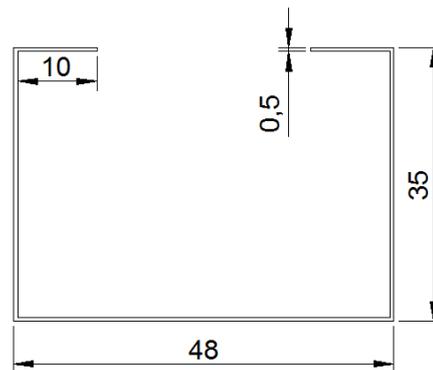


5.4 Cálculo das inércias equivalentes

5.4.1 Montante C48

Dada a seção simplificada:

Figura 18 - Seção Simplificada do Montante C 48



Onde os valores da figura estão em milímetros

5.4.1.1 Cálculo do Centro de Gravidade (CG) do montante C48

Dividiu-se a seção em 5 retângulos para cálculo do centro de gravidade.

Por simetria tem-se o valor no eixo x, ou seja, no centro geométrico.

$$X_{cg} = 24mm$$

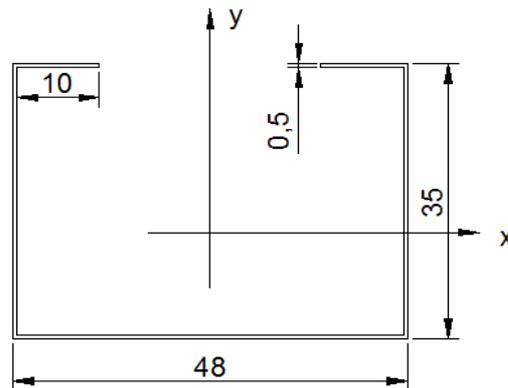
Para o eixo Y, deve-se efetuar o seguinte cálculo:

$$Y_{cg} = \frac{\sum(y \cdot A)}{\sum A}$$

$$Y_{cg} = \frac{(47 \cdot 0,5) \cdot \frac{0,5}{2} + 2[(35 \cdot 0,5) \cdot 17,5] + 2 \cdot [(10 \cdot 0,5) \cdot 34,5]}{(47 + 35 + 35 + 10 + 10) \cdot 0,5}$$

$$Y_{cg} = 14,06 mm$$

Figura 19 - Sistema de eixos adotado passando pelo CG para o cálculo da inércia



5.4.1.2 Cálculo da Inércia com Relação ao Eixo X do montante C48

$$I_x = \sum(I_o + y^2 \cdot A)$$

$$I_x = \left[\frac{47 \cdot 0,5^3}{12} + 13,56^2 \cdot (47 \cdot 0,5) \right] + 2 \cdot \left[\frac{0,5 \cdot 35^3}{12} + 3,43^2 \cdot (0,5 \cdot 35) \right]$$

$$+ 2 \left[\frac{10 \cdot 0,5^3}{12} + 20,44^2 \cdot (0,5 \cdot 10) \right]$$

$$I_x = 12484,35 \text{ mm}^4$$

5.4.1.3 Cálculo da Inércia com Relação ao Eixo Y do montante C48

$$I_y = \sum(I_o + y^2 \cdot A)$$

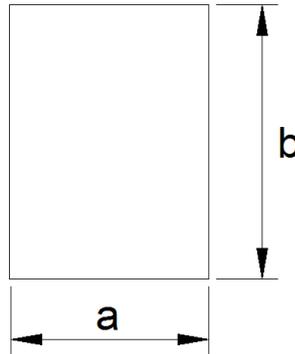
$$I_y = \left[\frac{0,5 \cdot 47^3}{12} + 0^2 \cdot (47 \cdot 0,5) \right] + 2 \cdot \left[\frac{35 \cdot 0,5^3}{12} + 23,5^2 \cdot (0,5 \cdot 35) \right]$$

$$+ 2 \left[\frac{0,5 \cdot 10^3}{12} + 18,5^2 \cdot (0,5 \cdot 10) \right]$$

$$I_y = 27161,27 \text{ mm}^4$$

5.4.1.4 Cálculo das dimensões da seção equivalente do montante C48

Dada uma seção genérica:



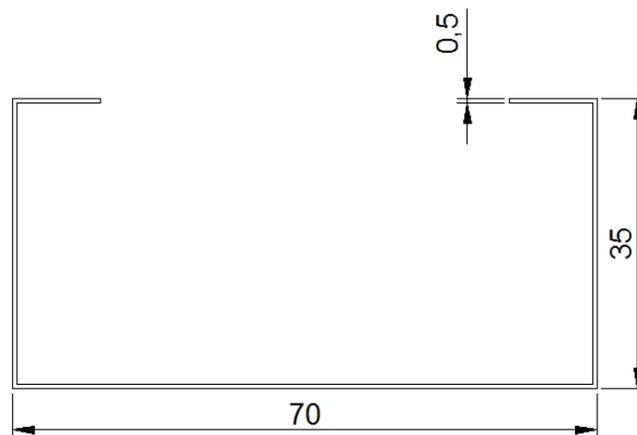
$$\frac{ab^3}{12} = 27161,27\text{mm}^4 \quad e \quad \frac{a^3b}{12} = 12484,35\text{mm}^4$$

$$\begin{cases} a = 17,85\text{mm} \\ b = 26,33\text{mm} \end{cases}$$

5.4.2 Montante C70

Dada a seção simplificada:

Figura 20 - Seção Simplificada do Montante C 70



Onde os valores da figura estão em milímetros

5.4.2.1 Cálculo do Centro de Gravidade (CG) do montante C70

Dividiu-se a seção em 5 retângulos para cálculo do centro de gravidade.

Por simetria tem-se o valor no eixo x, ou seja, no centro geométrico.

$$X_{cg} = 35\text{mm}$$

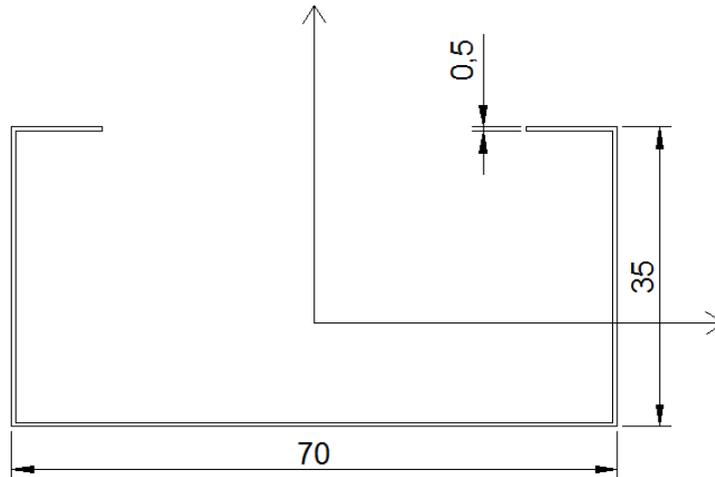
Para o eixo Y, deve-se efetuar o seguinte cálculo:

$$Y_{cg} = \frac{\sum(y \cdot A)}{\sum A}$$

$$Y_{cg} = \frac{(69 \cdot 0,5) \cdot \frac{0,5}{2} + 2[(35 \cdot 0,5) \cdot 17,5] + 2 \cdot [(10 \cdot 0,5) \cdot 34,5]}{(69 + 35 + 35 + 10 + 10) \cdot 0,5}$$

$$\mathbf{Y_{cg} = 12,15mm}$$

Figura 21 - Sistema de eixos adotado passando pelo CG para o cálculo da inércia



5.4.2.2 Cálculo da Inércia com Relação ao Eixo X do montante C70

$$I_x = \sum(I_o + y^2 \cdot A)$$

$$I_x = \left[\frac{69 \cdot 0,5^3}{12} + (12,15 - 0,5)^2 \cdot (69 \cdot 0,5) \right] + 2 \cdot \left[\frac{0,5 \cdot 35^3}{12} + (12,15 - 17,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 35) \right]$$

$$+ 2 \left[\frac{10 \cdot 0,5^3}{12} + (12,15 - 34,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 10) \right]$$

$$\mathbf{I_x = 14456,40 mm^4}$$

5.4.2.3 Cálculo da Inércia com Relação ao Eixo Y do montante C70

$$I_y = \sum(I_o + y^2 \cdot A)$$

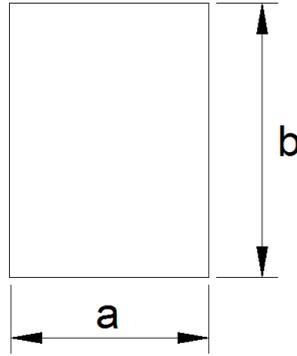
$$I_y = \left[\frac{0,5 \cdot 69^3}{12} + 0^2 \cdot (69 \cdot 0,5) \right] + 2 \cdot \left[\frac{35 \cdot 0,5^3}{12} + (35 - 0,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 35) \right]$$

$$+ 2 \left[\frac{0,5 \cdot 10^3}{12} + (35 - 5,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 10) \right]$$

$$I_y = 64430,69 \text{ mm}^4$$

5.4.2.4 Cálculo das dimensões da seção equivalente do montante C70

Dada uma seção genérica:



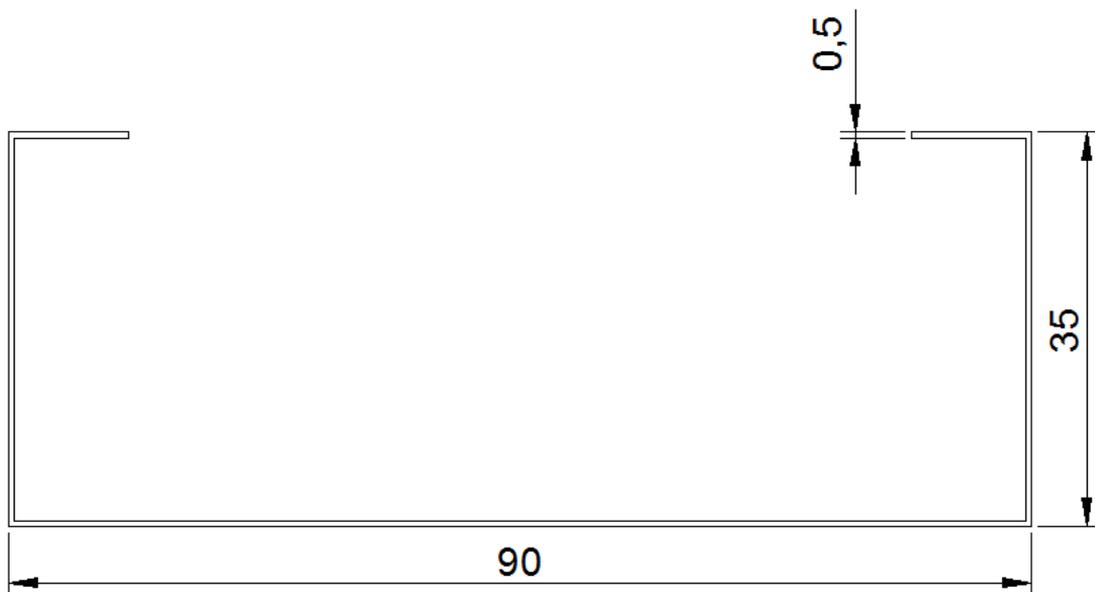
$$\frac{ab^3}{12} = 64430,69 \text{ mm}^4 \quad e \quad \frac{a^3b}{12} = 14456,40 \text{ mm}^4$$

$$\begin{cases} a = 16,93 \text{ mm} \\ b = 35,74 \text{ mm} \end{cases}$$

5.4.3 Montante C90

Dada a seção simplificada:

Figura 22 - Seção Simplificada do Montante C 90



Onde os valores da figura estão em milímetros

5.4.3.1 Cálculo do Centro de Gravidade (CG) do montante C90

Dividiu-se a seção em 5 retângulos para cálculo do centro de gravidade.

Por simetria tem-se o valor no eixo x, ou seja, no centro geométrico.

$$X_{cg} = 45mm$$

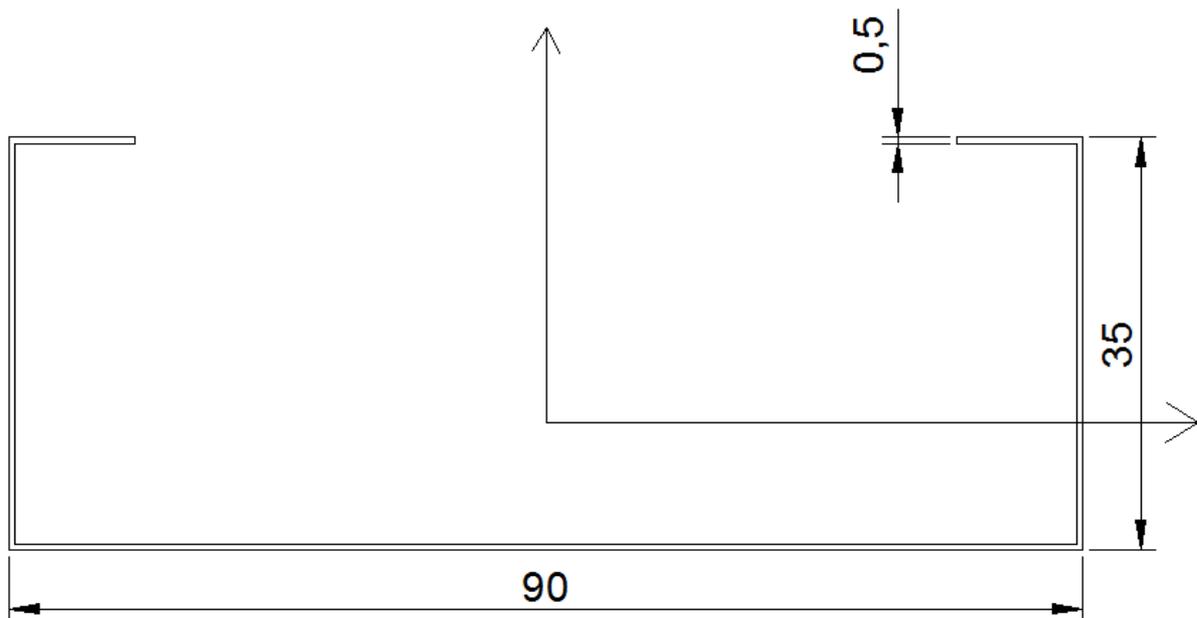
Para o eixo Y, deve-se efetuar o seguinte cálculo:

$$Y_{cg} = \frac{\sum(y \cdot A)}{\sum A}$$

$$Y_{cg} = \frac{(89 \cdot 0,5) \cdot \frac{0,5}{2} + 2[(35 \cdot 0,5) \cdot 17,5] + 2 \cdot [(10 \cdot 0,5) \cdot 34,5]}{(89 + 35 + 35 + 10 + 10) \cdot 0,5}$$

$$Y_{cg} = 10,82mm$$

Figura 23 - Sistema de eixos adotado passando pelo CG para o cálculo da inércia



5.4.3.2 Cálculo da Inércia com Relação ao Eixo X do montante C90

$$I_x = \sum(I_o + y^2 \cdot A)$$

$$I_x = \left[\frac{89 \cdot 0,5^3}{12} + (10,82 - 0,5)^2 \cdot (69 \cdot 0,5) \right] + 2 \cdot \left[\frac{0,5 \cdot 35^3}{12} + (10,82 - 17,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 35) \right]$$

$$+ 2 \left[\frac{10 \cdot 0,5^3}{12} + (10,82 - 34,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 10) \right]$$

$$I_x = 15715,02 \text{ mm}^4$$

5.4.3.3 Cálculo da Inércia com Relação ao Eixo Y do montante C90

$$I_y = \sum(I_o + y^2 \cdot A)$$

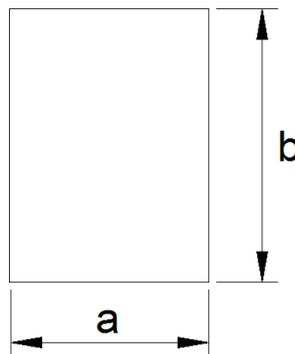
$$I_y = \left[\frac{0,5 \cdot 89^3}{12} + 0^2 \cdot (69 \cdot 0,5) \right] + 2 \cdot \left[\frac{35 \cdot 0,5^3}{12} + (45 - 0,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 35) \right]$$

$$+ 2 \left[\frac{0,5 \cdot 10^3}{12} + (45 - 5,5)^2 \cdot (0,5 \cdot 10) \right]$$

$$I_y = 114766,52 \text{ mm}^4$$

5.4.3.4 Cálculo das dimensões da seção equivalente do montante C90

Dada uma seção genérica:



$$\frac{ab^3}{12} = 114766,52 \text{ mm}^4 \quad e \quad \frac{a^3b}{12} = 15715,02 \text{ mm}^4$$

$$\begin{cases} a = 16,25 \text{ mm} \\ b = 43,92 \text{ mm} \end{cases}$$

Vale salientar que a força da rede estará aplicada na direção Y em todos os montantes, portanto na direção de maior inércia.

5.5 Análise Não-Linear

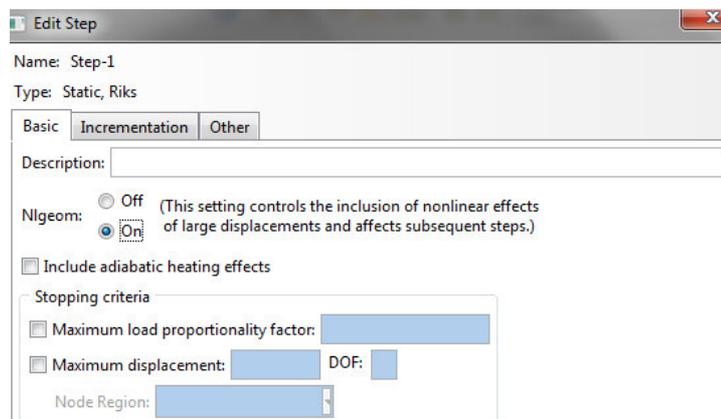
Há dois tipos de não-linearidades:

- a) Não-linearidade Geométrica
- b) Não-linearidade do Material

Neste trabalho considerou-se a não-linearidade Geométrica devido a grande esbelteza das peças.

É válido fazer uma análise considerando a não-linearidade geométrica, pois as espessuras das chapas, como já visto, são da ordem de 0,5 milímetros. Então, modificações geométricas consideráveis surgirão ao longo da peça e, conseqüentemente, o aparecimento de efeitos de segunda ordem.

Figura 24 – Não Linearidade Geométrica (NLG)



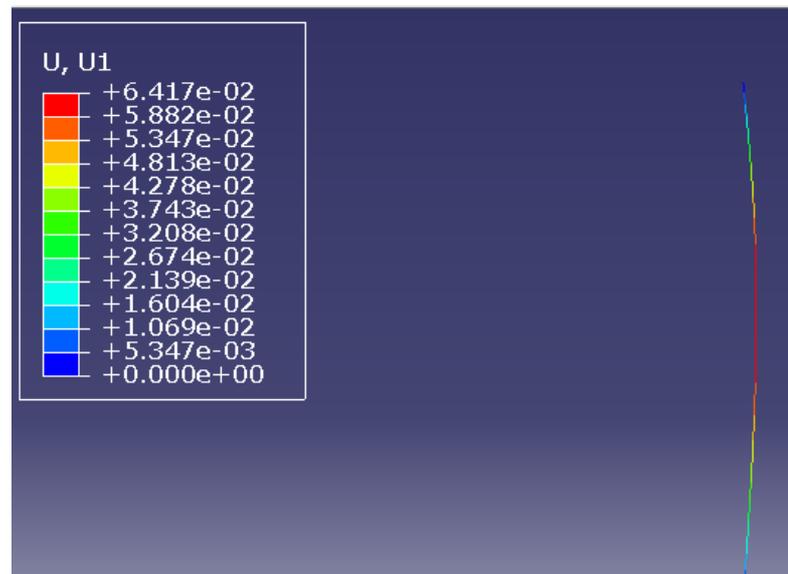
5.6 Resultados

Realizada toda a explanação do assunto, criado o modelo, colocadas as condições de contorno, carregado de acordo com a Norma, considerado a não-linearidade geométrica da peça, verificou-se as deformações.

5.6.1 Resultados Montantes C48

Para os montantes C48 sobre o carregamento indicado das redes de dormir (2KN), tem-se 6,4cm de deformação máxima encontrada. O que acarretaria em deslocamentos das chapas de drywall, rupturas nas estruturas internas e o comprometimento total da divisória.

Figura 25 - Resultado final (deslocamento máximo encontrado)

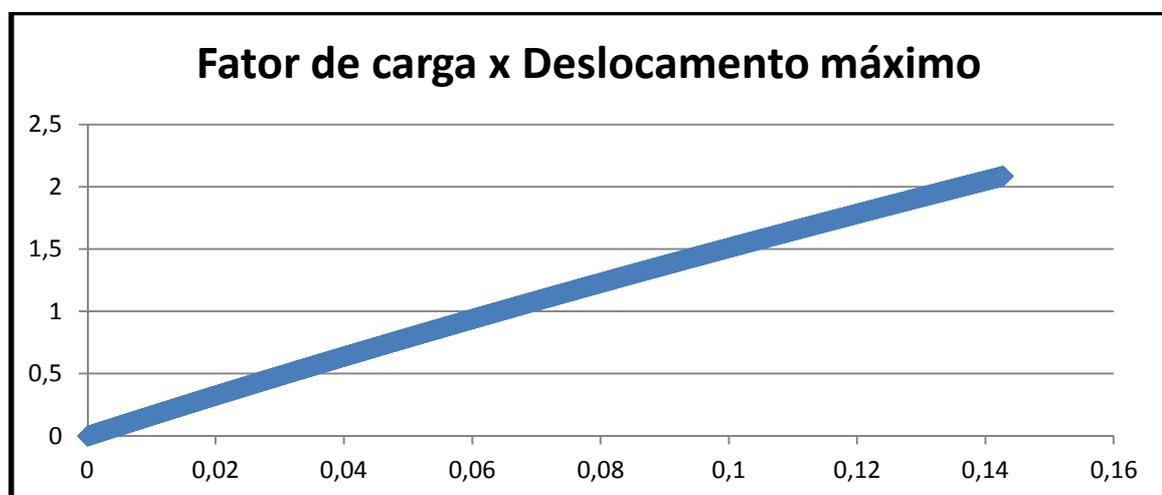


Não surpreendente que os fabricantes do sistema já desenvolveram mecanismos e artimanhas que dão mais rigidez às vedações, fornecendo a elas a capacidade de suportar cargas superiores como possivelmente: redes de dormir, bancadas, etc.

Para análise não linear, carregou-se a estrutura por meio de um fator de carga que variava de 0 a 2. Com isso, elaborou-se um gráfico do deslocamento máximo encontrado pelo fator de carga e observa-se um comportamento quase retilíneo. É comum fazer essa curva carga x deslocamento para esse tipo de análise.

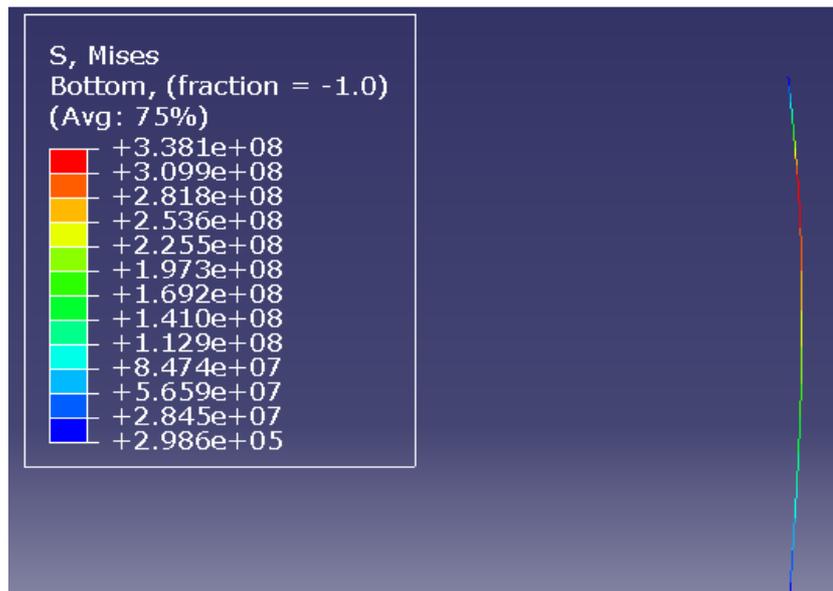
Variamos o fator de carga até 2, onde encontramos deslocamentos da ordem de 14cm.

Tabela 4 - Gráfico (Fator de carga x deslocamento máximo)



Com relação às tensões, obtivemos tensões máximas da ordem de 338,1 MPa.

Figura 26 - Tensões Máximas Encontradas (Fator de carga = 1)



5.6.2 Resultados Montantes C70

Para os montantes C70 sobre o carregamento indicado das redes de dormir (2KN), tem-se uma diminuição significativa nos deslocamentos máximos encontrados. Obteve-se 2,7cm de deformação máxima encontrada. O que também acarretaria em deslocamentos das chapas de drywall, rupturas nas estruturas internas e o comprometimento total da divisória. E as tensões caíram para 199,2 MPa.

Figura 27 - Dimensões do Perfil Equivalente do Montante C 70

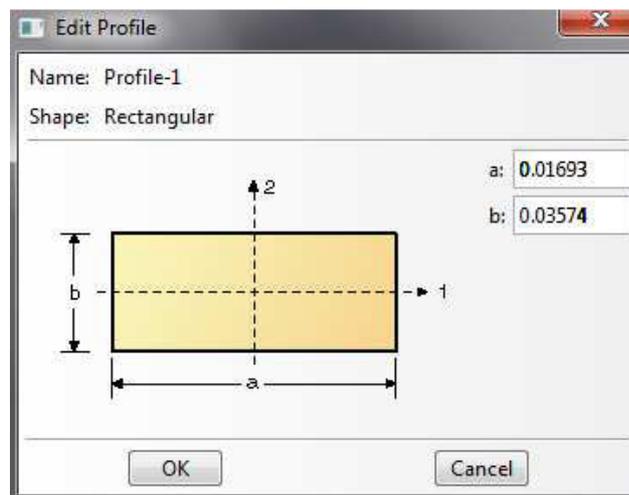
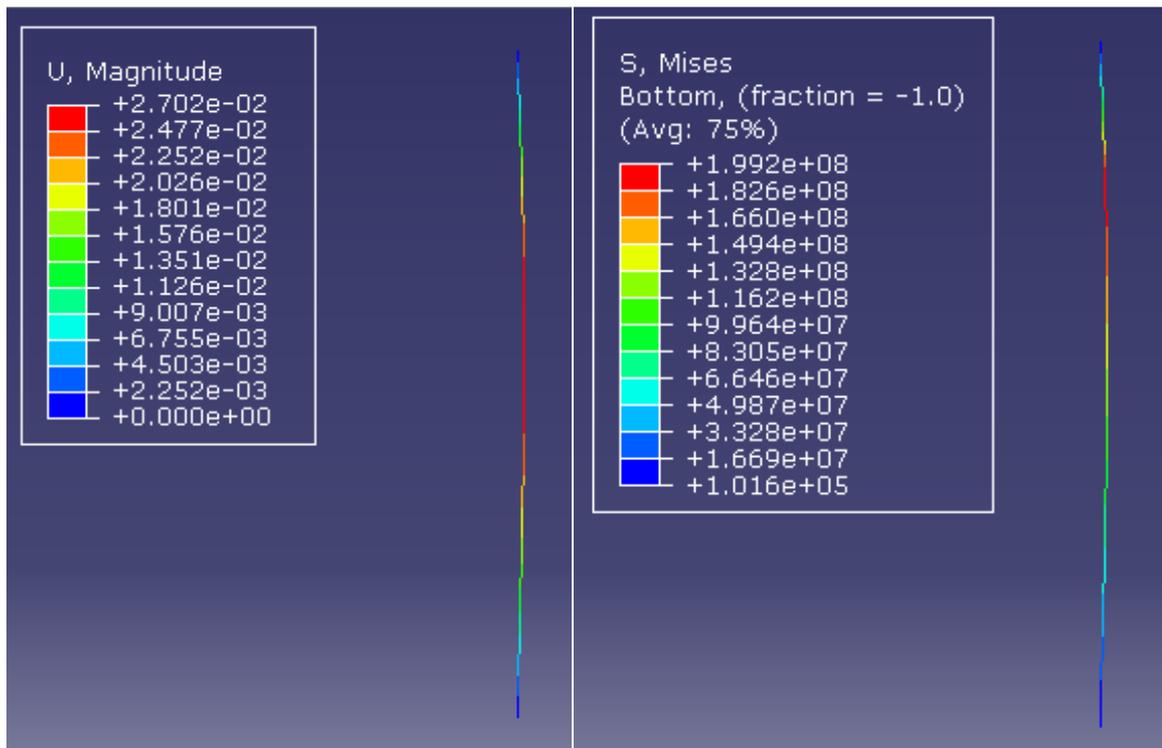


Figura 28 - Deformações e Tensões encontradas nos Montantes C70



5.6.3 Resultados Montantes C90

Para os montantes C90 sobre o carregamento indicado das redes de dormir (2KN), tem-se uma diminuição significativa nos deslocamentos máximos encontrados novamente. Obteve-se 1,45cm de deformação máxima encontrada. Todavia, ainda estão acima dos limites estabelecido, e poderiam comprometer a funcionalidade da divisória. As tensões caíram para 138,6 MPa.

Figura 29 - Dimensões do Perfil Equivalente do Montante C 90

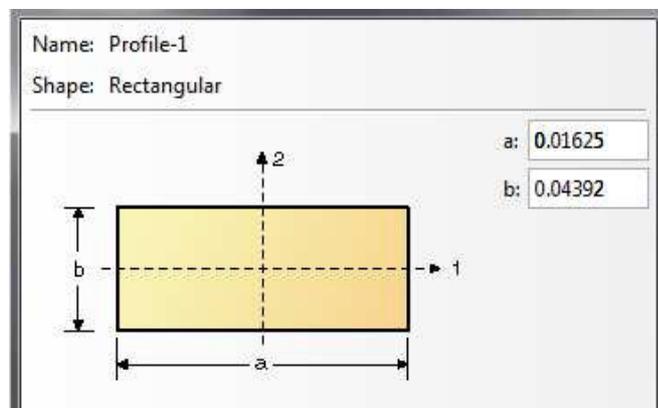
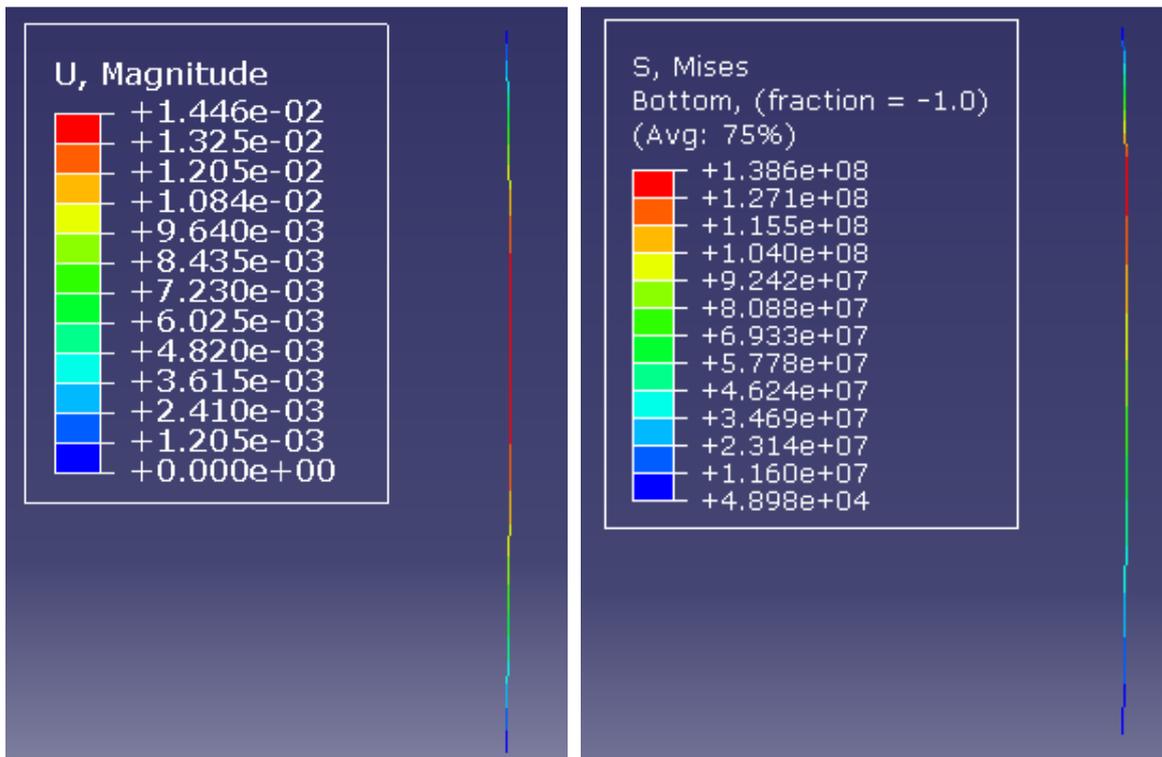
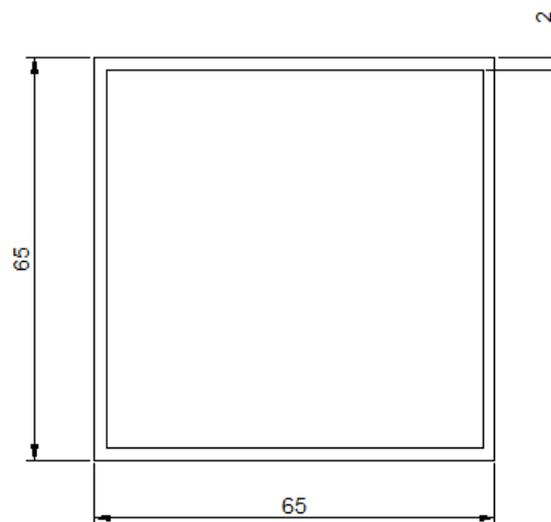


Figura 30 - Deformações e Tensões encontradas nos Montantes C90



5.6.4 Resultados Montantes Especiais

Figura 31 - Montantes especiais para redes de dormir



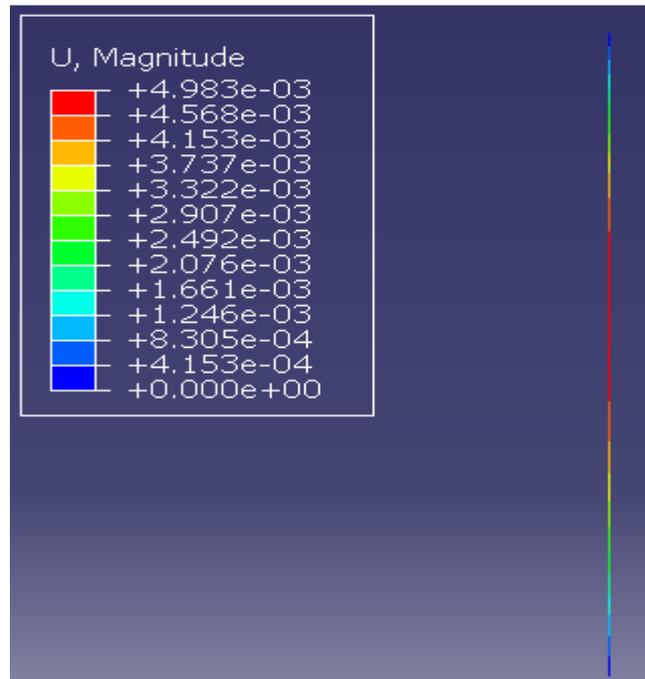
As medidas estão em milímetros.

Estes montantes são utilizados especialmente para as redes de dormir. As placas não são nem fixadas nele. Encontra-se este perfil no edifício Green Life 2 da IDIBRA –

Incorporadora e Construtora Dias Branco, localizado no bairro Cocó, na cidade de Fortaleza – CE.

Encontrou-se nele deformações da ordem de 0,5cm, que estão dentro do limite tolerável.

Figura 32 - Deformações encontradas nos Montantes C90



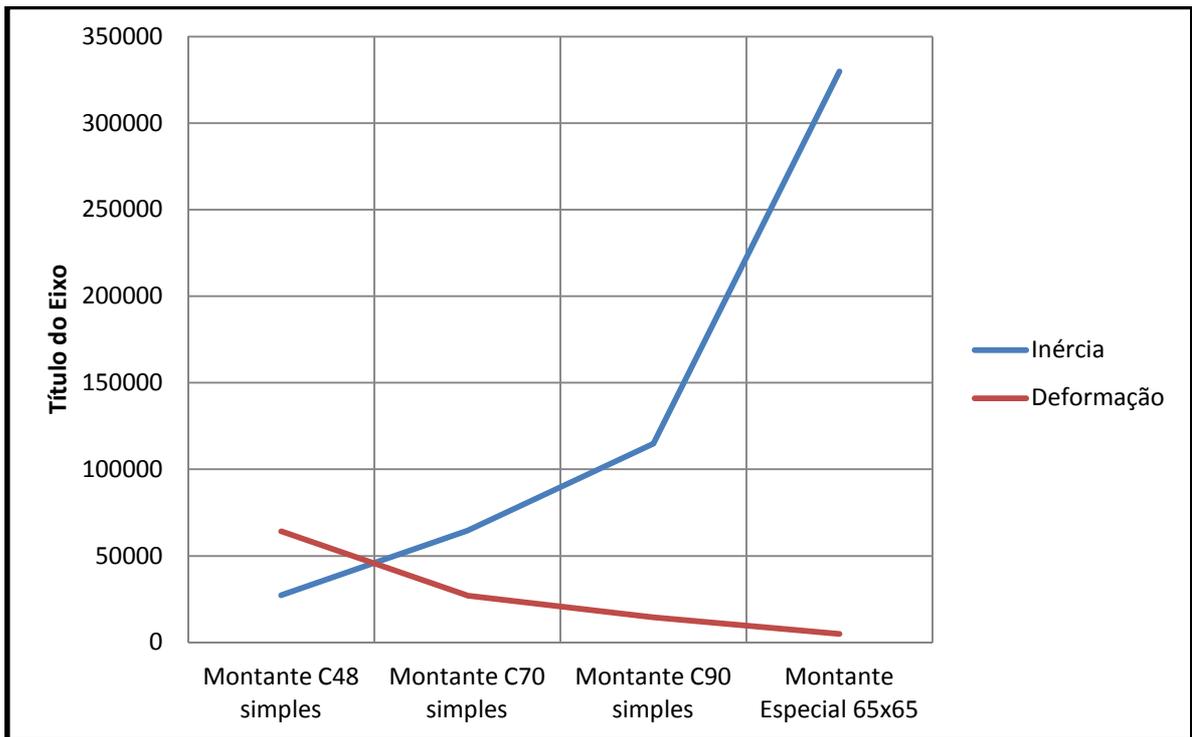
Na tabela (tabela 7) abaixo, tem-se uma comparação de todos os montantes analisados, com suas inércias e seus deslocamentos.

Tabela 5 - Quadro de comparação dos perfis, inércias e deformações

PERFIL	MAIOR INÉRCIA (mm⁴)	DEFORMAÇÃO (cm)
Montante C48 simples	27161,27	6,419
Montante C70 simples	64430,69	2,702
Montante C90 simples	114766,52	1,446
Montante Especial 65x65	329761,67	0,498

No gráfico (tabela 8) abaixo, tem-se uma comparação da inércia dos montantes com as deformações. À medida que a inércia aumenta, tem-se uma diminuição significativa das deformações.

Tabela 6 - Gráfico de comparação das Inércias com as Deformações



Os deslocamentos do gráfico acima estão multiplicados por 10000 para melhor visualização.

6 CONCLUSÃO

O que podemos perceber é que hoje em dia, os países desenvolvidos possuem uma tendência natural em automatizar e industrializar os processos e serviços. Isto se dá porque cada vez mais a mão de obra fica cara. Percebe-se que não há mais nestes mercados, mão de obra disponível para executar uma obra com alvenaria convencional; e, portanto, opta-se por outras tecnologias. No Brasil, certamente, chegará um dia em que essa mão de obra também ficará escassa e nós necessitaremos adotar sistemas racionalizados, onde a produtividade é maior, e a necessidade de funcionários, menor.

A ideia da NBR 15575/2013 é extremamente válida, todavia faz-se necessário fiscalizar para que as empresas e construtoras atendam aos requisitos da norma de desempenho em habitações. É interessante também verificar discrepâncias com outras normas, como a citada no presente trabalho, para que haja uma mesma linha de pensamento.

Devido ao grande versatilidade do sistema drywall, o nosso estudo não engloba todas as possibilidades e, portanto, não poderá abranger o desempenho de todos os modos de implementação do sistema.

Conclui-se, finalmente, que não se pode utilizar os montantes simples estudado neste trabalho para redes de dormir, e faz-se realmente necessário o uso de perfis especiais para cargas de redes de dormir.

Os montantes C48, C70 e o C90, analisando para o Estado Limite de Serviço, não seriam apropriados para as solicitações das redes de dormir. Seus deslocamentos (ver tabela 7, página 37) ultrapassam os 0,5 centímetros toleráveis. Todavia, os montantes especialmente utilizado para redes de dormir da construtora IDIBRA nas obras Green Life 2 na cidade de Fortaleza, estes atendem aos requisitos da normas, servindo perfeitamente para desempenhar seu papel.

Nos manuais dos produtores do sistema há recomendações expressas sobre a possibilidade ou não da fixação de armadores para redes de dormir, armários, bancas, prateleiras, *splits* ou qualquer equipamento suspenso. Havendo condições, devem ser indicados os locais, os métodos e dispositivos a serem usados na fixação e na instalação.

Duas sugestões ficam para trabalhos futuros complementares:

1. Estudo estrutural dos montantes fabricados, próprios para redes de dormir
2. Comparação dos desempenhos das chapas de drywall brasileiras com relação às internacionais.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2001. **NBR 14715**: Chapas de gesso acartonado: requisitos.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2001. **NBR 14718**: Guarda-corpos para edificações.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2003. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2013. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais — Desempenho

Cartilha de Fixação, Manutenção e Acabamento – Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall

CBIC - Guia Orientativo para atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013. Brasília. 2013.

Ficha Técnica Knauf Standard

Ficha Técnica Knauf RU

Ficha Técnica Knauf RF

KNAUF DO BRASIL. **Manual de Instalação**. Rio de Janeiro, 2007.

KNAUF DO BRASIL. **Manual de Instalação Sistemas Knauf drywall**. Rio de Janeiro, 2011.

Manual de Instalação (11/2012) – Sistema Knauf Drywall

Manual de Montagem Sistema de Drywall – PINI

NGI – Núcleo de Gestão e Inovação (coord.). **Avaliação pós – ocupação e avaliação da satisfação do cliente de sistemas de vedação em drywall – Edifícios residenciais em Porto Alegre**. São Paulo, ABRAGESSO/CBCA/CAPA Engenharia/Goldsztein, Abril, 2004.

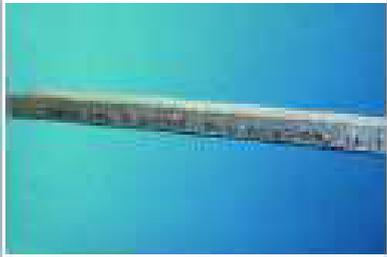
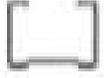
Site: <http://www.gkdrywall.com.br> (Dry Solutions). Acessado em maio de 2013

Site: <http://www.drywall.org.br/> (Acadêmico e profissional) – Associação Brasileira de Fabricantes de Chapas de Drywall. Acessado de janeiro a junho de 2013.

Site: <http://www.knauf-batiment.fr>. Acessado em março de 2013.

TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**. 293 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ANEXOS

		Denominação	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
		Guia 48	0,50	48	3.000
		Guia 70	0,50	70	3.000
		Guia 90	0,50	90	3.000
		Montante 48	0,50	48	3.000
					2.800
					2.700
		Montante 70	0,50	70	3.000
					2.800
					2.700
		Montante 90	0,50	70	3.000
					2.800
					2.700

	
<p>1º) Marcação e fixação das guias no piso e no teto</p>	<p>2º) Colocação dos montantes nas guias</p>
	
<p>3º) Fechamento da primeira face da parede com chapas de gesso</p>	<p>4º) Colocação das instalações elétricas, hidráulicas, isolante térmico acústico e reforço</p>
	
<p>5º) Fechamento da segunda face da parede com chapas de gesso</p>	<p>6º) Tratamento das juntas e acabamento (pintura, revestimentos)</p>

FOLHA DE ASSINATURAS

Fortaleza, _____ de _____ de 2013

João André Arcanjo Lino, 0299679

VISTO:

Augusto Teixeira de Albuquerque

Orientador