

LUCIANE MARCELA FILIZOLA DE OLIVEIRA

**Cisalhamento nas interfaces verticais de paredes de edifícios de alvenaria estrutural**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Estruturas.

Orientador: Prof. Assoc. Márcio Roberto Silva Corrêa

São Carlos

2009

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

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

048c Oliveira, Luciane Marcela Filizola de  
Cisalhamento nas interfaces verticais de paredes de  
edifícios de alvenaria estrutural / Luciane Marcela  
Filizola de Oliveira ; orientador Márcio Roberto Silva  
Corrêa. -- São Carlos, 2009.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área  
de Concentração em Engenharia de Estruturas) -- Escola de  
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,  
2009.


1. Alvenaria estrutural. 2. Cisalhamento.  
3. Interfaces verticais. 4. Carregamento vertical.  
5. Ações horizontais. I. Título.

**FOLHA DE JULGAMENTO**


Candidata: Engenheira **LUCIANE MARCELA FILIZOLA DE OLIVEIRA**


Tese defendida e julgada em 19/05/2009 perante a Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Associado **MÁRCIO ROBERTO SILVA CORRÊA (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Assoc. **MARCIO ANTONIO RAMALHO**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **ROBERTO MARCIO DA SILVA**  
(Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG) APROVADA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Associado **MARCIO ANTONIO RAMALHO**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Associado **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação



*Dedico aos meus pais, José e Graça  
e aos meus irmãos, Nati, Poly e  
Dani, pelo apoio e incentivo em toda  
a minha vida.*



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, acima de tudo, minha eterna gratidão.

Ao professor Márcio Corrêa, pela excelente orientação e ajuda em decisões importantes, pela dedicação, paciência, confiança e amizade.

Aos meus pais José Filizola e Graça Filizola, pelo amor que sempre me dedicaram e pela educação dada.

Aos meus irmãos Nati, Poly e Dani, que são meus exemplos de vida.

Ao Dênis, pelo amor e motivação através de suas palavras de afirmação e gestos de carinho em todos os momentos.

Ao professor Dagoberto Mori da EESC, pela valiosa contribuição no programa de monitoria.

Ao professor Marcus Paiva da UFAM, pela ajuda a chegar aqui.

À minha “mana” Ellen Kellen, pela sua alegria contagiante, amizade, companheirismo, paciência e incentivo em todas as horas.

Aos grandes amigos Denise Sasaki, Dorival Neto, Érica Kimura, Flaviana & Raimundo Amorim, Jesus Daniel, Jesús Sánchez, José Brasília, Jefferson Lins, Luiz Álvaro e Marcela Kataoka & Thiago, pelas constantes demonstrações de solidariedade e afeto.

A todos os amigos do Departamento de Engenharia de Estruturas da EESC: Andreilton & Aline, André Ramos, Aref Kzam, Calil Zumerle, Carlos Marek, Charles de Oliveira, César Espezua, Danielle Airão, Dênis Delázari, Fernanda Madrona, Fernando Soares, Francisco Quim (Chicão), Fredy e Tatiana, Gabriela Mazureki, Giovanni, Hidelbrando & Alyne Kalyane, Higor Argôlo, Ieda Soraia, Igor Chaves, Jonas Dörr, Jônatas Barreto, Karla Miller, Leandro Cavalcanti, Luiz Aquino, Marla Bruna, Marliane Sampaio, Marlos Mangini, Raphael Mairal, Rodrigo (Slow), Rodrigo (Mário), Rodrigo da Mata, Rodrigo Pagnussat, Saulo Almeida, Valmiro Quéfren & Chris Menezes, Wagner Queiroz e Wellison Gomes, pelo agradável convívio.

Aos professores que transmitiram seus conhecimentos nas disciplinas e aos funcionários do SET que contribuíram para conclusão deste trabalho.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pelo financiamento deste trabalho.





## RESUMO

OLIVEIRA, L. M. F. (2009). **Cisalhamento nas interfaces verticais de paredes de edifícios de alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

Este trabalho apresenta a avaliação das tensões de cisalhamento nas interfaces verticais de paredes de alvenaria interconectadas em casos onde atuam simultaneamente carregamentos verticais e ações horizontais. Os valores obtidos para as máximas tensões de cisalhamento são comparados com as resistências estabelecidas na norma brasileira em vigor, NBR 10837 (ABNT, 1989), e no texto base para sua revisão. Os valores das referidas normas também são confrontados com valores experimentais, avaliando-se criticamente a aplicação dos limites normativos na prática de projetos de edifícios existentes. Adicionalmente, são avaliadas duas formas distintas de modelagem de edifícios de alvenaria estrutural, quando submetidos às ações horizontais. A primeira consiste em uma abordagem simplificada e bastante usual entre projetistas, a associação plana de paredes isoladas. Sua aferição é importante para fornecer ao projetista uma ferramenta que lhe permita obter resultados de maneira rápida e confiável. A segunda forma de modelagem é uma análise de pórtico tridimensional que permite uma análise mais completa das paredes de contraventamento, incluindo os efeitos das deformações por cisalhamento. Com o intuito de avaliar as diferenças observadas entre os dois modelos, foram empregados testes estatísticos, que permitem analisar se eles são estatisticamente iguais a um nível de significância de 5%. Para aquisição dos dados para as análises são feitos estudos de casos com quatro edifícios residenciais usuais, com diferentes arranjos arquitetônicos, variando-se o número de pavimentos em quatro, oito, doze e dezesseis, de modo a se obter maior representatividade dos resultados. Com os resultados obtidos nas avaliações, concluiu-se que os valores adotados como limites de resistência pelo texto base da revisão da NBR 10837 (ABNT, 1989) parecem ser rigorosos para realidade brasileira. Com relação à comparação dos modelos estudados, os testes estatísticos direcionam a uma conclusão importante, que é a de não haver diferença entre eles, para um nível de 5% de significância.

**Palavras chave:** alvenaria estrutural, cisalhamento, interfaces verticais, carregamento vertical, ações horizontais.



## ABSTRACT

OLIVEIRA, L. M. F. (2009). **Shear stress on vertical interfaces of structural masonry walls**. M.Sc Dissertation – São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos, 2009.

This work presents the evaluation of the shear stress at the vertical interfaces of interconnected masonry walls simultaneously subjected to vertical and horizontal loads. The obtained maximum shear stress values are compared to the shear strengths prescribed by the current Brazilian code, NBR 10837 (ABNT, 1989), and by its review base text. The prescribed values are also confronted with experimental values, critically evaluating the application of the regulatory limits in the practical design of existing buildings. Additionally, two different ways of modeling the structural masonry buildings when submitted by horizontal actions are evaluated. The first one is a simple approach, largely used by designers, that consists in the two dimensional association of isolated walls. Its evaluation is important to provide the designer with a quick and reliable analytical tool. The second way of modeling is a three dimensional frame analysis, which allows a more complete simulation of the shear walls, including the shear strain effects. In order to evaluate the differences between the two models, Statistical tests were employed for examining whether they are statistically equal at a significance level of 5%. Case studies were performed taking into account four residential buildings with different architectural arrangements. The number of floors was also varied considering four, eight, twelve and sixteen, in order to obtain more meaningful results. The developed analysis showed that the strength limits prescribed by the review base text of the NBR 10837 (ABNT, 1989) seem to be very much strict according to the Brazilian common practice. Regarding the comparison of the studied analytical models, the statistical tests showed that there is no difference between them at a significance level of 5%.

**Keywords:** structural masonry, shear stress, vertical interfaces, vertical loads, horizontal forces.



## LISTA DE SÍMBOLOS

$A_e$	Área da superfície perpendicular à direção do vento
$A_n$	Área líquida da seção transversal
$b$	Largura efetiva da seção transversal, parâmetro meteorológico
$C_a$	Coefficiente de arrasto
$d$	Diâmetro
$d_i$	Diferencial de carregamento do grupo $i$
$E$	Módulo de elasticidade longitudinal
$e$	Espessura da parede
$F$	Força solicitante
$F_a$	Força de arrasto
$F_d$	Solicitação de cálculo, força horizontal de desaprumo
$F_{Gk}$	Valor característico das ações permanentes
$F_{Q,k}$	Valor característico da ação variável
$F_i$	Ação horizontal absorvida por cada painel
$F_{tot}$	Ação horizontal total em cada pavimento
$Fr, z$	Parâmetros meteorológicos
$f'_m$	Resistência à compressão da alvenaria
$f_v$	Resistência característica ao cisalhamento vertical
$f_{bk}$	Resistência característica do bloco
$f_{vm}$	Resistência média ao cisalhamento vertical
$f_{vk,est}$	Resistência característica estimada ao cisalhamento vertical
$f_a$	Resistência da argamassa
$G$	Módulo de elasticidade transversal
$h$	Altura da parede, espessura da laje
$H$	Altura da edificação
$I$	Momento de inércia da seção transversal líquida
$L$	Comprimento e largura da laje, comprimento e largura da edificação
$l$	Comprimento da parede
$M$	Momento fletor atuante

$M_s$	Momento estático da seção transversal
$N_v$	Força de compressão vertical
$n$	Número de grupos
$P$	Ações concentradas
$p$	Peso próprio da alvenaria, parâmetro meteorológico
$q$	Ações uniformemente distribuídas, pressão dinâmica
$q_m$	Carregamento médio do macrogrupo
$\gamma_f$	Coefficiente de segurança para ações
$\gamma_m$	Coefficiente de segurança correspondente ao material
$\gamma_g$	Ponderador das ações permanentes
$\gamma_q$	Ponderador das ações variáveis
$\gamma$	Peso específico da parede
$V_k$	Velocidade característica do vento
$V_0$	Velocidade básica do vento
$R_i$	Rigidez relativa do painel
$S_1, S_2, S_3$	Coefficientes de ajuste da velocidade básica do vento
$t$	Espessura efetiva, taxa de interação
$V$	Esforço cortante
$W$	Módulo resistente à flexão
$\psi$	Ângulo de desaprumo
$\psi_0$	Coefficientes para redução de ações variáveis
$\Delta P$	Carga vertical por pavimento
$\Delta$	Deslocamento horizontal
$\Delta_f$	Parcela do deslocamento devido à flexão
$\Delta_c$	Parcela do deslocamento devido ao cisalhamento
$\alpha$	Nível de significância
$\lambda$	Fator de forma da seção
$\sigma$	Tensão normal
$\eta$	Eficiência
$\nu$	Coefficiente de Poisson
$\tau_{alv}$	Tensão de cisalhamento da alvenaria
$\tau_H$	Tensão de cisalhamento devida às ações horizontais
$\tau_v$	Tensão de cisalhamento devida às ações verticais

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.3	JUSTIFICATIVA	19
1.4	METODOLOGIA	20
1.5	ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	20
<b>2</b>	<b>INTERAÇÃO DE PAREDES INTERCONECTADAS</b>	<b>23</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO DO FENÔMENO	23
2.1.1	<i>Tipos de amarração de paredes</i>	24
2.2	INTERAÇÃO DE PAREDES INTERCONECTADAS	25
2.3	SUPERPOSIÇÃO DE EFEITOS	28
2.4	CISALHAMENTO NA INTERFACE	29
2.4.1	<i>Norma brasileira NBR-10837 (ABNT, 1989)</i>	30
2.4.2	<i>Revisão da norma brasileira NBR-10837</i>	31
2.4.3	<i>Norma americana ACI 530 (ACI, 1999)</i>	34
2.4.4	<i>Norma britânica BS 5628 (BSI, 1992)</i>	35
2.5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	36
2.5.1	<i>Pesquisas sobre interação de paredes sob carregamento vertical</i>	37
2.5.2	<i>Pesquisas sobre interação de paredes sob ações horizontais</i>	48
2.5.3	<i>Síntese</i>	54
<b>3</b>	<b>DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS VERTICAIS</b>	<b>55</b>
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	55
3.2	PROCEDIMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS VERTICAIS	58
3.2.1	<i>Paredes Isoladas</i>	58
3.2.2	<i>Grupos Isolados de Paredes</i>	59
3.2.3	<i>Grupos de Paredes com Interação</i>	61
3.2.4	<i>Modelagem Tridimensional em Elementos Finitos</i>	62
3.3	AVALIAÇÃO DAS TENSÕES DE CISALHAMENTO NA INTERFACE	63
3.4	EXEMPLO	64

3.4.1	<i>Características da edificação</i> .....	64
3.4.2	<i>Tensão de cisalhamento na interface das paredes</i> .....	68
<b>4</b>	<b>DISTRIBUIÇÃO DE AÇÕES HORIZONTAIS</b> .....	<b>71</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	71
4.2	DISTRIBUIÇÃO DE AÇÕES EM PAINÉIS DE CONTRAVENTAMENTO SIMÉTRICOS .....	77
4.2.1	<i>Paredes Isoladas</i> .....	77
4.2.2	<i>Paredes acopladas</i> .....	80
4.3	DISTRIBUIÇÃO DAS AÇÕES HORIZONTAIS EM PAINÉIS DE CONTRAVENTAMENTO ASSIMÉTRICOS .....	83
4.3.1	<i>Paredes isoladas</i> .....	83
4.3.2	<i>Modelo de pórtico tridimensional</i> .....	86
4.3.3	<i>Paredes finas com seção aberta</i> .....	90
4.4	DISTRIBUIÇÃO DE AÇÕES PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS .....	91
4.5	MODELOS ADOTADOS .....	92
4.5.1	<i>Associação plana de paredes isoladas</i> .....	93
4.5.2	<i>Modelo de pórtico tridimensional</i> .....	99
4.5.3	<i>Comparação</i> .....	104
<b>5</b>	<b>SOLICITAÇÃO DE INTERFACES DE PAREDES: AÇÕES COMBINADAS</b> ...	<b>111</b>
5.1	COMPOSIÇÃO DOS CARREGAMENTOS VERTICAL E HORIZONTAL.....	111
5.2	AValiação DAS TENSÕES DE CISALHAMENTO NA INTERFACE .....	113
5.3	EXEMPLO DE APLICAÇÃO .....	114
5.3.1	<i>Verificação da resistência segundo a NBR 10837 (ABNT, 1989)</i> .....	115
5.3.2	<i>Verificação da resistência segundo o texto base para revisão da         NBR 10837</i> .....	119
<b>6</b>	<b>ESTUDOS DE CASO E ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	<b>125</b>
6.1	INTRODUÇÃO.....	125
6.2	EDIFÍCIOS ANALISADOS .....	128
6.2.1	<i>Edificação Padrão</i> .....	128
6.2.2	<i>Edifício Golden Club</i> .....	137
6.2.3	<i>Edifício Jardim Portugal</i> .....	157
6.2.4	<i>Edifício Costa do Sol</i> .....	170
6.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	184



6.3.1	<i>Cisalhamento nas interfaces verticais das paredes.....</i>	184
6.3.2	<i>Comparação dos modelos apresentados .....</i>	192
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>195</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>199</b>
	<b>APÊNDICE A – TENSÕES DE CISALHAMENTO NA INTERFACE DAS PAREDES.</b>	<b>205</b>
	<b>APÊNDICE B – ANÁLISE DE VARIÂNCIA.....</b>	<b>245</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

A alvenaria constitui uma das formas mais antigas de construção utilizadas pelo homem em suas habitações. No entanto, no que diz respeito ao seu comportamento estrutural, ainda é necessário avançar no seu conhecimento. Segundo Dickey e Schneider (1994), apenas a partir de 1920 passou-se a estudá-la com base em princípios científicos e experimentação laboratorial. Com isso houve um avanço no desenvolvimento de teorias que fundamentaram a análise estrutural e o processo construtivo da alvenaria. A partir de 1950, com a introdução das normas de cálculo estrutural que permitiram definir os requisitos mínimos de resistência e os critérios para a sua determinação, tornou-se possível utilizar a alvenaria de forma mais racional (NASCIMENTO NETO, 1999).

A partir de 1966, foram construídos os primeiros edifícios de alvenaria estrutural de quatro pavimentos na cidade de São Paulo. Porém, devido a fatores como preconceito, pouco conhecimento da tecnologia e pouca divulgação do processo construtivo no meio acadêmico, o desenvolvimento da alvenaria estrutural foi inicialmente lento.

Atualmente, verifica-se no Brasil uma quantidade expressiva de edificações executadas em alvenaria estrutural como consequência das vantagens técnicas e econômicas apresentadas por este sistema construtivo, tais como o alto potencial de racionalização dos materiais, custos, prazos de execução, qualidade e desempenho. Um dos aspectos relevantes para escolha da alvenaria como sistema construtivo pode ser o custo da obra. Corrêa (2003) relata uma possível redução de aproximadamente 15% no valor final de um edifício executado em alvenaria estrutural em comparação com um edifício similar executado no sistema convencional, isto é, concreto armado.

Com o aumento da demanda por projetos de edifícios em alvenaria estrutural e a progressiva elevação do número de pavimentos, é necessário produzir mais conhecimento sobre os materiais usualmente empregados e o comportamento das edificações, sendo relevante uma análise mais adequada do

sistema estrutural. Apesar do avanço da utilização da alvenaria como sistema construtivo, o desenvolvimento das normas de projeto não acompanharam essa evolução. Isso é devido à falta de embasamento teórico e experimental que fundamentem limites corretos para serem utilizados como prescrições normativas e à carência de modelos matemáticos que expliquem o complexo comportamento das unidades, argamassa, junta e da alvenaria trabalhando como um material composto (MATA, 2006).

Um problema comum enfrentado quando se projetam edifícios em alvenaria é a determinação das tensões de cisalhamento nas interfaces verticais das paredes, as quais surgem quando há interação entre elas. Este tema ainda é pouco estudado e, sobretudo, divergente quanto às conclusões. Dentro deste contexto insere-se a presente pesquisa, buscando estimar a intensidade das tensões de cisalhamento nas interfaces verticais das paredes quando estas são submetidas às cargas verticais e às ações horizontais simultaneamente. Ainda, esta pesquisa busca discutir os valores de resistências estabelecidos pelas normas utilizadas para verificação das tensões produzidas nas interfaces das paredes. Adicionalmente, modelos usuais de cálculo para distribuição das ações horizontais foram analisados com o objetivo de compará-los e verificar se há diferenças apreciáveis nos resultados produzidos com a sua aplicação.

## 1.2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é avaliar as tensões de cisalhamento nas interfaces verticais de paredes interconectadas em casos onde atuam simultaneamente carregamentos verticais e ações horizontais.

Como objetivos específicos, o presente trabalho se propõe a:

- Avaliar duas formas distintas de modelagem de edifícios constituídos por paredes de alvenaria estrutural, quando submetidos às ações horizontais; e
- Apresentar procedimentos para a determinação de tensões de cisalhamento atuantes nas interfaces e para a verificação de sua segurança, segundo normas técnicas pertinentes.

### 1.3 Justificativa

Com o conhecimento do comportamento estrutural e das propriedades mecânicas dos materiais utilizados nas edificações, é possível prover condições para construir de forma segura e econômica. No entanto, em prédios de alvenaria, este potencial não tem sido utilizado em toda a sua extensão, pois ainda há um desconhecimento do meio técnico de alguns aspectos relevantes para uma correta análise desses sistemas estruturais. Uma particularidade de grande importância a ser estudada são as forças de cisalhamento nas interfaces das paredes, quando cargas verticais e ações horizontais atuam simultaneamente na estrutura.

Entretanto, para a verificação dessas tensões há uma carência nacional de informações normalizadas e é preciso um grande esforço para obter valores representativos para que se possa avaliar com segurança tais tensões originadas nas regiões de interface.

Por falta de informações consistentes, alguns projetos no Brasil são desenvolvidos com base em normas estrangeiras e podem conduzir a problemas de adaptação à realidade nacional, comprometendo, assim, os aspectos econômicos e construtivos. Por isso se faz necessário desenvolver pesquisas teóricas e experimentais voltadas para a realidade brasileira, com o intuito de encontrar valores de resistência adequados para as tensões de cisalhamento nas interfaces verticais das paredes para os diversos tipos de materiais empregados no Brasil.

Outro aspecto relevante a se considerar é a distribuição adequada das ações horizontais entre as paredes de contraventamento. À medida que o número de pavimentos aumenta, os esforços devidos a essas ações se tornam críticos. Edifícios em alvenaria estrutural, relativamente altos, foram construídos, alguns com mais de vinte pavimentos, o que evidencia a necessidade do desenvolvimento de modelos adequados, que representem corretamente a distribuição das ações horizontais entre as paredes, bem como aferição desses modelos para que o projetista disponha de uma ferramenta confiável para utilização. Nesse sentido, este trabalho pretende contribuir para elucidar alguns

desses pontos, buscando soluções mais adequadas e seguras para os edifícios de alvenaria.

#### **1.4 Metodologia**

A metodologia empregada neste trabalho para o desenvolvimento do tema proposto é a seguinte:

a) Pesquisa bibliográfica para apuração dos critérios de resistência ao cisalhamento prescritos pelos códigos normativos.

b) Escolha de edifícios de alvenaria estrutural com plantas distintas, variando-se o número de pavimentos, para a posterior análise de casos.

c) Avaliação das tensões de cisalhamento atuantes nas interfaces de paredes com amarração direta, utilizando modelos lineares no estudo dos casos escolhidos.

d) Modelagem numérica do sistema de contraventamento lateral, com a utilização de modelos distintos: Modelo de associação plana de paredes isoladas e Modelo de pórtico tridimensional.

e) Comparação dos resultados numéricos obtidos pelos dois modelos através de uso de ferramentas estatísticas.

#### **1.5 Estrutura e organização da dissertação**

A seguir, apresenta-se uma breve descrição do conteúdo de cada capítulo.

No Capítulo 1 é apresentada a contextualização do tema da pesquisa realizada e sua relevância, seguida dos objetivos da pesquisa, da justificativa da realização do trabalho, metodologia utilizada e de uma breve descrição da estrutura da dissertação.

O Capítulo 2 aborda, primeiramente, uma discussão geral sobre a interação de paredes interconectadas. São apresentados alguns conceitos utilizados ao longo do trabalho, como o da superposição de efeitos e valores de

resistência ao cisalhamento segundo alguns códigos normativos. Em seguida é apresentada a revisão bibliográfica relativa aos trabalhos numéricos e experimentais consultados, a qual é feita em duas etapas. A primeira etapa trata de pesquisas sobre interação de paredes sob carregamento vertical, enquanto na segunda etapa discute-se a análise estrutural de paredes de contraventamento.

No Capítulo 3 são apresentados os procedimentos de distribuição de cargas verticais e uma descrição detalhada do modelo de avaliação das tensões de cisalhamento em interfaces verticais utilizado neste trabalho. Nesse capítulo, é apresentado um exemplo de aplicação para o caso das cargas verticais.

No Capítulo 4 são apresentados os procedimentos de distribuição das ações horizontais entre as paredes de contraventamento. Esse capítulo contempla a análise numérica realizada com os dois modelos estudados. Ao final, é apresentado um exemplo com a aplicação das duas formas de modelagem utilizadas no trabalho.

No Capítulo 5 avaliam-se as tensões de cisalhamento nas interfaces das paredes combinando-se as ações verticais e horizontais. Essas tensões são verificadas com as resistências prescritas segundo a norma brasileira NBR 10837 (ABNT, 1989) e seu texto base para revisão.

No Capítulo 6 são apresentados, discutidos e analisados os resultados obtidos dos estudos de caso, feitos em quatro edifícios, sendo que em cada um deles consideram-se quatro opções para o número de pavimentos. Nesse capítulo são avaliadas as tensões de cisalhamento nas interfaces para ações combinadas e é feita a comparação entre os dois modelos adotados para ações horizontais. Os resultados obtidos pelos dois tipos de modelagem são comparados por meio de testes estatísticos.

No Capítulo 7 são apresentadas as conclusões obtidas das análises e as recomendações para pesquisas futuras.

No Apêndice A são apresentados valores referentes às tensões de cisalhamento nas interfaces das paredes para os diversos edifícios analisados e para os dois tipos de modelagens numéricas realizadas com o intuito de verificar

a viabilidade do uso de cada um deles na representação do comportamento das paredes.

No Apêndice B são apresentados os resultados das análises de variância dos deslocamentos horizontais, esforços cortantes e tensões normais das paredes dos edifícios analisados.

## 2 INTERAÇÃO DE PAREDES INTERCONECTADAS

### 2.1 Caracterização do fenômeno

A interação de paredes é um fenômeno que ocorre quando há transferência de forças através de suas interfaces comuns. Ela ocorre devido à tendência de deslocamento relativo entre as paredes, o qual é ocasionado tanto por ações horizontais quanto por ações verticais, proporcionando, assim, um aumento na resistência do conjunto, quando as interfaces têm resistência suficiente.

O fenômeno da interação de paredes é comprovado de forma teórica e experimental, e sua incorporação nos projetos é muito vantajosa, principalmente em sistemas estruturais nos quais as paredes trabalham em conjunto com diafragmas rígidos<sup>1</sup>. Neste caso, as paredes possuem maior capacidade de distribuição das ações ao longo dos painéis adjacentes, favorecendo a redução das tensões máximas, o que resulta na necessidade de paredes menos resistentes (OLIVEIRA JR. e PINHEIRO, 1994).

Para análise de paredes submetidas a ações horizontais, a interação é atribuída à colaboração dos flanges provenientes de paredes que apresentem intersecções. Essa contribuição aumenta a inércia dos painéis e conseqüentemente reduz as tensões normais. No caso da análise de paredes submetidas a carregamento vertical, na qual as paredes mais solicitadas aliviam seus excessos nas menos solicitadas, a conseqüência direta no seu comportamento estrutural, é a tendência de uniformização das tensões normais ao longo da altura do edifício (NASCIMENTO NETO, 1999). Um fator importante para o surgimento desse fenômeno é o tipo de ligação existente entre as paredes. Esta característica do processo construtivo interfere diretamente na intensidade das forças de interação.

---

<sup>1</sup> Laje trabalhando na hipótese de rigidez infinita em seu plano.



### 2.1.1 Tipos de amarração de paredes

O processo de interação é influenciado pela maneira como as paredes se interceptam. A NBR 10837 (ABNT, 1989) diz que a interseção de paredes pode ocorrer por amarração direta ou indireta. A amarração direta ocorre quando 50% dos blocos penetram alternadamente a parede interceptada (ver Figura 2.1). É de se esperar maior eficiência para a interação, quando se utiliza esse tipo de ligação, uma vez que o plano da interface comum secciona juntas de argamassa e blocos comuns às paredes que se interceptam (CORRÊA, 2003). A amarração indireta, em que as interfaces são juntas a prumo, ocorre quando as paredes são solidarizadas por telas ou treliças metálicas convenientemente dispostas, ou peças de resistência comprovada, como mostrado na Figura 2.2.

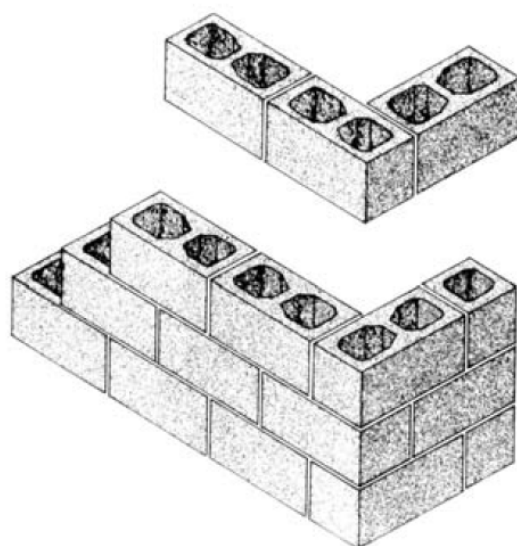


Figura 2.1: Amarração direta (ABCI, 1990).

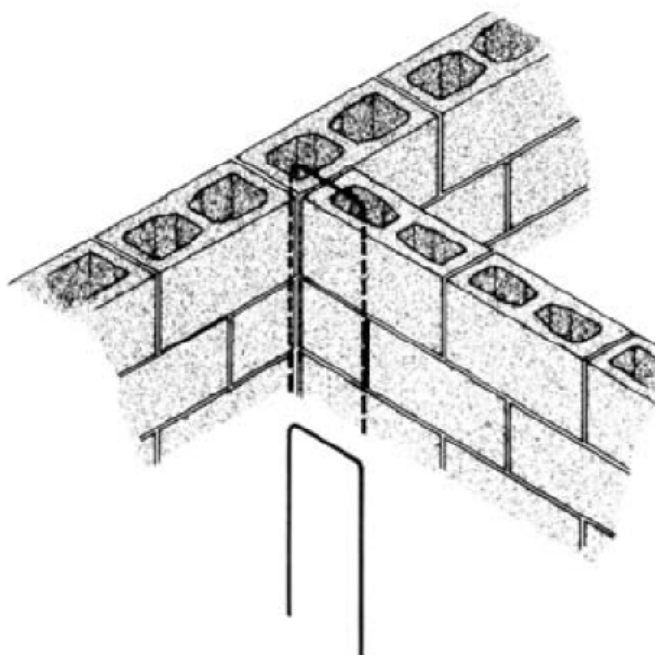


Figura 2.2: Amarração indireta (ABCI, 1990).

Segundo Moreira (2007), a ruptura de paredes com amarração indireta ocorre de maneira dúctil, enquanto a amarração direta apresenta sempre uma ruptura frágil, sendo que esta se dá num nível de carregamento superior ao observado em paredes com amarração indireta.

## 2.2 Interação de paredes interconectadas

Carregamentos horizontais, como desaprumo da edificação, ações de vento, sismos e empuxos descompensados favorecem a tendência do deslocamento relativo nas interfaces das paredes. Nesse caso, a interação é admitida pelas normas técnicas, que permitem a consideração do enrijecimento das paredes de contraventamento mediante a contribuição de flanges, conforme ilustrado na Figura 2.3. Os comprimentos máximos dos flanges colaborantes são prescritos de acordo com a norma de cada país. A NBR 10837 (ABNT, 1989) estabelece que a largura máxima do flange não exceda  $1/6$  da altura total da parede acima do nível analisado e a largura da para cada lado da parede não exceda seis vezes a espessura da parede que a intercepta. No caso da parede e do flange formarem uma seção em L ou C, a largura do flange não deve exceder

1/16 da altura total da parede acima do nível analisado, nem seis vezes a espessura da parede interceptante. No presente trabalho, por simplificação, o limite utilizado para o comprimento dos flanges será apenas o de seis vezes a sua espessura ( $bf \leq 6t$ ).

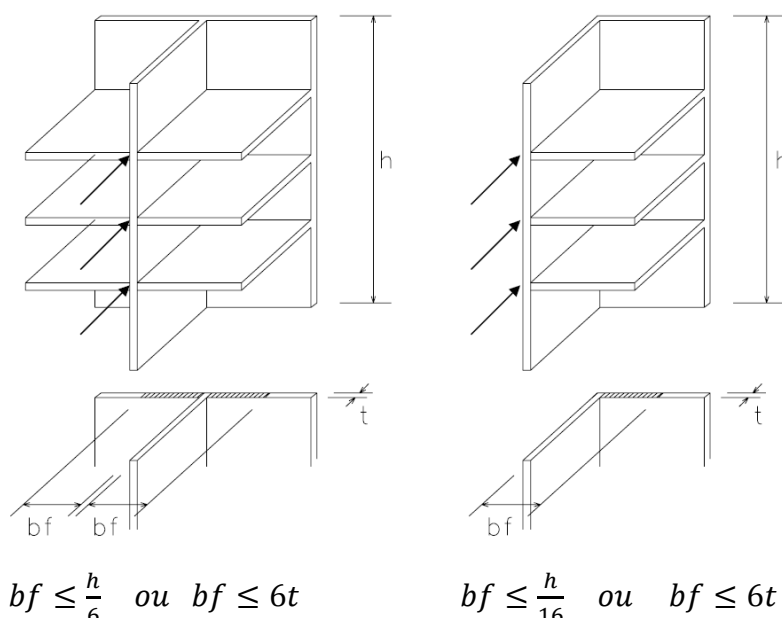


Figura 2.3: Contribuição dos flanges nas paredes de contraventamento sob carregamentos horizontais (CORRÊA e PAGE, 2001).

Embora seja mais comum a consideração da interação em paredes submetidas a carregamento horizontal, é importante considerá-la quando as paredes interconectadas são carregadas verticalmente, pois, neste caso, há também, a tendência de uniformização das ações ao longo da altura do edifício e de deslocamento relativo na interface. Ocorre a interação quando paredes adjacentes estão submetidas a diferentes tensões de compressão, resultando na produção de forças de cisalhamento nas interfaces, como mostrado na Figura 2.4. Segundo Capuzzo *et al.* (2007) a trajetória das tensões ao longo da altura das paredes da edificação também depende da interação entre elas.

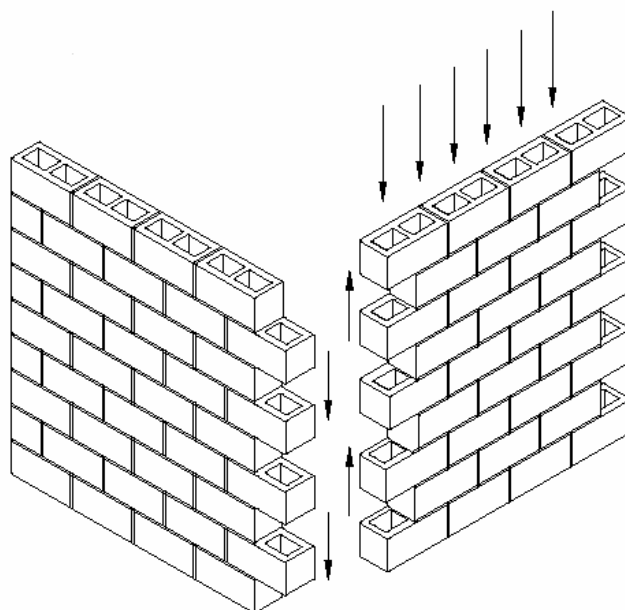


Figura 2.4: Forças de cisalhamento produzidas pela interação de paredes (MOREIRA, 2007).

De acordo com Corrêa e Page (2001) a interação das paredes sob carregamento vertical ocorre se as seguintes condições forem obedecidas:

- Existência de um plano de interseção;
- Presença de elementos estruturais que atravessem o plano de interseção (barras de aço, conectores ou unidades intertravadas);
- Tendência de deslocamento vertical na interface, ocasionando um deslizamento relativo na direção vertical;
- Resistência suficiente da interface para absorver a solicitação presente.

As diferenças no nível de solicitação de cada parede promovem a interação entre elas, uma vez que na interface entre as paredes conectadas ocorre a compatibilidade de deslocamentos. Assim, observa-se uma tendência de homogeneização das tensões, que tem como consequência direta a redução do custo da obra. Graças à homogeneização das tensões, as paredes apresentarão tensões semelhantes e, com isso, poderão ser executadas com blocos estruturais de menor resistência. Além disto, a homogeneização das tensões também facilita a execução e o controle da obra, pois diminui a variedade de resistência de blocos estruturais.

### 2.3 Superposição de efeitos

Esse princípio prescreve que a superposição dos campos de tensão e deformação provocados por vários sistemas de forças atuando isoladamente é igual aos campos de tensão e deformação provocados pelos mesmos sistemas de forças atuando concomitantemente. A Figura 2.5 exemplifica esse princípio mostrando que a combinação linear de duas forças resulta nos mesmos deslocamentos da combinação linear dos deslocamentos provocados pelas forças atuando isoladamente.

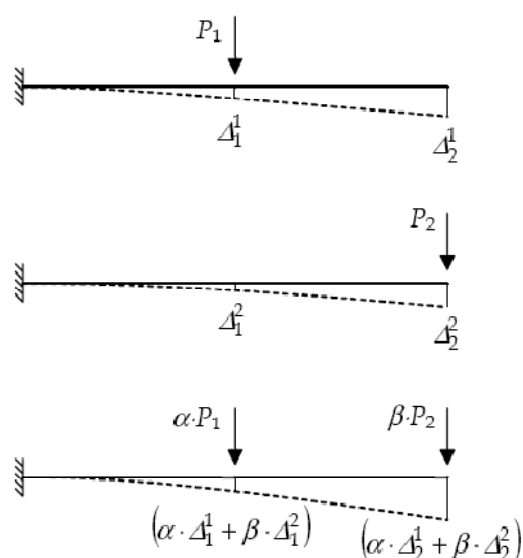


Figura 2.5: Combinação linear de duas forças e os correspondentes deslocamentos.

Para aplicação do princípio, duas condições se fazem necessárias: Cada efeito é diretamente proporcional à carga que o produziu e a deformação causada por qualquer dos carregamentos é pequena e não afeta as condições de aplicação dos outros carregamentos, ou seja, quando as equações de equilíbrio escritas para a geometria indeformada da estrutura fornecem resultados praticamente iguais aos obtidos pelas mesmas equações de equilíbrio escritas para a geometria deformada da estrutura. Em resumo, depende da linearidade física e da linearidade geométrica da estrutura.

Considerando o material alvenaria no regime elástico-linear e assumindo a hipótese de pequenos deslocamentos, pode-se adotar o Princípio da Superposição de Efeitos das ações horizontais e verticais. São considerados os

efeitos das ações verticais e horizontais separadamente, calculando-se os efeitos de cada ação e superpondo-os para obtenção dos resultados finais.

## 2.4 Cisalhamento na interface

Segundo Corrêa e Page (2001), quando se estuda a interação das paredes, dois tipos de tensões merecem destaque: as tensões normais verticais nas paredes e as tensões de cisalhamento na interface. As tensões normais verticais são as principais tensões a serem verificadas no projeto de uma parede de alvenaria e são usadas no processo de homogeneização. Segundo Moreira (2007) a distribuição das tensões de cisalhamento na interface das paredes também é importante, pois, a ruptura nessa região ocorre sempre por cisalhamento, independentemente do tipo de amarração.

As tensões de cisalhamento nas paredes interconectadas podem ser causadas tanto por carregamentos horizontais, quanto por carregamentos verticais, e para que haja interação entre as paredes, é necessário que a interface seja capaz de resistir a estas tensões.

Para a determinação da capacidade da alvenaria de transferir as forças cisalhantes que surgem nas interfaces das paredes interconectadas, há necessidade de se conhecer a sua resistência ao cisalhamento. Porém, nem sempre o projetista dispõe desses dados, que ainda são escassos. Neste caso, podem ser usadas as recomendações dos códigos normativos que predizem a resistência ao cisalhamento das interfaces das paredes, em geral, de maneira conservadora.

Na ausência de ensaios experimentais, as normas apresentam tensões admissíveis ou resistências características ao cisalhamento, que podem ser usadas no projeto.

Os códigos de prática para alvenaria estrutural reúnem informações essenciais para a concepção das estruturas. Tais documentos, entretanto, não eximem o projetista da responsabilidade de conhecer os materiais usados e as ações estruturais que estão implícitas em seu projeto.

### 2.4.1 Norma brasileira NBR-10837 (ABNT, 1989)

A atual norma brasileira, NBR 10837 (ABNT, 1989), baseia-se no método das tensões admissíveis e não faz menção à resistência ao cisalhamento em planos verticais. Porém, estabelece de maneira geral, a tensão admissível de cisalhamento máxima atuante entre o bloco e a junta de argamassa, como função da resistência da argamassa empregada ( $f_a$ ).

Essa norma prescreve que em elementos de alvenaria solicitados por esforço cortante, a tensão convencional de cisalhamento ( $\tau_{alv}$ ) seja calculada pela Equação (2.1), que fornece um valor médio:

$$\tau_{alv} = \frac{V}{b t} \quad (2.1)$$

Em que:

$V$ : esforço cortante horizontal atuante correspondente às ações de serviço sem majoração;

$b$ : largura efetiva da seção transversal;

$t$ : espessura efetiva.

Para alvenaria não armada, essa norma ainda estabelece que, a tensão convencional de cisalhamento ( $\tau_{alv}$ ) não exceda os seguintes valores:

(1)  $0,25 MPa$  para construção com blocos vazados ou maciços e  $12 MPa \leq f_a \leq 17 MPa$ ;

(2)  $0,15 MPa$  para construção com blocos vazados ou maciços e  $5 MPa \leq f_a \leq 12 MPa$ .

Para o caso de combinações que incluam as tensões devidas ao vento, a NBR 10837 (ABNT, 1989) admite majorar em 33% as tensões admissíveis na alvenaria. Essa informação é dúbia no texto da referida norma, quanto às tensões em que essa majoração pode ser aplicada. Dessa forma, no entender da autora ela pode ser aplicada às tensões admissíveis de cisalhamento em combinações em que a ação do vento é considerada.

Apesar dos valores mencionados não serem de interesse direto no presente trabalho, estes são utilizados para comparação com as tensões obtidas nas interfaces das paredes. As Equações (2.2) e (2.3) são utilizadas para avaliar as tensões devidas às ações verticais e sua combinação com as horizontais, respectivamente.

$$\tau_v \leq 0,15 \text{ MPa} \quad (2.2)$$

$$\tau_v + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa} \quad (2.3)$$

O valor de 0,20 MPa da equação 2.3 equivale ao valor de 0,15 MPa multiplicado por 1,33, majorando em 33% a tensão admissível da alvenaria.

Observe-se que o critério adotado é o de Tresca, sem a consideração do acréscimo de resistência proveniente da pré-compressão. No caso da interface vertical essa pré-compressão inexistente.

#### 2.4.2 Revisão da norma brasileira NBR-10837

Encontra-se em andamento a revisão da norma NBR 10837 (ABNT, 1989), revisão esta que se baseia na hipótese dos estados limites. A proposta de revisão da norma NBR 10837 estabelece que as resistências características ao cisalhamento nas interfaces verticais de paredes com amarração direta não devem ser maiores que 0,35 MPa. Este valor é uma adaptação de resistência prescrita pela norma britânica BS 5628 (BSI, 1992), que trata especificamente de interfaces verticais no item 2.4.4.

A resistência de cálculo é obtida dividindo-se a resistência característica pelo coeficiente de ponderação das resistências ( $\gamma_m$ ). No caso de combinações normais pode-se adotar para esse coeficiente o valor de 2,5. Este valor foi utilizado neste trabalho por ser o mais conservador, apesar deste, assim como os demais valores para o coeficiente  $\gamma_m$  ainda estarem em discussão pelo comitê normativo.

Para obtenção das combinações últimas deve-se utilizar a Equação (2.4).



$$F_d = \gamma_g F_{G,k} + \gamma_q (F_{Q1,k} + \sum \psi_{0j} F_{Qj,k}) \quad (2.4)$$

Na qual:

$F_d$ : valor de cálculo para combinação última;

$\gamma_g$ : ponderador das ações permanentes (Tabela 2.1);

$F_{Gk}$ : valor característico das ações permanentes;

$\gamma_q$ : ponderador das ações variáveis (Tabela 2.1);

$F_{Q1,k}$ : valor característico da ação variável considerada como principal;

$\psi_{0j} F_{Qj,k}$ : valores característicos reduzidos das demais ações variáveis, em que  $\psi_0$  pode ser obtido através da Tabela 2.2.

Tabela 2.1: Coeficientes de ponderação para combinações normais de ações.

Categoria da ação	Tipo de estrutura	Efeito	
		Desfavorável	Favorável
Permanentes	Edificações Tipo 1 e pontes em geral	1,35	0,91
	Edificações Tipo 2	1,40	0,91
Variáveis	Edificações Tipo 1 e pontes em geral	1,50	-
	Edificações Tipo 2	1,40	-

As edificações Tipo 1 são aquelas em que as cargas acidentais superam  $5 \text{ kN/m}^2$  e edificações do Tipo 2 são aquelas em que não superam.

Tabela 2.2: Coeficientes para redução de ações variáveis.

Grupo	Encontro	$\psi_0$
Cargas acidentais em edifícios	Edifícios residenciais	0,5
	Edifícios comerciais	0,7
	Biblioteca, arquivos oficinas e garagens	0,8
Vento	Pressão do vento para edificações em geral	0,6

Neste trabalho, as combinações últimas utilizadas serão obtidas através de valores usuais para edifícios residenciais, e estão apresentadas a seguir. Foi adotada taxa de carga usual nesses edifícios, que tem valor em torno de  $9 \text{ kN/m}^2$ , sendo 85% referentes a ações permanentes e 15% devidos às ações

variáveis; o ponderador das ações permanentes e variáveis igual 1,4, e os valores de  $\psi_0$  foram de 0,5 e 0,6 para cargas acidentais e ações do vento, respectivamente.

Quando as cargas acidentais são as ações variáveis principais, a Equação (2.4) ganha nova redação, como mostram as Equações (2.5) a (2.7).

$$F_d = 1,4 F_{Gk} + 1,4(F_{Q1,k} + 0,6F_{Q2,k}) \quad (2.5)$$

$$F_d = (1,4 \times 0,85) F_V + 1,4(0,15 F_V + 0,6F_H) \quad (2.6)$$

$$F_d = 1,4 F_V + 0,84F_H \quad (2.7)$$

Nas quais:

$F_V$ : somatório das ações verticais permanentes e acidentais;

$F_H$ : somatório das ações provenientes do desaprumo global e do vento.

Quando o vento é a ação variável principal, tem-se as Equações (2.8) e (2.9).

$$F_d = 1,4 F_{Gk} + 1,4(F_{Q1,k} + 0,5F_{Q2,k}) \quad (2.8)$$

$$F_d = (1,4 \times 0,85) F_V + 1,4(F_H + 0,5 \times 0,15 F_V) \quad (2.9)$$

A Equação (2.10) corresponde à simplificação permitida pela referida norma, como combinação última para o caso de edifícios residenciais:

$$F_d = 1,3 F_V + 1,4 F_H \quad (2.10)$$

Em síntese, as condições que satisfazem aos limites prescritos pela norma, com relação às tensões de cisalhamento vertical originadas nas interfaces das paredes, podem ser expressas pelas Equações (2.11) e (2.12). Essas expressões consideram as tensões devidas às ações verticais ( $\tau_V$ ) e horizontais ( $\tau_H$ ), simultaneamente, para edifícios residenciais e incorporam a

resistência de cálculo, sendo referidas neste texto como combinação 1 e combinação 2, respectivamente.

$$1,4 \tau_V + 0,84\tau_H < 0,14 \text{ MPa} \quad (2.11)$$

$$1,3 \tau_V + 1,4 \tau_H < 0,14 \text{ MPa} \quad (2.12)$$

### 2.4.3 Norma americana ACI 530 (ACI, 1999)

A norma americana ACI 530 (ACI, 1999), prescreve a Equação (2.13) para o cálculo das tensões de cisalhamento na alvenaria não armada devidas a forças agindo na direção considerada:

$$\tau_{alv} = \frac{VM_s}{Ib} \quad (2.13)$$

Sendo:

$V$ : esforço cortante de projeto;

$M_s$ : momento estático da seção transversal do elemento em estudo;

$b$ : base da seção transversal;

$I$ : momento de inércia da seção transversal líquida.

Estabelece ainda que as tensões de cisalhamento no plano não devem exceder os valores seguintes:

(1)  $0,125 \sqrt{f'_m}$ ; sendo a  $f'_m$  a resistência à compressão da alvenaria em  $\text{MPa}$ ;

(2)  $0,83 \text{ MPa}$ ;

(3)  $\nu + 0,45 N_v/A_n$ ; sendo  $N_v$  e  $A_n$  a força de compressão vertical e área líquida da seção transversal, respectivamente e:

$\nu = 0,26 \text{ MPa}$  para alvenarias não grauteadas com juntas verticais não aprumadas;

$\nu = 0,26 \text{ MPa}$  para alvenarias grauteadas com juntas verticais aprumadas;

$\nu = 0,41 \text{ MPa}$  para alvenarias grauteadas com juntas verticais não aprumadas;

(4)  $0,10 \text{ MPa}$  para alvenaria com outro tipo de amarração.

#### 2.4.4 Norma britânica BS 5628 (BSI, 1992)

A norma britânica BS 5628 (BSI, 1992), aponta os seguintes valores para a resistência característica ao cisalhamento ( $f_v$ ) da alvenaria com amarração direta na direção vertical do plano vertical (ver Figura 2.6):

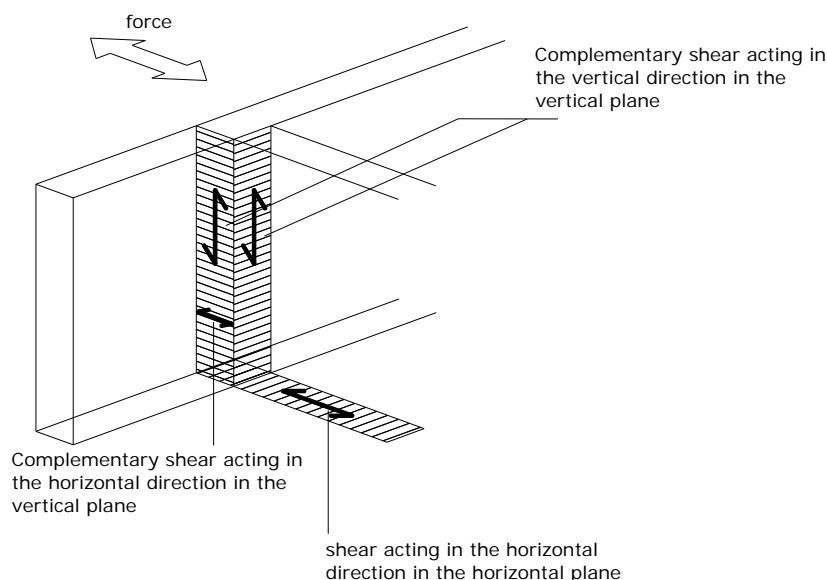


Figura 2.6: Forças de cisalhamento atuando nos planos vertical e horizontal segundo BS 5628 (BSI, 1992).

(1) Para tijolo maciço:

(a)  $0,7 \text{ MPa}$  – para argamassas tipo (i) e (ii)

(b)  $0,5 \text{ MPa}$  – para argamassas tipo (iii) e (iv)

(2) Para bloco de concreto sólido de agregado denso com resistência mínima de  $7 \text{ MPa}$ :

(a)  $0,35 \text{ MPa}$  – para argamassas tipo (i), (ii) e (iii)

A proporção de materiais e a resistência à compressão exigidas para argamassa são dadas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Tipos de argamassa segundo a BS 5628 (BSI, 1992).

Grupo	Traço em volume	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	
	cimento:cal:areia	Laboratório	Obra
(i)	1 : 0 a ¼ : 3	16,0	11,0
(ii)	1 : ½ : 4 a 4 ½	6,5	4,5
(iii)	1 : 1 : 5 a 6	3,6	2,5
(iv)	1 : 2 : 8 a 9	1,5	1,0

A norma britânica baseia-se no método dos estados limites, portanto para se obterem os valores de cálculo das resistências é necessário dividir a resistência característica pelo coeficiente de segurança parcial do material ( $\gamma_m$ ). Para resistência ao cisalhamento, esse valor deve ser 2,5 quando a argamassa não apresentar resistência inferior à do grupo (iv). Às ações devem ser aplicados coeficientes parciais de segurança segundo a Tabela 2.4:

Tabela 2.4: Valores de coeficientes parciais de segurança para ações ( $\gamma_f$ ).

Combinação	Carregamentos			
	Permanente	Variável	Vento	Terra/Água
Permanente e variável	0,9 ou 1,4	1,6	-	1,4
Permanente e vento	0,9 ou 1,4	-	1,4	1,4
Permanente, variável e vento	1,2	1,2	1,2	1,2
Dano acidental	0,95 ou 1,05	0,35	-	0,35

## 2.5 Revisão bibliográfica

Devido ao aumento significativo da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo, o interesse da comunidade científica pelo seu comportamento tem aumentado progressivamente. Não obstante, o número de projetos de pesquisa no tema proposto ainda é limitado. Os trabalhos que tratam da interação entre paredes e do cisalhamento vertical nas interfaces das paredes interconectadas, o fazem analisando distintamente as formas de aplicação do carregamento, ou seja, sem aplicação simultânea das ações horizontais e verticais. A seguir são apresentados alguns trabalhos relevantes.

### 2.5.1 Pesquisas sobre interação de paredes sob carregamento vertical

Sinha e Hendry (1979) desenvolveram um estudo experimental para comparação da capacidade de carregamento vertical entre paredes isoladas e paredes enrijecidas em suas extremidades. Os painéis ensaiados apresentavam formato H com amarração direta e eram compostos por tijolos maciços. As variáveis do estudo foram as condições de carregamento (em toda a seção, como mostra a Figura 2.7a ou somente na parede central, como mostra a Figura 2.7b), e o índice de esbeltez (razão entre altura e espessura da parede), que variou entre 8 e 32.

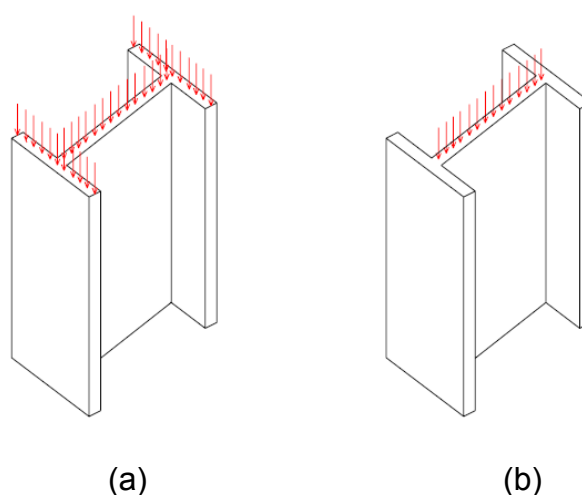


Figura 2.7: Esquema de carregamento (SINHA e HENDRY, 1979).

Os resultados dos ensaios indicaram que em ambos os casos de carregamento as paredes enrijecidas não provocaram aumento de resistência em comparação com as paredes isoladas. Inicialmente, paredes com flanges comportaram-se como placas enrijecidas até o aparecimento de fissuras verticais entre os flanges e a parede central. Nos casos onde toda a seção foi carregada, as fissuras apareceram em ambos os flanges em cada lado da parede central, como mostra a Figura 2.8a. Nos painéis em que somente a parede central foi carregada, as fissuras apareceram na interseção dos flanges com a parede central, como mostra a Figura 2.8b. Com o aumento do carregamento, essas fissuras se estenderam em toda a altura da parede ensaiada, neutralizando, assim, o efeito do aumento da rigidez, e como

resultado, a capacidade última de carregamento dessas paredes foi similar à de uma parede isolada. Este comportamento foi confirmado até o índice de esbeltez igual a 32.

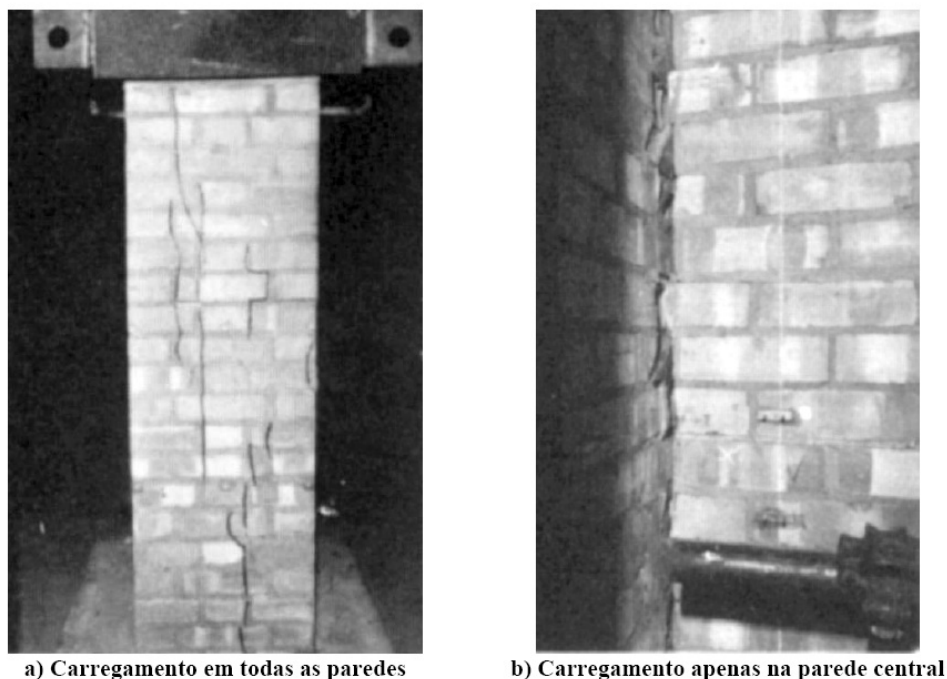


Figura 2.8: Ensaio realizado por (SINHA e HENDRY, 1979).

Antes da fissuração, o deslocamento da parede enrijecida foi muito menor que no caso correspondente às paredes isoladas. Isto indica que o efeito da rigidez foi evidente antes do início da fissuração entre os flanges e a parede central.

A curva tensão-deformação foi linear até 90% da carga de ruptura e as deformações na parede com flanges foram menores que aquelas em uma parede isolada similar, o que confirma a primeira evidência do efeito da composição das paredes antes da fissuração. Em outro trabalho, Hendry e Sinha (1981) avaliam que, de um modo geral, a relação tensão-deformação da alvenaria sob compressão possa ser considerada linear até o limite de 75% da tensão de ruptura por compressão, o que é mais conservador.

Em caso de paredes com flanges, nas quais somente a parede central foi carregada, 5,8% a 6,7% do carregamento total aplicado foi transferido para cada um dos flanges antes da separação da parede central. A tensão de cisalhamento

vertical que destruiu completamente a amarração da parede variou de 0,345 *MPa* a 0,68 *MPa* (calculada em uma área igual ao produto da altura pela espessura da parede central). Os autores enfatizam que nestes ensaios os flanges e a parede central foram ligados por amarração direta. Para qualquer outro tipo de assentamento dos blocos, a tensão de cisalhamento vertical última poderia ter sido diferente.

Sinha e Hendry (1979) concluíram que a presença dos flanges não promove o aumento na resistência à compressão dos painéis, em comparação com a parede isolada, até um índice de esbeltez igual a 32. Entretanto, antes da fissuração e da separação dos flanges, os deslocamentos das paredes com flanges foram menores que aquelas correspondentes a paredes isoladas, o que indica rigidez eficaz até este ponto.

O fato de Sinha e Hendry (1979) não reconhecerem o fenômeno da interação entre as paredes sob carregamento vertical e considerarem que as paredes trabalham isoladamente levantou posteriores discussões entre outros autores, como Corrêa (2003) que afirma haver a interação total até o limite de 90% do valor da carga de ruptura, pois a separação dos flanges reflete uma não-linearidade intensa, uma vez que a ruptura é frágil. Capuzzo Neto (2000) também discorda de Sinha e Hendry (1979) e comenta que as condições de ensaio não representaram a situação de um edifício com múltiplos andares, pois o carregamento foi aplicado em um único pavimento, o que pode ter ocasionado uma ruptura localizada do painel devido à concentração de tensões.

Capuzzo Neto (2000) estudou o fenômeno da interação através de ensaios realizados em escala natural e também através de modelagem numérica via método dos elementos finitos no programa ANSYS<sup>2</sup>. Foram ensaiados seis painéis em formato H, com as mesmas dimensões, sendo três com cinta de amarração na última fiada e na fiada intermediária, e três sem a presença da cinta na fiada intermediária. A Figura 2.9 mostra as dimensões dos painéis.

---

<sup>2</sup> ANSYS: programa para análise de estruturas via método dos Elementos Finitos.



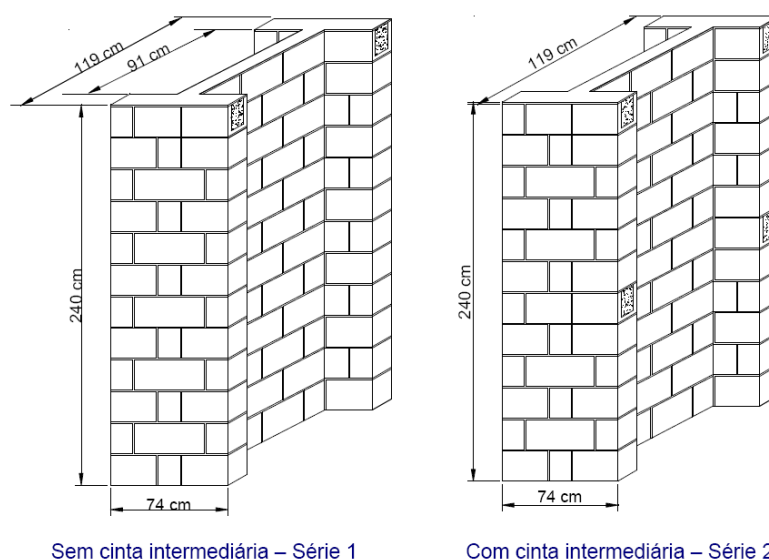


Figura 2.9: Painéis de alvenaria ensaiados por (CAPUZZO NETO, 2000).

Considerando a conclusão de Sinha e Hendry (1979) sobre o comportamento linear dos painéis H até 90% da carga de ruptura, Capuzzo Neto (2000) fez apenas a análise numérica linear dos painéis.

Na modelagem numérica foi adotada uma força aplicada somente na parede central, com valor igual a 60% da força de ruptura obtida nos experimentos, que foi na média 460 kN. Este valor correspondeu a um dos estágios do ensaio, o qual pôde ser comparado posteriormente com os resultados experimentais, que ainda correspondiam ao regime elástico linear.

As tensões de cisalhamento encontradas concentraram-se na região da interseção, tanto nos flanges quanto na parede central, sendo maiores na região da cinta de amarração da última fiada e praticamente nulas na região inferior do painel, o que indica que o processo de transferência de forças ocorre na região superior do painel (Figuras 2.10 e 2.11).

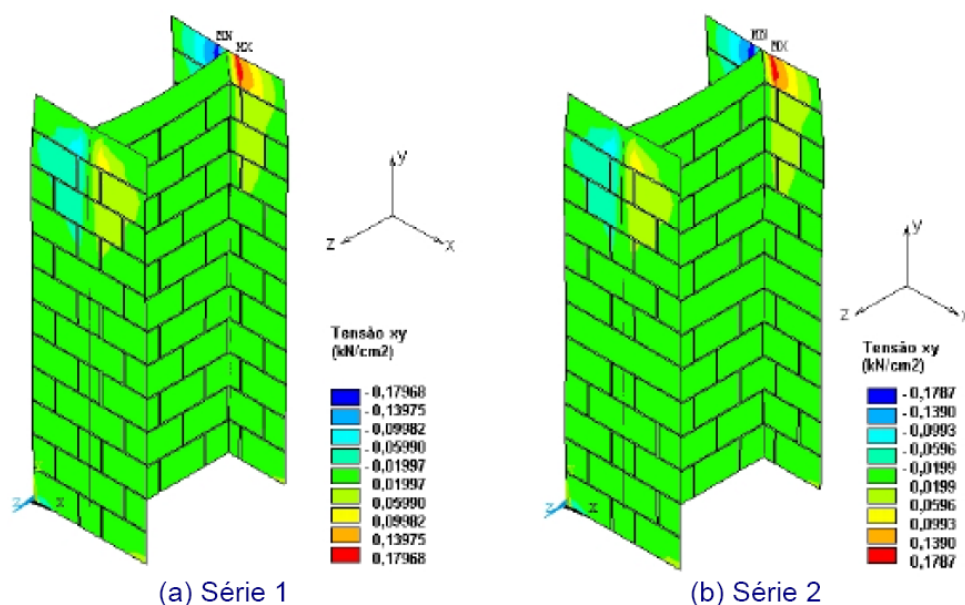


Figura 2.10: Tensões de cisalhamento nos flanges (CAPUZZO NETO, 2000).

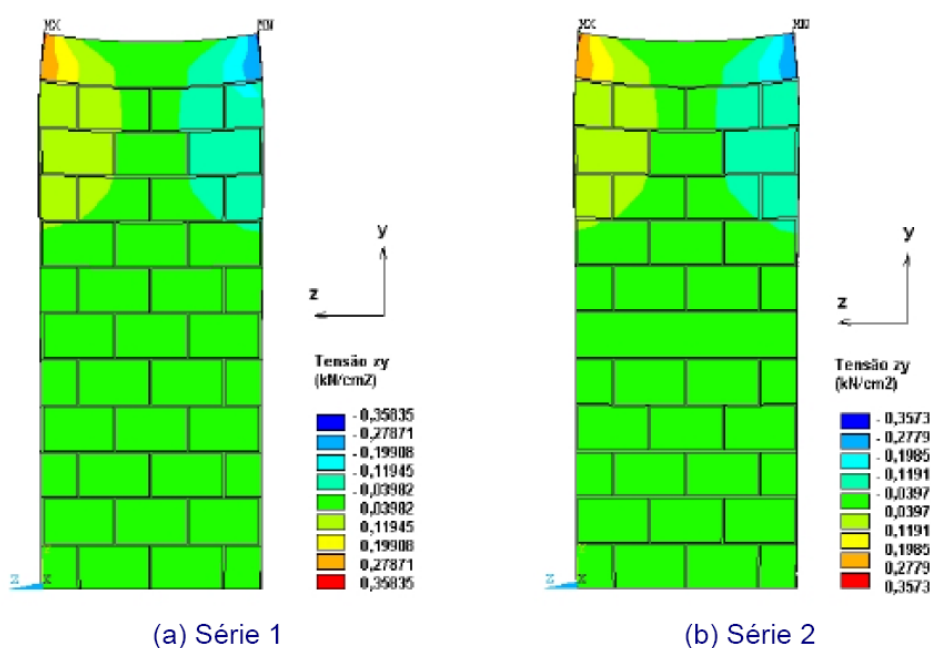


Figura 2.11: Tensões de cisalhamento na parede central (CAPUZZO NETO, 2000).

Na interseção, as tensões de cisalhamento na parede central corresponderam ao dobro das tensões nos flanges, isso devido à área resistente nos flanges ser duas vezes maior que na parede central, como no detalhe da Figura 2.12.

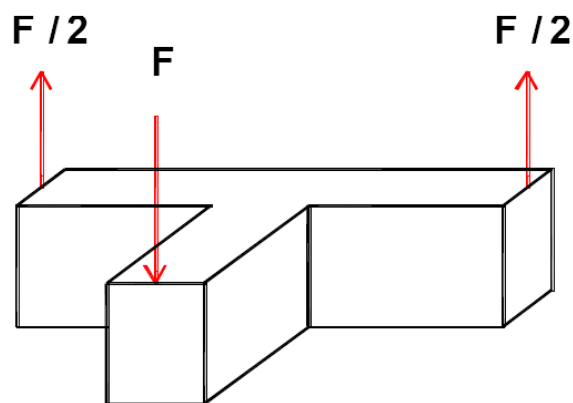


Figura 2.12: Detalhe da interseção (CAPUZZO NETO, 2000).

A tensão de cisalhamento vertical média obtida foi de  $0,43 \text{ MPa}$ , e os diagramas de tensão-deformação nas paredes mostraram uma linearidade até 75% da força de ruptura, o que confirma a indicação conservadora feita por Sinha e Hendry (1979). Ainda, as deformações na região inferior das paredes do painel foram praticamente iguais, indicando a uniformização das tensões.

Do estudo realizado, o autor comprovou teórica e experimentalmente a ocorrência da interação entre paredes sob carregamento vertical. Ao final, Capuzzo Neto (2000) apresentou extrapolações numéricas e recomendou a consideração da interação como apropriada para a distribuição das ações verticais.

Os experimentos realizados por Capuzzo Neto (2000) foram base para o estudo de Corrêa e Page (2001), o qual também corroborou a interação de paredes interconectadas sob carregamento vertical. Esta interação resulta na homogeneização das tensões de compressão vertical, com a distribuição por toda a seção composta, ocasionando, assim, a previsão de aumento da capacidade portante da parede.

Mediante tal confirmação, Corrêa e Page (2001) desenvolveram um método simplificado para análise da interação de paredes submetidas às ações verticais. Este modelo baseia-se na tendência de uniformização das tensões normais verticais ao longo da parede e no tipo de distribuição das tensões de cisalhamento na interface das paredes interconectadas. Para generalização da análise foram estudados exemplos de paredes variando-se o tipo de carregamento, número de pavimentos e dimensões em planta dos painéis.

Segundo os autores, o princípio de Saint Venant explica o espalhamento das forças concentradas (Figura 2.13a) num ângulo de 45°. No caso de carregamentos excêntricos (Figura 2.13b), em que o espalhamento da força não é uniforme, para aplicação do mesmo princípio é necessário que outras forças sejam incluídas para preservar o equilíbrio. Em um edifício de andares múltiplos, essa compensação pode ser feita pelas reações horizontais das lajes dos pavimentos (Figura 2.13c).

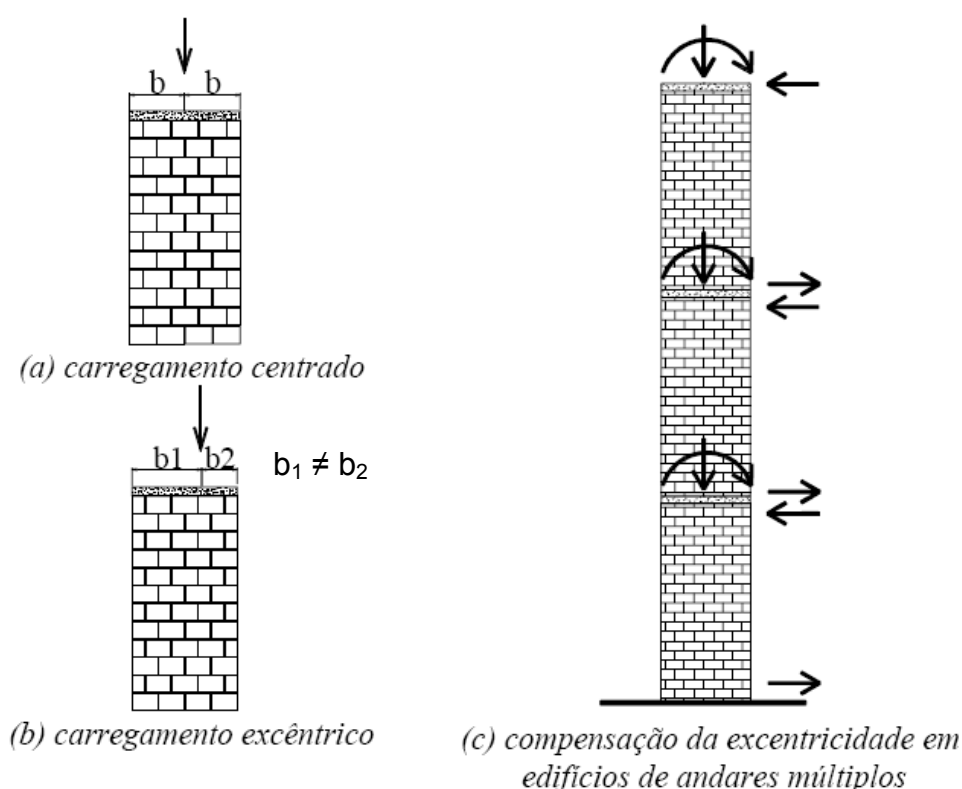


Figura 2.13: Tipos de carregamentos (CORRÊA e PAGE, 2001).

Para validação do método, foi realizada uma modelagem numérica pelo método dos elementos finitos utilizando painéis H com as mesmas dimensões usadas nos ensaios descritos por Capuzzo Neto (2000), sem a presença de cintas horizontais, para tornar a aplicação mais geral, uma vez que quando se utiliza tijolo maciço, elas não estão presentes.

Foi realizada uma modelagem bidimensional sendo a malha de elementos finitos constituída por elementos de membrana. Na modelagem, as paredes foram representadas por suas superfícies médias, pois o principal interesse

deste estudo era o comportamento geral das paredes. Assim, uma simulação bidimensional era suficiente. A análise numérica realizada na modelagem foi do tipo elástica linear. Corrêa e Page (2001) justificaram esta adoção baseando-se em trabalhos citados anteriormente como Sinha e Hendry (1979), que observaram comportamento linear dos painéis H até 90% da carga de ruptura, e Capuzzo Neto (2000) que observou linearidade até 75%, em conformidade com o prescrito por Hendry *et al.* (1981) que afirmaram que sob condições de serviço pode-se assumir comportamento linear até 75% da resistência última da parede. O modelo foi representado por uma macromodelagem tendo os parâmetros elásticos do material alvenaria sido considerados isotrópicos apenas para fins de simplificação. O programa STRAND7 (2000)<sup>3</sup> foi utilizado para simular numericamente o comportamento do painel H.

A modelagem numérica do painel H, com carregamento aplicado na parede central mostrou a completa homogeneização das tensões normais até a metade da altura da parede (Figura 2.14). No caso das tensões de cisalhamento, a distribuição foi apresentada em todo o painel e ao longo da interface (Figura 2.15). As tensões de cisalhamento decresceram rapidamente com a altura, o que é coerente com a rápida homogeneização das tensões verticais.

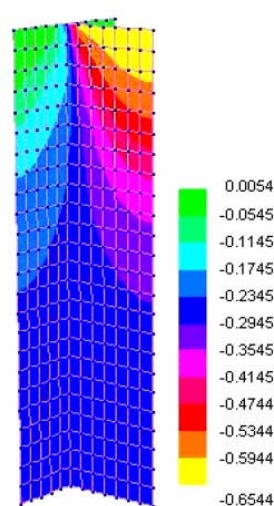


Figura 2.14: Tensões normais verticais (kN/cm<sup>2</sup>) (CORRÊA, 2003).

<sup>3</sup> Programa em elementos finitos disponível no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Newcastle.

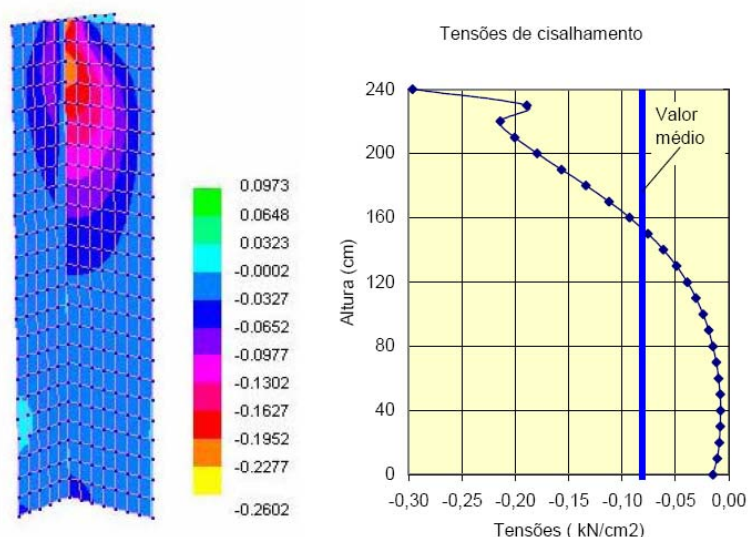


Figura 2.15: Tensões de cisalhamento (kN/cm<sup>2</sup>) (CORRÊA, 2003).

Ao variar o número de pavimentos entre um e cinco, houve, ainda, a tendência de transferência de forças entre paredes, fato que influencia beneficemente o processo de homogeneização das tensões de compressão.

As distribuições de tensões de cisalhamento na interface que foram obtidas nos cinco modelos estão apresentadas na Figura 2.16.

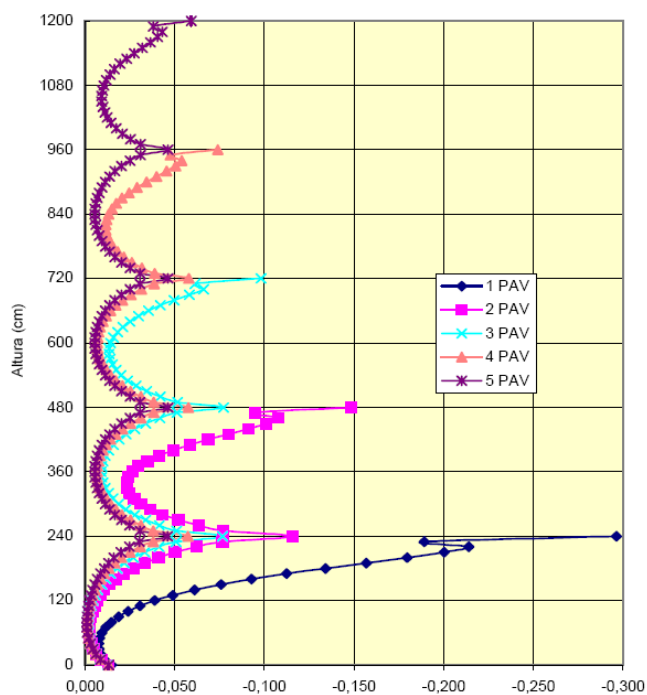


Figura 2.16: Tensões de cisalhamento na interface para os cinco modelos (kN/cm<sup>2</sup>) (CORRÊA, 2003).

Corrêa e Page (2001) observaram que nas regiões intermediárias, as máximas tensões atingem valores máximos estabilizados, indicando a possível transferência de forças, sendo estes valores máximos inversamente proporcionais ao número de pavimentos. As curvas obtidas entre os níveis assemelham-se a parábolas quadráticas. No caso da curva correspondente ao quarto pavimento do modelo de cinco pavimentos, foi obtido um coeficiente de correlação da igual a 0,94. Diante disso, e a fim de definir de forma simplificada a máxima tensão de cisalhamento, a distribuição parabólica foi assumida entre os níveis adjacentes, com valores iguais nos extremos e valor nulo no ponto médio. Para que a força total seja transferida pela interface, foi estabelecida a relação entre a tensão média e máxima, sendo o valor máximo o triplo do valor médio. Esse valor foi fixado a favor da segurança, sendo que em simulações alternativas o dobro do valor médio também se mostrou adequado para a representação da força total transferida pela interface.

As Tabelas 2.5 e 2.6 comparam os resultados das tensões máximas de cisalhamento para os cinco modelos, obtidos pelo método dos elementos finitos e pelo modelo simplificado, sendo o carregamento aplicado na parede central e nos flanges, respectivamente. Os valores se mostram muito próximos, confirmando a precisão do procedimento simplificado.

Tabela 2.5: Tensões de cisalhamento na interface (kN/cm<sup>2</sup>) – Carregamento na parede central (CORRÊA, 2003).

Número de pavimentos	MEF	Modelo simplificado	Diferença %
1	0,248	0,241	-3
2	0,116	0,121	+4
3	0,077	0,080	+4
4	0,058	0,060	+4
5	0,046	0,048	+4

Tabela 2.6: Tensões de cisalhamento na interface (kN/cm<sup>2</sup>) – Carregamento nos flanges (CORRÊA, 2003).

Número de pavimentos	MEF	Modelo simplificado	Diferença %
1	0,175	0,170	-3
2	0,083	0,085	+2
3	0,056	0,057	+2
4	0,042	0,042	+2
5	0,033	0,034	+2

Corrêa e Page (2001) propõem que a distância ( $h$ ) vertical necessária para a homogeneização ocorrer deve ser maior que o diâmetro ( $d$ ) do círculo que circunscreve as paredes interconectadas em planta (Figura 2.17), com base no princípio de Saint-Venant. Em casos de edifícios residenciais, a distância ( $h$ ) normalmente é da ordem 3 m e a maioria dos grupos de paredes têm diâmetros menores que 6 m. Isso significa que são necessários, no mínimo, 2 pavimentos para que a uniformização das tensões normais verticais ocorra, seja com carregamento centrado ou excêntrico.

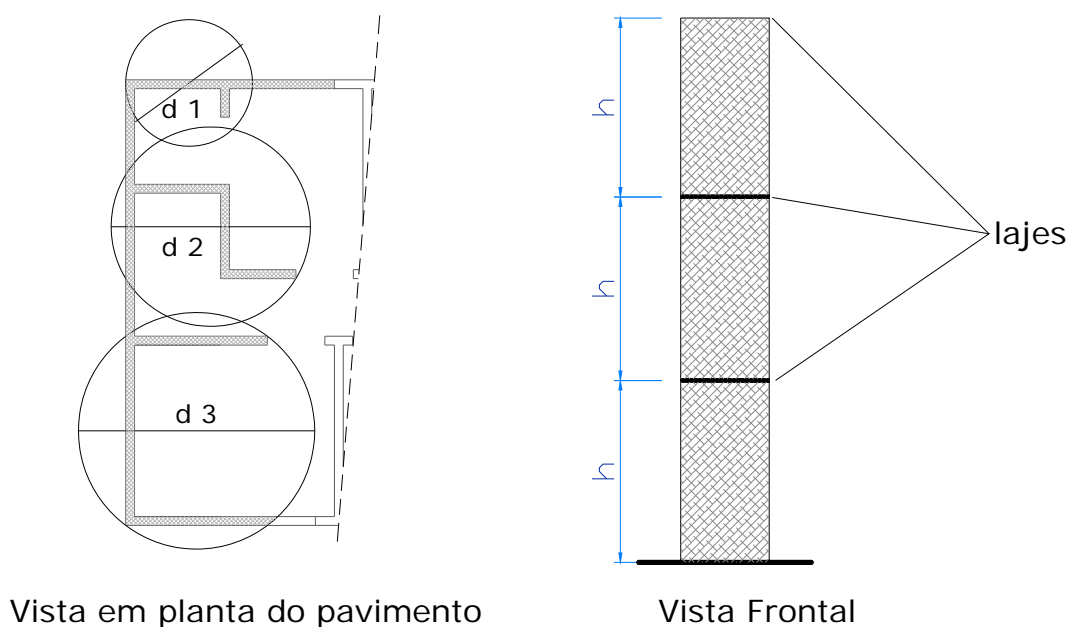


Figura 2.17: Distâncias para uniformização (CORRÊA e PAGE, 2001).

Peleteiro (2002) analisou o painel ensaiado por Capuzzo Neto (2000) utilizando modelos lineares e não-lineares no programa ABAQUS. Quanto aos deslocamentos verticais, obteve-se uma boa correlação entre os resultados



numéricos e experimentais, sendo que os valores obtidos da análise linear foram iguais aos obtidos da análise não linear até o estágio correspondente a 87% da força de ruptura, o que confirmou a hipótese de que até esse nível de carregamento, a estrutura ainda se encontra em regime linear. Verificou-se uma pequena diferença entre os valores dos deslocamentos obtidos das análises linear e não-linear quando aplicada a força total de ruptura, e que são maiores nos pontos do trecho superior da parede central, e tendem a se uniformizar no trecho inferior.

Quanto às tensões normais verticais, houve uma concentração de tensões na região de aplicação do carregamento na parede central, porém, na base, as tensões convergiram para um mesmo valor na alma e no flange, o que confirma a eficiência do intertravamento dos blocos na uniformização das tensões.

## **2.5.2 Pesquisas sobre interação de paredes sob ações horizontais**

Com relação à análise do comportamento de estruturas sujeitas a ações horizontais, Silva (1996) estudou o efeito do vento em edifícios de alvenaria estrutural, modelando as paredes através da associação plana de paredes isoladas e pelo método do pórtico equivalente, com e sem a inclusão de trechos rígidos, para verificar a influência de lintéis e de flanges no comportamento das estruturas de contraventamento.

Foram analisados três edifícios, de sete, oito e dez pavimentos, considerando algumas variações nas dimensões das aberturas. A análise dos edifícios foi feita em cada uma de suas direções principais X e Y, separadamente, e foram adotadas as seguintes hipóteses:

- a. As lajes foram consideradas como diafragmas rígidos e estavam sujeitas a translações e rotações em seu plano;
- b. Nas paredes foram consideradas deformações axiais e de flexão e nos lintéis unicamente deformações associadas à flexão;
- c. As deformações por cisalhamento foram desprezadas;
- d. As ações verticais e horizontais foram consideradas isoladamente, obtendo-se as tensões finais pelo princípio da superposição de efeitos;

- e. Devido à aderência entre a argamassa e as unidades, o material foi considerado homogêneo;
- f. O material foi considerado em regime elástico linear, com módulo de elasticidade constante ao longo da altura da parede.

Com a avaliação dos modelos pôde-se observar vantagens no uso dos lintéis e dos trechos rígidos, havendo redução dos valores dos deslocamentos. Essa redução foi proporcional ao aumento do número de lintéis na direção considerada e ao aumento do comprimento dos trechos rígidos. Entretanto, incluir os lintéis na modelagem é uma tarefa mais trabalhosa.

Ao se compararem os deslocamentos, esforços e tensões normais nas paredes, observou-se que a consideração dos flanges reduziu as tensões e deslocamentos em aproximadamente 50%. Por este motivo, para fins de simplificação da modelagem e facilidade de aplicação do método, Silva (1996) enfatiza que a consideração das paredes estruturais isoladas, levando-se em conta o grau de enrijecimento promovido pelos flanges é suficiente, para a modelagem dos edifícios usuais. Apesar de Silva (1996) não relacionar efetivamente o fenômeno da interação das paredes, novamente ficou comprovada a eficácia do uso dos flanges como forma de melhorar a distribuição das ações horizontais. Informações detalhadas dos edifícios e das análises realizadas podem ser encontradas em trabalho de Silva (1996).

Nascimento Neto (1999) analisou o comportamento global da estrutura, diferenciando as modelagens numéricas do sistema de contraventamento dos edifícios, a partir de procedimentos mais simples, avançando até procedimentos mais refinados, considerando, inclusive, a deformação por cisalhamento das paredes e os efeitos de torção dos edifícios quando submetidos a ações horizontais. Para tanto, variou o arranjo de paredes em planta, obtendo diferenças apreciáveis nas rigidezes relativas dos painéis de contraventamento. Nestes, as paredes de maior comprimento em planta absorvem uma parte maior das ações horizontais e podem influenciar significativamente nas deformações por cisalhamento.

Considerou-se a ligação entre as paredes suficientemente resistente para transmitir esforços originados da aplicação das ações horizontais, surgindo nesta região, forças de interação geradas pela contribuição dos flanges e dos lintéis.

Com a intenção de verificar a influência da deformação por cisalhamento, utilizou-se uma análise preliminar através do modelo tridimensional de barras isoladas, considerando os flanges na composição da seção da parede. No modelo 1 não foi considerada a deformação por cisalhamento, enquanto no modelo 2 tal deformação foi incorporada. Os deslocamentos horizontais no topo do edifício do modelo 2 foram 4% menores que os observados no modelo 1, que é uma diferença pouco significativa (Figura 2.18). Houve uma redistribuição dos esforços, as paredes mais solicitadas tiveram seus esforços reduzidos e as menos solicitadas obtiveram acréscimo de esforços. Esta resposta é bastante favorável para o dimensionamento, uma vez que implica na necessidade de blocos menos resistentes.

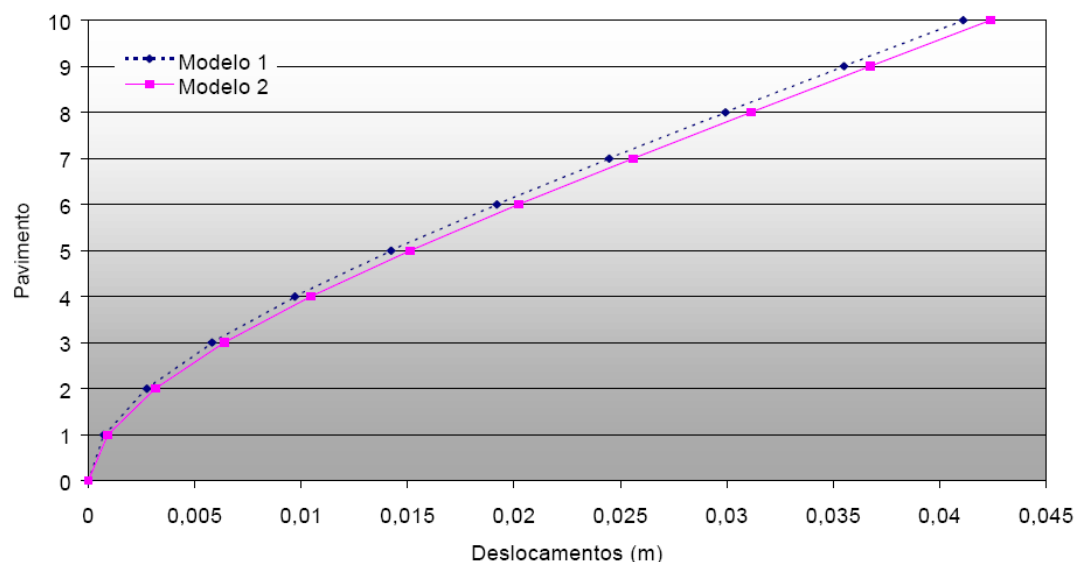


Figura 2.18: Deslocamentos horizontais.

As principais diferenças entre os dois modelos ocorreram na distribuição dos esforços cortantes entre as paredes de contraventamento (Figura 2.19), tendo sido encontrado um decréscimo máximo de 34%.

Outro aspecto importante foi observado nas tensões de cisalhamento. Enquanto no modelo 1 foi encontrada uma tensão de cisalhamento igual a  $0,16 \text{ MPa}$ , valor que ultrapassa o valor admissível especificado pela NBR 10837 (ABNT, 1989) para alvenaria não armada e argamassa com resistência entre 5 e  $12 \text{ MPa}$ , no modelo 2 houve um alívio da tensão de cisalhamento que caiu

para  $0,11\text{ MPa}$ , dispensando a necessidade de reforço da parede ao cisalhamento. Segundo Stamato (1980), o diagrama de esforço cortante das estruturas nas quais as deformações devidas ao cisalhamento não são significativas, assemelha-se ao obtido para o modelo 1, e o diagrama do modelo 2 assemelha-se ao obtido para as estruturas em que essas deformações são significativas (Figura 2.20), o que mostra a importância da consideração dessas deformações.

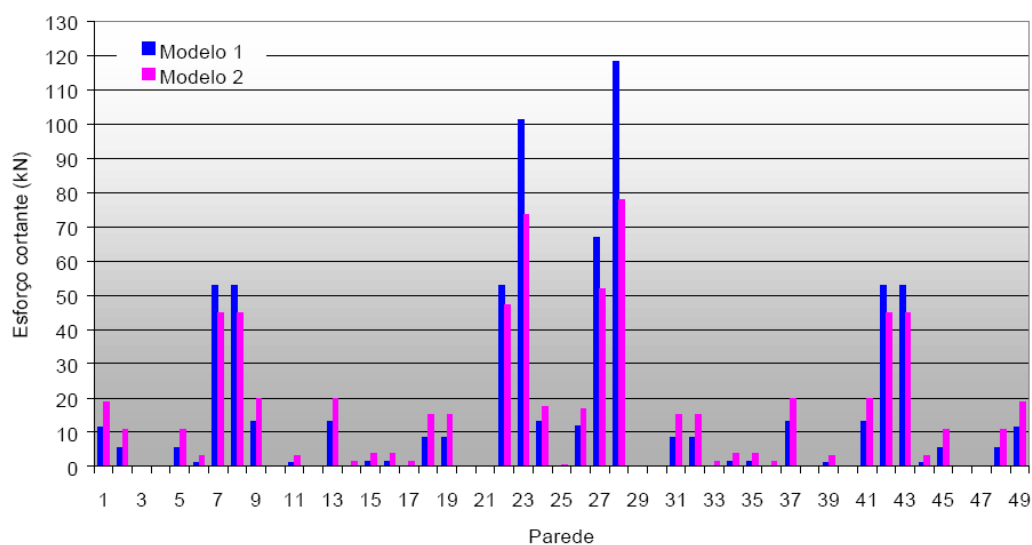


Figura 2.19: Distribuição dos esforços cortantes entre as paredes de contraventamento.

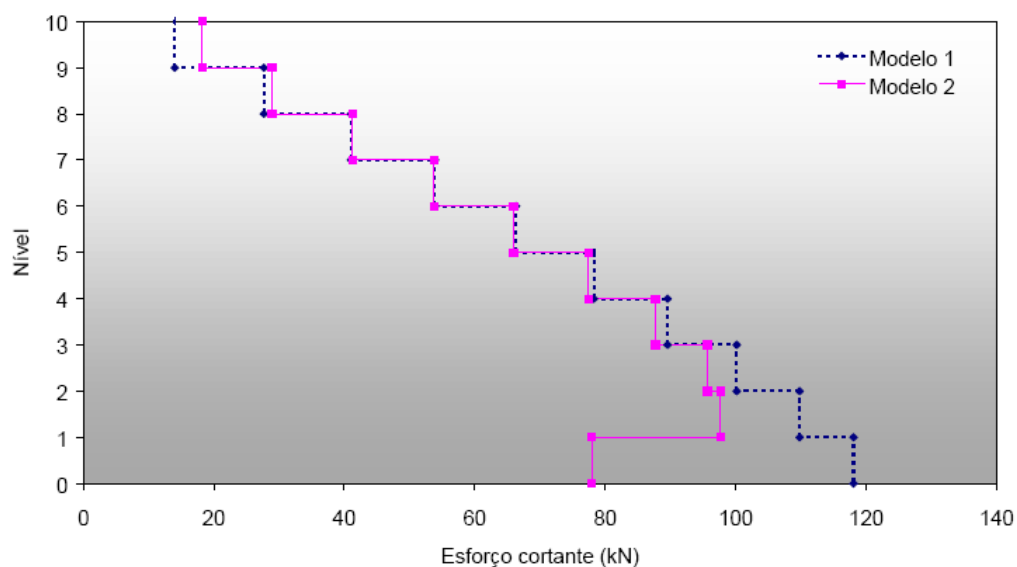


Figura 2.20: Diagrama de esforço cortante ao longo da altura da parede mais solicitada (NASCIMENTO NETO, 1999).

Os modelos adotados para análise por Nascimento Neto (1999) foram o de paredes isoladas com contribuição dos flanges e o de pórtico tridimensional, com e sem inclusão de lintéis e de deformação por cisalhamento, admitindo-se sempre comportamento elástico-linear para o sistema de contraventamento e as ações de vento consideradas simétricas. Os modelos foram identificados da seguinte forma:

Modelo 1: paredes isoladas, paralelas à direção de atuação do vento, sem inclusão da deformação por cisalhamento das paredes;

Modelo 2: paredes isoladas, paralelas à direção de atuação do vento, com inclusão da deformação por cisalhamento das paredes;

Modelo 3: pórtico tridimensional considerando-se a deformação por cisalhamento das paredes e sem contribuição dos lintéis;

Modelo 4: pórtico tridimensional considerando-se a deformação por cisalhamento das paredes e com contribuição dos lintéis.

Adicionalmente foram incorporados os efeitos da torção aos modelos 3 e 4 para análise de sua influência.

Com o refinamento da modelagem, o comportamento estrutural foi mais bem representado. Os modelos 1 e 2 demonstraram a fundamental necessidade da consideração das deformações por cisalhamento e os modelos 3 e 4 mostraram que a modelagem em pórtico tridimensional é mais adequada para análise da distribuição dos esforços quando a torção do edifício é considerada. A análise completa de todos os modelos e dos edifícios estudados encontra-se em trabalho desenvolvido por Nascimento Neto (1999).

Em trabalho de pesquisa desenvolvido na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Palácio (2001) implementou o programa MASAN 01, que realiza as etapas de pré e pós-processamento da análise tridimensional de edifícios altos em alvenaria estrutural, sendo a etapa de processamento realizada pelo programa CEASO 01<sup>4</sup>. O programa CEASO 01 considera cada núcleo resistente modelado como uma barra de parede fina com seção transversal aberta, aplicando-se a teoria da flexo-torção de VLASSOV (1961), em que se leva em

---

<sup>4</sup> Programa para análise tridimensional de edifícios altos de concreto armado com núcleos resistentes (TORRES, 1999).

consideração o empenamento e o esforço denominado bimomento que é responsável pelas tensões normais adicionais nas seções das barras.

Os núcleos também podem ser parcialmente fechados por vigas ao nível das lajes, possibilitando a modelagem com lintéis. Foram analisados edifícios de andares múltiplos, comparando-se os resultados do modelo proposto com os obtidos pelo método dos elementos finitos e por procedimentos usuais.

O modelo de análise adotado pelo programa CEASO 01 foi aferido através da comparação de seus resultados com aqueles obtidos pelo método dos elementos finitos, utilizando o programa ANSYS. Em ambos os modelos foi feita análise linear com a hipótese de diafragma rígido para simular as lajes, com e sem a consideração da deformação por cisalhamento nas paredes.

Os deslocamentos horizontais obtidos pelo programa MASAN 01 foram bastante próximos dos valores encontrados com o ANSYS, sendo que a influência da deformação por cisalhamento foi mais nítida no modelo analisado pelo MASAN 01. As tensões normais tiveram boa conformidade entre os dois programas, com exceção de alguns pontos localizados nos segmentos que servem de apoio aos lintéis. Segundo Palácio (2001), a forma da distribuição das cargas dos lintéis nos pontos dos grupos de paredes e da ligação entre eles, varia entre os dois programas, com o aparecimento de picos de tensões nessas regiões.

Nos procedimentos usuais, as comparações foram feitas separadamente entre os carregamentos verticais e horizontais. Foram utilizados os métodos<sup>5</sup> das paredes isoladas, dos grupos isolados de paredes e dos grupos isolados de paredes com interação para distribuição das ações verticais e o método de paredes isoladas para a distribuição das ações horizontais. Na análise realizada pelo CEASO 01 foi considerada a linearidade geométrica e a deformação por cisalhamento e desprezado o efeito das deformações por torção.

As diferenças entre as tensões normais obtidas considerando somente a atuação das ações verticais foram expressivas. De acordo com Palácio (2001) tais discrepâncias se devem às considerações adotadas, à interação entre os grupos de paredes, à parcela de tensão devida aos momentos fletores não

---

<sup>5</sup> Esses procedimentos estão conceituados no Capítulo 3.

considerada no procedimento usual, à deformação por cisalhamento e à própria análise tridimensional.

Comparando-se os deslocamentos horizontais, observou-se que os lintéis, contribuem efetivamente para o aumento da rigidez global da estrutura, reduzindo os deslocamentos e redistribuindo os esforços entre os painéis de contraventamento. Os momentos fletores tiveram comportamentos bem divergentes, o que era de se esperar, uma vez que no processo de paredes isoladas, a parcela do momento absorvida depende apenas da rigidez relativa de cada grupo, enquanto no programa CEASO 01, como para o caso dos deslocamentos, considera outros fatores que influenciaram significativamente os resultados dos momentos.

### **2.5.3 Síntese**

Com a análise das informações obtidas nos diversos trabalhos apresentados, verificou-se que a interação entre paredes sob carregamento vertical é uma questão divergente. Sinha e Hendry (1979) consideram as paredes trabalhando isoladamente, enquanto Capuzzo Neto (2000), Peleteiro (2002) e Corrêa e Page (2001) apresentam argumentos em oposição ao enunciado anteriormente, ou seja, observam a possibilidade de transferência de forças entre paredes adjacentes.

Com respeito aos trabalhos relacionados às ações horizontais, a discussão ateu-se a pesquisas sobre as alternativas de modelagens numéricas que comprovem a melhor representatividade do comportamento estrutural, assumindo ou não a interação das paredes, e quais as considerações relevantes para serem usadas no projeto dos edifícios. No entanto, diante dos inúmeros modelos disponíveis para análise, a escolha do modelo adequado depende do objetivo da análise e do grau de precisão que se deseja obter.

### 3 DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS VERTICAIS

#### 3.1 Considerações iniciais

As ações verticais dependem do tipo de utilização da edificação. Em edifícios residenciais de alvenaria estrutural as ações verticais consideradas são aquelas provenientes das lajes que se apóiam diretamente nas paredes (cargas permanentes e variáveis, cujos valores são definidos nas diversas normas) e o peso próprio das paredes o qual pode ser calculado pela Equação (3.1):

$$p = \gamma \cdot e \cdot h \quad (3.1)$$

Sendo:

$p$ : peso próprio da alvenaria por unidade de comprimento;

$\gamma$ : peso específico da parede revestida;

$e$ : espessura da parede;

$h$ : altura da parede.

Para a determinação dos carregamentos nas lajes podem-se adotar os pesos específicos estabelecidos pela NBR 6120 (ABNT, 2003) - Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações. Para o cálculo das reações nas paredes, pode-se utilizar o procedimento das linhas de ruptura, usual para estruturas de concreto armado, uma vez que as paredes estruturais correspondem a apoios rígidos para as lajes (PALÁCIO, 2001). Este procedimento consiste na subdivisão das lajes em áreas de influência correspondentes a cada parede. As reações de lajes armadas em uma direção podem ser obtidas pelas áreas assim divididas (Figura 3.1a):

- 0,5 L entre dois apoios do mesmo tipo;
- 0,38 L do lado apoiado e 0,62 L do lado engastado;
- 1,0 L do lado engastado, se a outra borda for livre.



E para lajes armadas em duas direções (Figura 3.1b):

- 45° entre dois apoios do mesmo tipo;
- 60° a partir do lado engastado se o outro for apoiado;
- 90° a partir de qualquer apoio se a borda vizinha for livre.

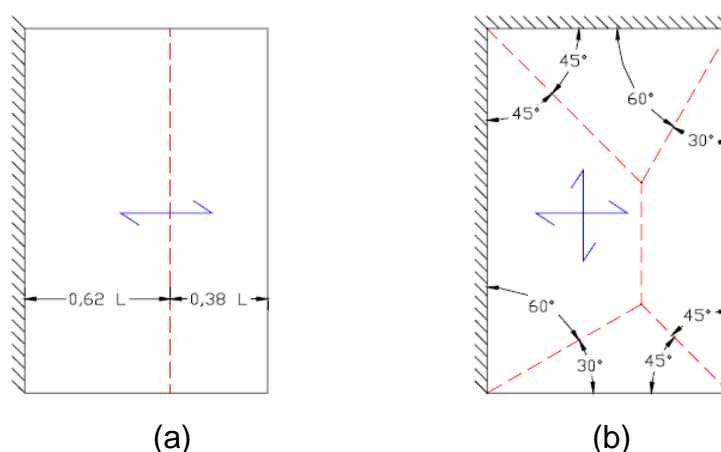


Figura 3.1: Esquema para cálculo das reações das lajes (Correa, et al., 2007).

As ações verticais são resultantes dos carregamentos que atuam diretamente sobre as paredes resistentes, ou sobre as lajes dos pavimentos que, ao trabalharem como elementos de placa, as transmitem às paredes resistentes.

O espalhamento das forças verticais em uma parede estrutural baseia-se no princípio de Saint Venant<sup>1</sup>, o qual garante a propagação limitada das perturbações locais do estado de tensão e pode ser enunciado segundo Laier e Barreiro (2005) da seguinte maneira: “Substituindo-se um grupo de forças por outro estaticamente equivalente – de mesma resultante – as variações criadas no estado de tensão desaparecem, praticamente, numa extensão cuja ordem de grandeza é da mesma ordem da zona na qual foram aplicadas as forças.”

A norma britânica BS 5628 (BSI, 1992), a americana ACI 530 (ACI, 1999) e a brasileira NBR 10837 (ABNT, 1989) recomendam um espalhamento de forças a um ângulo de 45°, como mostra a Figura 3.2.

<sup>1</sup> Adhémar Jean Claude Barré de Saint-Venant (Villiers-en-Bière, 23 de agosto de 1797 - 6 de janeiro de 1886): professor e engenheiro francês.

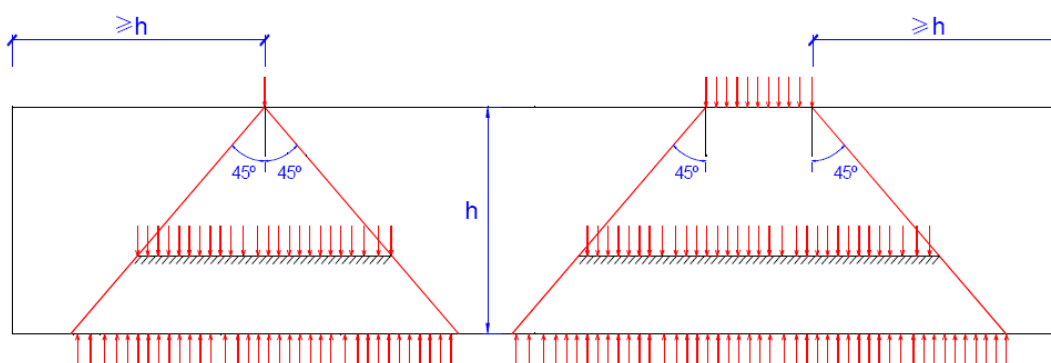


Figura 3.2: Espalhamento de forças verticais em uma parede (NBR 10837).

Em paredes que não estejam no mesmo plano, o mesmo comportamento pode ser observado devido à similaridade existente entre cantos de paredes e a própria parede plana, especialmente quando executados com amarração direta (Figura 3.3a). Esse espalhamento ocorre se as interfaces verticais forem capazes de desenvolver as forças de interação (Figura 3.3b). Isso também é discutível no caso das aberturas, pois, usualmente, elas são consideradas como limites entre as paredes, sendo tomadas como paredes independentes. Porém, ainda pode-se verificar a influência do material em parte da parede preenchida, o que provoca forças de interação entre as mesmas (ver Figura 3.4) (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

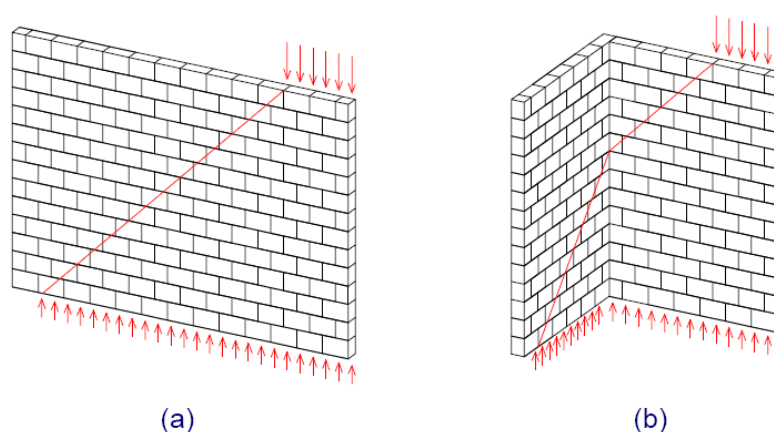


Figura 3.3: Espalhamento do carregamento em paredes planas e em interseções (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

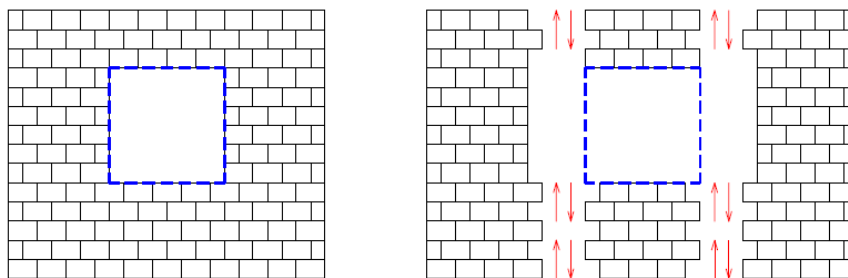


Figura 3.4: Interação de paredes em região de aberturas (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

## 3.2 Procedimentos de distribuição das cargas verticais

Para conhecer quais forças atuam na base das paredes é necessário adotar um processo de distribuição adequado. A escolha do procedimento, bem como sua correta utilização, propicia uma análise apropriada dos resultados obtidos. A seguir serão discutidos os procedimentos usuais de distribuição das cargas verticais.

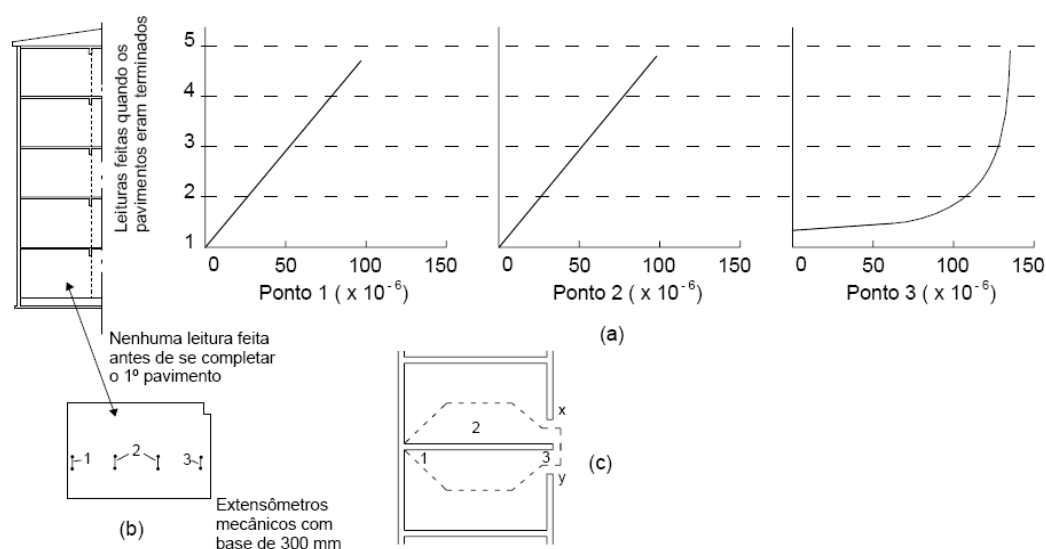
### 3.2.1 Paredes Isoladas

As paredes são consideradas como elementos independentes, nos quais não há interação com os demais elementos da estrutura de alvenaria; e o acúmulo das cargas acima do nível que está sendo analisado determina o carregamento atuante em cada parede. Este procedimento é seguro para as paredes, rápido e prático. Porém, sua utilização implica em penalização da economia, uma vez que a parede mais carregada define a resistência do bloco. Este procedimento não representa a uniformização das tensões, pois não considera a interação das paredes, e assim, pode estimar erroneamente as cargas nas estruturas de suporte. Para esse procedimento, Hendry (1981) indica a subdivisão da laje em triângulos e trapézios (método das linhas de ruptura) para distribuição das ações às paredes, analogamente às estruturas de concreto armado.

### 3.2.2 Grupos Isolados de Paredes

Neste procedimento, os grupos são compostos de paredes que trabalham de forma solidária, mas sem interação com os demais, delimitados, usualmente, por aberturas de portas e janelas. É um procedimento econômico e seguro, pois segundo Corrêa e Ramalho (2003), considera-se a uniformização total das forças em cada grupo e a produção de forças adequadas às estruturas de apoio, devido à interação entre as paredes interligadas. A força atuante no grupo é a soma das forças atuantes em cada uma das paredes que o compõe. A tensão de compressão vertical no grupo é calculada pela razão entre a força resultante e a área da seção em planta do grupo de paredes. Devido à uniformização das tensões, as resistências necessárias para os blocos são menores que aquelas que seriam necessárias caso a uniformização não ocorresse. Para que tal uniformização ocorra é necessário garantir que ocorram forças de interação entre as paredes.

A uniformização de tensões de compressão foi evidenciada, tanto em paredes isoladas quanto em grupos de paredes que se interceptam, por Stockbrige (1967) *apud* Corrêa (2003) que realizou medidas de deformações em um edifício de 5 pavimentos. A Figura 3.5 mostra as leituras das deformações em uma parede do edifício durante a construção. Os valores das leituras dos extensômetros 1 e 2 são praticamente os mesmos, apesar da área de contribuição da laje na região central da parede ser maior. No ponto 3 (Figura 3.5c), o lintel XY provoca, inicialmente, uma atração das forças, porém, ao final da construção, as deformações reduziram-se a valores próximos aos observados nos pontos 1 e 2, o que comprovou a forte tendência de uniformização.



(a) Medidas no 1º pav.; (b) Localização dos extensômetros; (c) Área de contribuição.

Figura 3.5: Deformações medidas em uma parede de edifício de 5 pavimentos (CORRÊA, 2003).

Na prática, o procedimento de grupos isolados de paredes consiste, inicialmente, na definição dos grupos, que é feita empiricamente. A forma mais comum de divisão desses grupos é limitá-los pelas aberturas de portas e janelas ou interrompê-los em grandes lances de paredes. Em seguida, as ações são homogeneizadas somando todas as ações atuantes no grupo (concentradas e distribuídas) e redistribuídas uniformemente entre as paredes do grupo. Em se tratando das ações nos vãos, estas são transferidas para os grupos adjacentes. Capuzzo Neto (2000) enunciou um algoritmo (Equação (3.2)) para aplicação do procedimento de grupos de paredes isoladas:

$$q = \sum (q_{oi}l_i + P_i) / (\sum l_i) \quad (3.2)$$

Em que:

$q$ : ações homogeneizadas uniformemente distribuídas no nível considerado;

$q_{oi}$ : ações uniformemente distribuídas nas paredes do grupo no nível considerado;

$P_i$ : ações concentradas nas paredes do grupo no nível considerado;

$l_i$ : comprimento da parede  $i$  que constitui o grupo.

### 3.2.3 Grupos de Paredes com Interação

Este procedimento possibilita a interação não só entre as paredes do grupo, mas entre os grupos de paredes mediante a definição de taxas de interação, formando macrogrupos.

Corrêa e Ramalho (1994) definem a taxa de interação entre 0 e 1 (0% a 100%), que representa a percentagem de força que deve ser uniformizada. A aplicação numérica pode ser resumida pelas expressões das Equações (3.3) a (3.5) a seguir.

$$q_m = (q_1 + q_2 + \dots + q_n)/n \quad (3.3)$$

$$d_i = (q_i - q_m) \cdot (1 - t) \quad (3.4)$$

$$q_i = q_m + d_i \quad (3.5)$$

Em que:

$n$ : número de grupos componentes;

$q_i$ : carregamento do grupo  $i$  no nível considerado;

$q_m$ : carregamento médio do macrogrupo no nível considerado;

$d_i$ : diferencial de carregamento do grupo  $i$  no nível considerado;

$t$ : taxa de interação.

Este é um procedimento seguro e econômico, se bem utilizado. Porém, sua aplicação é mais complicada que os métodos anteriores, sendo fundamental a certeza da existência das forças de interação, tanto entre as paredes quanto entre os grupos, e a determinação correta dos grupos e das taxas de interação.

Correa e Ramalho (2003) sugerem que este procedimento seja utilizado somente após a determinação experimental das taxas de interação entre grupos, informações estas que ainda são escassas no meio científico, não sendo, portanto, encontradas na revisão bibliográfica deste trabalho.

### 3.2.4 Modelagem Tridimensional em Elementos Finitos

A modelagem da estrutura é feita discretizando-a usualmente com elementos planos de membrana ou de chapa, quadrangulares (Figura 3.6) e a uniformização das cargas é feita mediante compatibilidade de deslocamentos em cada nó. As paredes são classificadas como estruturas laminares e o método fornece como resultados: deslocamentos, esforços nodais, deformações e tensões nos elementos, o que permite uma análise mais completa do modelo. É um procedimento atual, mas ainda não pode ser considerado viável para uso em projetos devido à sua dificuldade de implementação e interpretação dos resultados.

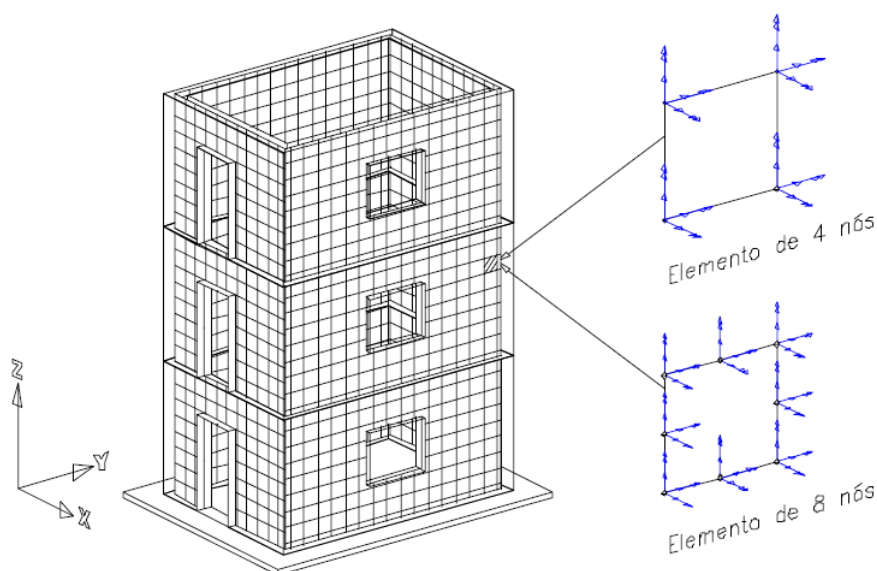


Figura 3.6: Modelagem em elementos finitos com elementos quadrangulares de 4 e 8 nós (PALÁCIO, 2001).

### 3.3 Avaliação das tensões de cisalhamento na interface

No presente trabalho, é utilizado o modelo de grupos isolados de paredes (item 3.2.2) como procedimento de distribuição das cargas verticais. As tensões de cisalhamento na interface das paredes induzidas pelas ações verticais são obtidas através do procedimento simplificado proposto por Corrêa e Page (2001), apresentado no item 2.5.1.

Para aplicação do procedimento proposto nos edifícios, é necessário conhecer os carregamentos e as resistências utilizadas no projeto estrutural e identificar os grupos de paredes interconectadas e as interfaces que serão analisadas. A seguir, são mostrados, sumariamente, os passos da aplicação do procedimento:

- 1) Calcular o carregamento em cada parede dos grupos em cada nível do edifício;
- 2) Determinar o número de pavimentos necessários para a homogeneização ocorrer para cada grupo, comparando as dimensões em planta do grupo com o pé-direito do pavimento (Figura 2.17, item 2.5.1);
- 3) Calcular as tensões normais verticais na base das paredes, no nível onde a homogeneização se completa;
- 4) Se forem necessários mais de dois níveis para a homogeneização ocorrer:
  - a) Calcular a reação vertical para cada parede onde a homogeneização se completa;
  - b) Calcular a diferença entre a reação e o carregamento original aplicado;
  - c) Estimar a reação vertical nos níveis intermediários relativos àquele carregamento, distribuindo esta diferença igualmente entre os pavimentos onde o carregamento foi aplicado e onde ocorreu a homogeneização.
- 5) Determinar o carregamento final em cada nível, somando-se o carregamento aplicado àqueles provenientes dos pavimentos



superiores, levando-se em conta a homogeneização total ou parcial;

- 6) Para cada pavimento, avaliar a força cortante induzida na interface pela diferença dos carregamentos verticais na mesma parede entre dois pavimentos adjacentes e calcular a tensão de cisalhamento correspondente;
- 7) Confirmar a capacidade da interface em transmitir estas tensões.
  - a) Se sim, o procedimento é válido;
  - b) Se não, projetar as paredes componentes separadamente, ignorando a interação ou reforçar a interface com a adição de armaduras convenientemente dispostas.

No presente trabalho, este método é implementado para obtenção das tensões verticais de cisalhamento provocadas pelas ações verticais, considerando a homogeneização total das tensões verticais ao longo da altura de um pavimento, o que favorece o aumento da tensão de cisalhamento, obtendo-se uma condição mais desfavorável, o que interessa nas primeiras análises.

### **3.4 Exemplo**

#### **3.4.1 Características da edificação**

Neste exemplo é analisado um edifício de habitação padrão<sup>2</sup>. Trata-se de pavimento tipo, constituído de lajes de concreto armado moldadas no local que se apóiam em paredes de alvenaria estrutural, sendo o primeiro pavimento apoiado diretamente sobre as fundações e todas as paredes são estruturais.

A Figura 3.7 apresenta o arranjo arquitetônico do pavimento tipo, com suas dimensões e a Figura 3.8 esquematiza o diagrama unifilar do pavimento, onde são destacados os grupos de paredes denominados pela letra G, seguidos de um número sequencial. Devido à simetria do pavimento, os grupos se repetem e, portanto, apenas os grupos identificados são analisados.

---

<sup>2</sup> Edifício não construído; exemplo extraído de Correa e Ramalho (2003).

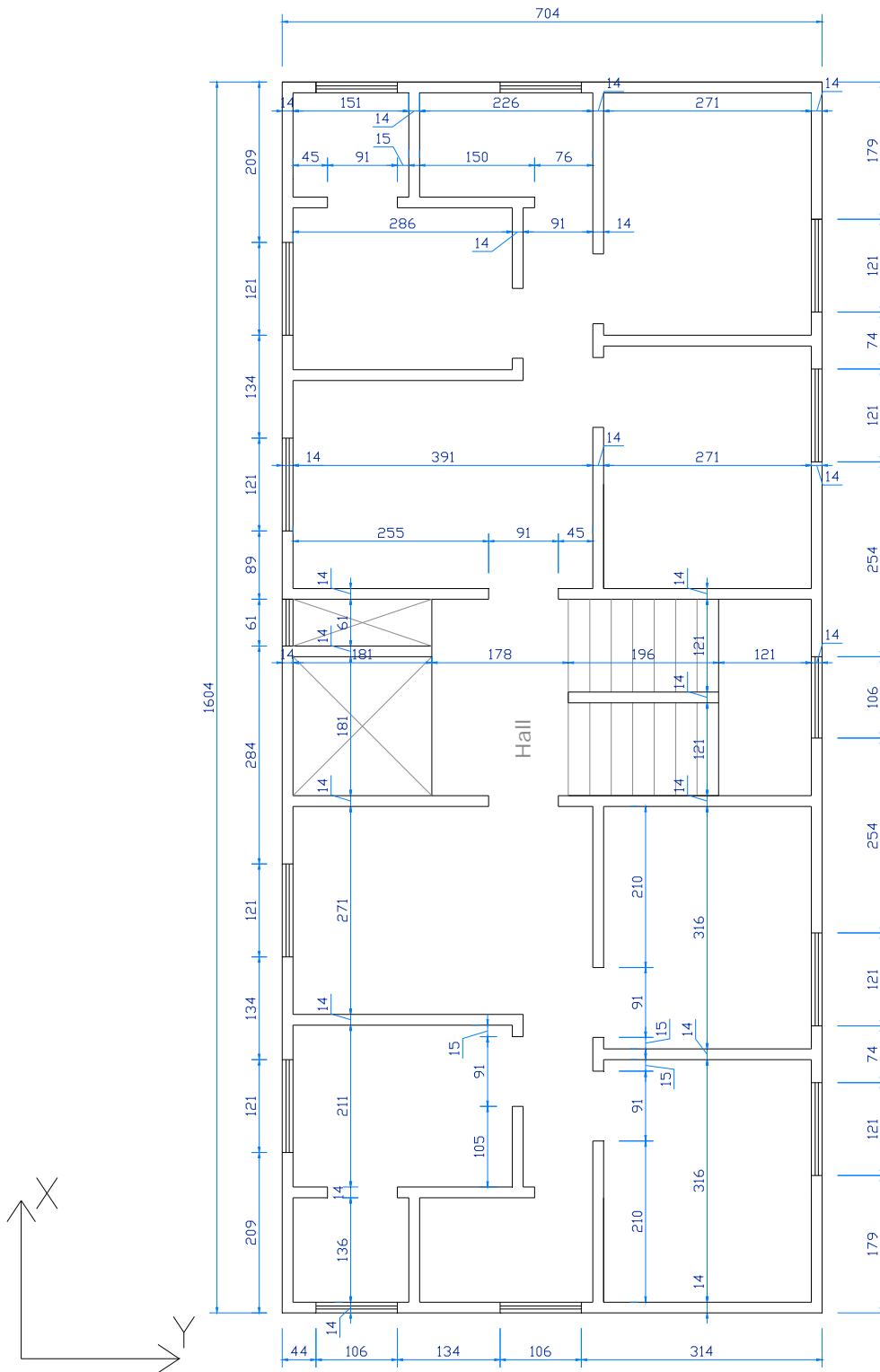


Figura 3.7: Arranjo arquitetônico do pavimento tipo.

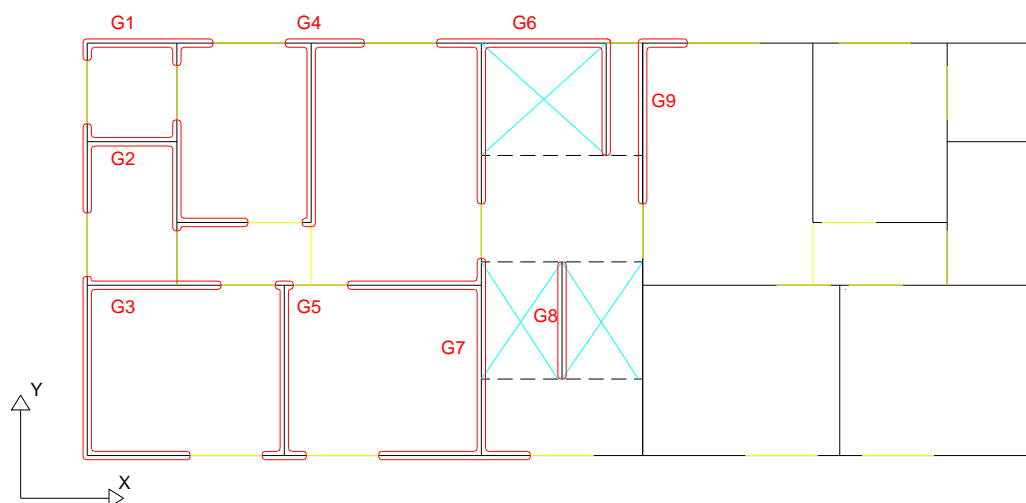


Figura 3.8: Diagrama unifilar do pavimento tipo do edifício e grupos de paredes.

A espessura ( $h$ ) das lajes é de  $8\text{ cm}$  e para determinação de suas reações por unidade de comprimento, foi adotado o método de linhas de ruptura. Neste cálculo todas as lajes são consideradas simplesmente apoiadas. Os dados para o cálculo do carregamento exercido nas paredes pelas lajes são obtidos da NBR 6120 (ABNT, 2003) e mostrados a seguir:

Revestimento:  $1\text{ kN/m}^2$ ;

Sobrecarga de utilização:  $1,5\text{ kN/m}^2$ ;

Sobrecarga da escada:  $3,5\text{ kN/m}^2$ ;

Peso específico do concreto armado:  $25\text{ kN/m}^3$ .

A Figura 3.9 mostra o resultado da distribuição do carregamento exercido pelas lajes sobre as paredes dos grupos identificados na Figura 3.8.

O peso próprio das paredes e dos trechos sobre aberturas é calculado em função de suas características físicas e geométricas, tais como:

Peso específico da parede revestida:  $15\text{ kN/m}^3$ ;

Espessura da parede ( $e$ ):  $14\text{ cm}$ ;

Distância de piso a piso (pé-direito):  $280\text{ cm}$

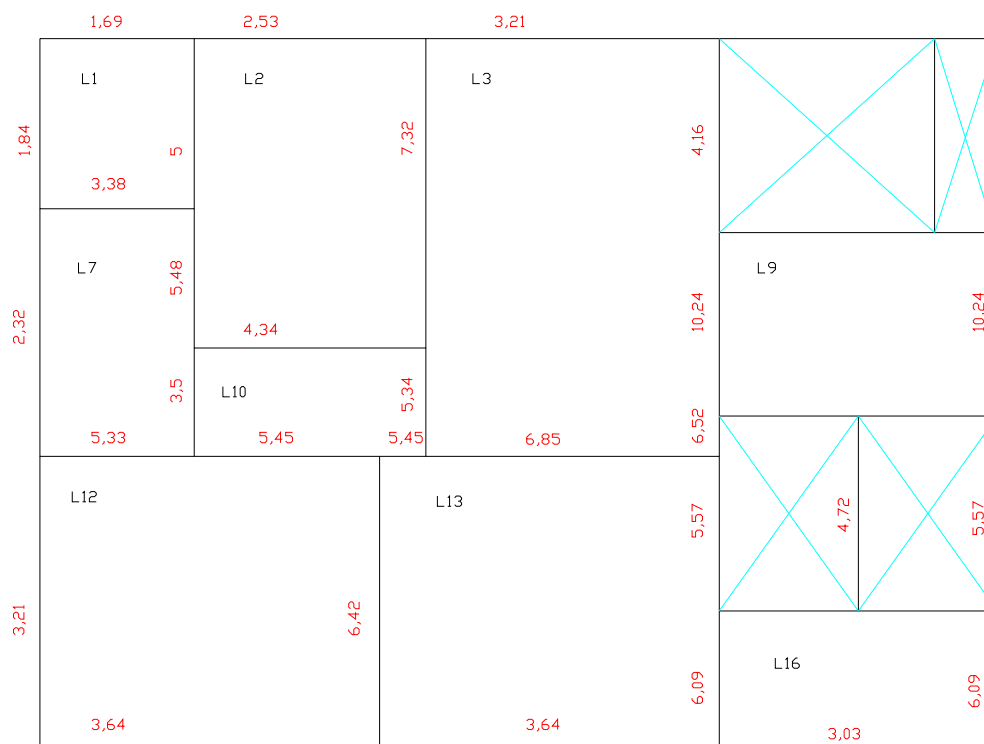


Figura 3.9: Distribuição do carregamento da laje sobre as paredes (kN/m).

Os comprimentos das paredes e dos trechos sobre aberturas são variáveis. As alturas destes trechos são adotadas resumidamente como:

Janela:  $2/3$  da altura da parede;

Porta:  $1/3$  da altura da parede;

Abertura total: sem contribuição.

O peso próprio dos trechos sobre as aberturas e o carregamento exercido pelas lajes sobre estes trechos são transferidos para os grupos adjacentes de forma simplificada conforme a Figura 3.10. Na elevação da parede pode ser vista a região pertencente ao grupo 1 (G1) e a pertencente ao grupo 2 (G2), além da região que se encontra entre eles, subdividida em 4 (R1, R2, R3 e R4). O carregamento proveniente da laje, acrescido do peso próprio da região da parede entre grupos é repartido igualmente entre eles, ou seja, R1 equivale ao peso próprio mais o carregamento da laje e R3 equivale somente ao peso próprio. Esses carregamentos são transformados em um único que é aplicado sobre a região G1, enquanto R2 e R4 são aplicados sobre G2.

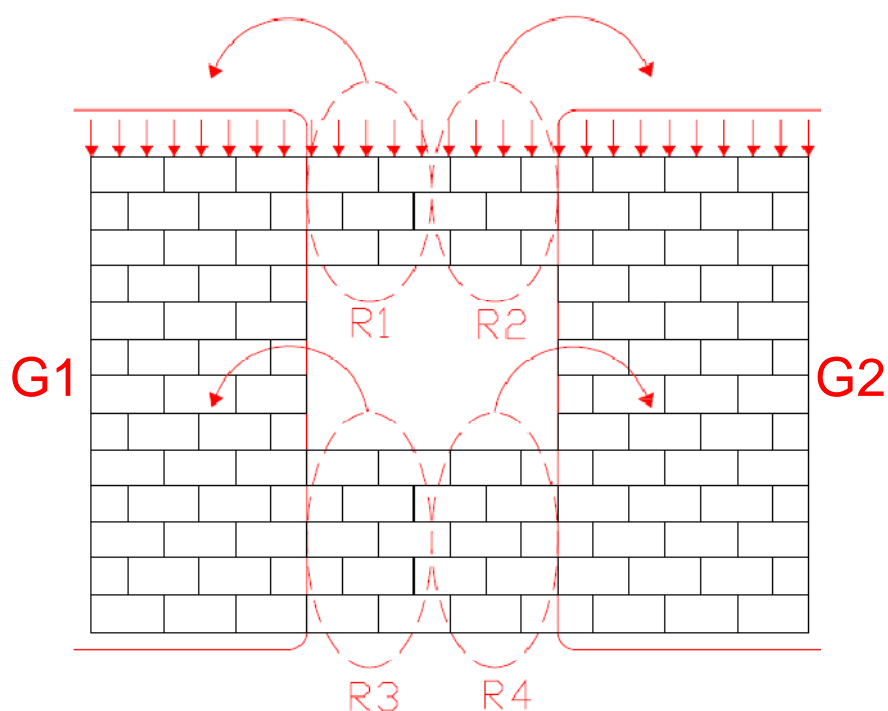


Figura 3.10: Contribuição dos trechos sobre as aberturas (DEFENDI, 2006).

No caso de uma porta, há somente as regiões como as formadas por R1 e R2 com a contribuição do peso próprio dessas regiões e da laje sobre elas e no caso de uma abertura total, há apenas a contribuição da laje.

### 3.4.2 Tensão de cisalhamento na interface das paredes

Para melhor entendimento, é adotada a seguinte nomenclatura para representação dos grupos: algarismos romanos representam encontros de paredes e algarismos arábicos representam os trechos das paredes (Figura 3.11). Assim, por exemplo, para o grupo 6, as interfaces são referidas como: I-1, I-2, I-3, II-2 e II-4.

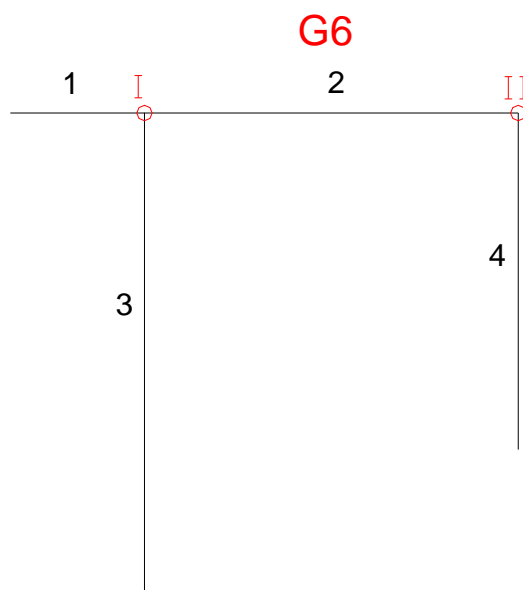


Figura 3.11: Diagrama unifilar do grupo 6.

A Tabela 3.1 apresenta discriminadamente, o carregamento no grupo 6 devido às lajes, ao peso próprio das paredes e aos trechos com aberturas. O comprimento e carregamento total no topo do grupo equivalem a  $7,27\text{ m}$  e  $70,76\text{ kN}$ , respectivamente. Ao ocorrer a uniformização tem-se uma carga distribuída igual a  $9,73\text{ kN/m}$ . Assim, calcula-se a força na base, considerando a uniformização, multiplicando-se a taxa de distribuição pelo comprimento de cada trecho.

Tabela 3.1: Características geométricas e carregamento no grupo 6.

Trecho	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS			CARREGAMENTO NO TOPO e NA BASE DO PAVIMENTO					
	Comprimento do trecho (cm)	Abertura		Lajes (kN/m)	Peso próprio (kN)	Lajes (kN)	Abertura (kN)	TOTAL - TOPO (F <sub>T</sub> ) (kN)	TOTAL - BASE (F <sub>B</sub> ) (kN)
		Comprimento (cm)	Tipo						
1	82,00	121,00	janela	3,21	4,68	2,63	4,25	11,56	7,98
2	195,00	75,00	janela		11,14	0,00	1,43	12,57	18,98
3	188,00		nenhuma	4,16	10,74	7,82	0,00	18,56	18,30
	74,00	91,00	porta	10,24	4,23	7,58	5,53	17,33	7,20
4	188,00		nenhuma		10,74	0,00	0,00	10,74	18,30

A tensão de cisalhamento média na interface é obtida pela razão entre a força transmitida pela interface vertical e a sua área (Equação (3.6)). Essa força

é calculada pela diferença entre as forças no topo e na base da parede, enquanto a área da interface é dada pelo produto da altura da parede (distância de piso a teto) pela sua espessura. Como exemplo da obtenção da tensão média de cisalhamento na interface do encontro I com o trecho 1, tem-se a expressão da Equação (3.7).

$$\tau_{m\u00e9dio} = \frac{(F_T - F_B)}{e \cdot (\text{p\u00e9 direito} - h)} \quad (3.6)$$

$$\tau_{I1} = \frac{(11,56 - 7,98)}{0,14 \cdot (2,80 - 0,08)} \rightarrow \tau_{I1} = 9,40 \text{ kN/m}^2 \quad (3.7)$$

A tensão m\u00e1xima de cisalhamento que ocorre nas interfaces, obtida pelo m\u00e9todo simplificado, \u00e9 estimada pelo triplo da tens\u00e3o m\u00e9dia (Equa\u00e7\u00e3o (3.8)), como proposto por Corr\u00ea e Page (2001) (item 2.5.1). Os resultados obtidos para o grupo 6 s\u00e3o mostrados na Tabela 3.2.

$$\tau_{m\u00e1x} = 3 \cdot \tau_{m\u00e9dio} \quad (3.8)$$

Tabela 3.2: Tens\u00f5es de cisalhamento em cada uma das interfaces do grupo 6.

Encontro	Trecho	(F <sub>T</sub> - F <sub>B</sub> ) (kN)	$\tau_{m\u00e9dio}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\tau_{m\u00e1x}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\tau_{m\u00e1x}$ (MPa)
I	1	3,58	9,40	28,21	0,0282
I	2	13,97	36,69	110,07	0,1101
I	3	10,39	27,28	81,85	0,0819
II	2	7,56	19,85	59,55	0,0595
II	4	7,56	19,85	59,55	0,0595

Este procedimento simplificado, que considera o triplo da m\u00e9dia \u00e9 utilizado para avalia\u00e7\u00e3o da distribui\u00e7\u00e3o das tens\u00f5es de cisalhamento na interface das paredes atrav\u00e9s da compara\u00e7\u00e3o com as resist\u00eancias normalizadas pela NBR 10837 (ABNT,1989) e seu texto base para revis\u00e3o, expostas nos itens 2.4.1 e 2.4.2.

## 4 DISTRIBUIÇÃO DE AÇÕES HORIZONTAIS

### 4.1 Considerações iniciais

Para analisar a distribuição das ações horizontais, deve-se inicialmente definir quais solicitações serão consideradas no projeto e o tipo de estrutura que estará submetida a estas ações.

Podem ser considerados como agentes das ações horizontais: ventos, desaprumo do eixo vertical da estrutura, empuxos e sismos. Neste trabalho, as ações horizontais a serem consideradas são as originadas pelo vento e pelo desaprumo, que são as ações mais comuns em edifícios residenciais. A consideração dessas ações em projeto será feita por meio da norma brasileira NBR 6123 (ABNT, 1988), para ações originadas pelo vento, e pela norma alemã DIN 1053 (DIN, 1974), para ações produzidas pelo desaprumo do eixo vertical da estrutura.

É muito importante a análise das ações horizontais nos edifícios de alvenaria estrutural, tendo-se em vista que tais ações podem introduzir tensões de tração nas paredes, o que deve ser evitado já que a alvenaria é um material que apresenta baixa resistência a este tipo de solicitação.

De acordo com a norma brasileira NBR 6123 (ABNT, 1988), as pressões do vento que incidem perpendicularmente na superfície das paredes, são transformadas em forças estáticas. A força de arrasto, que representa a componente da força global na direção do vento, pode ser obtida pela Equação (4.1).

$$F_a = C_a q A_e \quad (4.1)$$

Em que,

$C_a$ : coeficiente de arrasto, obtido a partir das relações  $L_1/L_2$  e  $H/L_1$ , e pelos ábacos das figuras 4 e 5 da NBR 6123 (ABNT, 1988) para edificações paralelepípedicas submetidas a vento de baixa e alta



turbulência, respectivamente. Sendo  $L_1$  a dimensão da edificação perpendicular à direção de atuação do vento e  $L_2$  a dimensão da edificação paralela a essa direção;

$q$ : pressão dinâmica em  $N/m^2$ ;

$A_e$ : área da superfície perpendicular à direção do vento em  $m^2$ .

A pressão dinâmica pode ser determinada pela Equação (4.2), em que  $V_k$  é a velocidade característica do vento em  $m/s$ , obtida a partir da velocidade básica do vento corrigida pelos fatores de ajuste Equação (4.3).

$$q = 0,613 V_k^2 \quad (4.2)$$

$$V_k = V_0 S_1 S_2 S_3 \quad (4.3)$$

Na Equação (4.3)  $V_0$  é a velocidade básica do vento, obtida pelo gráfico da Figura 1 da NBR 6123 (ABNT, 1988) e  $S_1$ ,  $S_2$ , e  $S_3$  são os coeficientes de ajuste obtidos na mesma norma, a partir dos itens 5.2, 5.3 e 5.4. Desses,  $S_1$  considera as características topográficas do terreno,  $S_2$  considera a rugosidade do terreno, as dimensões da edificação e a altura sobre o terreno e  $S_3$  considera o tipo de ocupação da edificação.

O fator  $S_2$  varia para cada nível da edificação e pode ser obtido pela Equação (4.4), na qual as variáveis  $b$ ,  $p$ ,  $F_r$  e  $z$  são parâmetros meteorológicos que podem ser extraídas da Tabela 1 da NBR 6123 (ABNT, 1988).

$$S_2 = b F_r (z/10)^p \quad (4.4)$$

As ações de desaprumo surgem devido a excentricidades originadas durante a construção e produzem forças horizontais equivalentes. Ramalho e Corrêa (2003) sugerem tomar como base a norma alemã DIN 1053 (DIN, 1974), a qual prescreve que a estrutura estará sujeita aos acréscimos de esforços em

função dos desaprumos construtivos. O eixo da estrutura deslocado de um ângulo  $\psi$ , como mostra a Figura 4.1, representa o efeito do desaprumo. A Equação (4.5) apresenta o ângulo de desaprumo em função da altura da edificação:

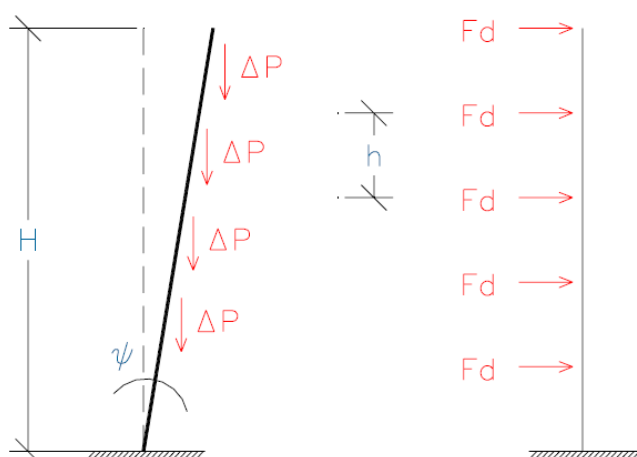


Figura 4.1: Ação horizontal equivalente para consideração do desaprumo (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

$$\psi = \frac{1}{100\sqrt{H}} \quad (4.5)$$

em que,

H: altura da edificação em metros;

$\psi$ : ângulo em radianos.

Para transformar esse efeito em uma ação horizontal  $F_d$  que possa ser somada à ação do vento ao nível de cada pavimento, deve-se utilizar a Equação (4.6):

$$F_d = \Delta P \psi \quad (4.6)$$

Nessa equação,  $F_d$  corresponde à força horizontal equivalente ao desaprumo e  $\Delta P$  à carga vertical por pavimento.

Uma vez calculadas, as ações horizontais são transmitidas às paredes de contraventamento, através das lajes, que são elementos estruturais horizontais que podem funcionar como diafragmas rígidos, e que também servem de ligação entre as paredes, fazendo com que o conjunto trabalhe de forma monolítica, aumentando a rigidez da edificação. Entretanto, deve-se certificar que o processo construtivo da edificação garanta esse efeito de diafragma. Normalmente, a moldagem no local permite que as lajes moldadas se comportem como diafragmas rígidos. Considerar a laje como uma placa com rigidez infinita em seu plano, faz com que as forças sejam distribuídas entre as paredes de contraventamento proporcionalmente à rigidez relativa de cada painel.

Pode-se utilizar essa suposição ao analisar estruturas simétricas em relação à direção do vento analisado, pois no caso de contraventamentos simétricos, ocorrerão somente translações nessa direção e os deslocamentos serão iguais em um mesmo pavimento, o que facilita a distribuição das ações. Em caso de estruturas assimétricas, ou seja, quando a resultante das forças horizontais não coincide com o centro de elástico do edifício, a estrutura de contraventamento estará sujeita a um momento torçor, o qual é determinado pelo produto da resultante das forças pela distância desta força até o centro de cisalhamento do edifício. Neste caso, deve-se considerar o efeito da assimetria na distribuição das ações horizontais, pois além da translação, também ocorrerá a rotação do pavimento, o que faz com que os deslocamentos sejam diferentes, mesmo que para um mesmo nível, sendo necessários maiores recursos computacionais para obtenção de resultados válidos (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

O sistema de contraventamento tem papel importante no comportamento estrutural, principalmente no caso de edifícios mais altos. As paredes devem ter comprimento suficiente para prover a rigidez necessária ao sistema de contraventamento e conferir condições adequadas de apoio. Em alguns casos, é necessário incluir no sistema de contraventamento a contribuição das paredes dispostas perpendicularmente à direção analisada, formando seções compostas.

Porém, essa contribuição é limitada pelas normas, as quais definem as dimensões máximas dos flanges das paredes colaborantes, como descrito no Capítulo 2. A rigidez do elemento depende das dimensões da seção composta, dos módulos de elasticidade longitudinal e transversal e das condições de apoio.

A estabilidade lateral também depende das paredes de contraventamento e dos diafragmas horizontais. Para tanto, é necessário que as paredes absorvam as ações horizontais e as transmitam às estruturas de apoio, de modo que seus efeitos sejam pequenos na estrutura, permitindo a aplicação da teoria de primeira ordem, ou seja, admitir a linearidade geométrica da estrutura (CAMACHO, 1986). A classificação da estrutura quanto à sua deslocabilidade é muito importante, pois é ela que vai determinar a necessidade, ou não, da análise da estrutura considerando os efeitos de segunda ordem.

O CEB-FIP 1990 (CEB, 1990) classifica como estrutura indeslocável aquelas em que os acréscimos de segunda ordem representam menos de 10% dos esforços de primeira ordem. Para a avaliação dos acréscimos de segunda ordem, existem vários processos que não são tratados neste trabalho, pois os efeitos de segunda ordem são desprezados.

Em função da direção de atuação do vento, definem-se as paredes de contraventamento. Para o vento atuando em duas direções principais X e Y, devem ser definidos dois grupos de paredes de contraventamento, como mostra a Figura 4.2, no caso de arranjos usuais.

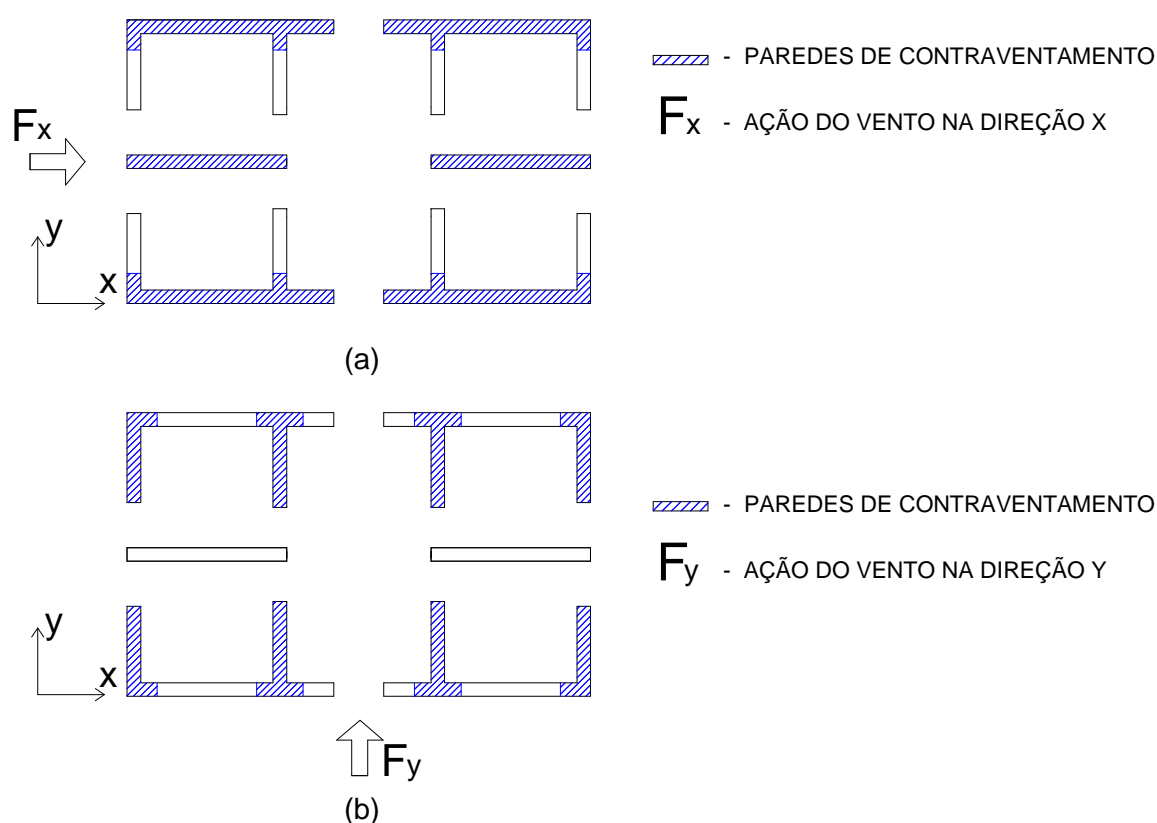


Figura 4.2: Paredes de contraventamento nas direções X e Y, em função da direção do vento.

Na representação da estrutura sob ações horizontais, existem diversos modelos com os quais se podem determinar as tensões nos painéis de contraventamento. Podem ser utilizados modelos tridimensionais ou bidimensionais equivalentes nas direções X e Y do sistema estrutural em planta (BRISOT, 2001). Em edifícios mais altos, com maiores aberturas e paredes não paralelas a alguma das direções principais, os efeitos das ações horizontais são mais significativos e, normalmente, são aplicados métodos de cálculo mais complexos. No caso de edifícios de pequena altura e com arranjo arquitetônico menos complexo podem ser usados procedimentos relativamente mais simples (VILATÓ, 1998). A seguir serão apresentados alguns procedimentos mais comuns para distribuição de ações horizontais.

## 4.2 Distribuição de ações em painéis de contraventamento simétricos

Quando se pretende analisar estruturas de contraventamento simétricas a distribuição das ações horizontais torna-se mais simples, pois, como visto no item 4.1, os deslocamentos horizontais serão os mesmos em cada pavimento, devido à existência do diafragma rígido. Neste trabalho são abordados dois procedimentos para distribuição de ações horizontais em estruturas de contraventamento simétricas: o das paredes isoladas e o de paredes acopladas.

### 4.2.1 Paredes Isoladas

É um procedimento que utiliza uma abordagem mais simplificada e fornece resultados efetivos com menor esforço de cálculo.

Quando não existem lintéis entre as aberturas, ou o seu efeito de acoplamento é desprezado, as paredes se tornam elementos isolados, separados pelas aberturas de portas e janelas. São consideradas como vigas em balanço na direção vertical, engastadas na base e livre no topo (Figura 4.3), que absorvem parte da força horizontal total aplicada na proporção direta de sua rigidez (SILVA, 2006). E quando conhecidos os carregamentos atuantes, seus deslocamentos e esforços, que neste caso são momento fletor e esforço cortante, podem ser obtidos através das expressões fornecidas pela teoria da flexão. Segundo Drysdale *et al.* (1994), para um nível de aplicação da força, o deslocamento devido às parcelas da flexão e do cisalhamento pode ser calculado conforme Equação (4.7).

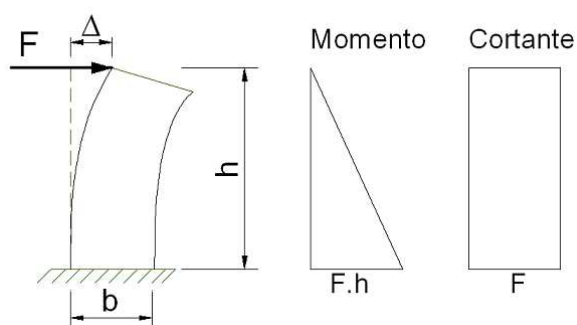


Figura 4.3: Representação de uma parede sem aberturas (viga em balanço).

$$\Delta = \Delta_f + \Delta_c = \frac{FH^3}{3EI} + \lambda \frac{FH}{AG} \quad (4.7)$$

Em que,

$F$ : força solicitante;

$\Delta$ : deslocamento devido à força  $F$ ;

$\Delta_f$ : parcela do deslocamento devido à flexão;

$\Delta_c$ : parcela do deslocamento devido ao cisalhamento;

$H$ : altura do edifício;

$A$ : área da seção transversal da parede;

$I$ : inércia da seção transversal da parede;

$G$ : módulo de elasticidade transversal;

$E$ : módulo de elasticidade longitudinal;

$\lambda$ : fator de forma da seção (em função da seção transversal da parede).

Vale ressaltar que a Equação (4.7) é válida exclusivamente para a configuração de carregamento indicada na Figura 4.3.

Quando a parcela do deslocamento devido à flexão é predominante, o efeito da deformação por cisalhamento pode ser desprezado. Nesse caso, a rigidez relativa da parede pode ser determinada apenas pela contribuição da flexão, entendida como a razão entre a rigidez de cada painel e o somatório das

rigidezes de todos os painéis (Equação (4.8)). Com isso, pode-se obter a parcela da ação horizontal absorvida por cada painel através da Equação (4.9).

$$R_i = I_i / \sum_{j=1}^n I_j \quad (4.8)$$

$$F_i = F_{tot} R_i \quad (4.9)$$

Sendo,

$R_i$ : rigidez relativa de cada painel;

$I_i$ : momento de inércia de cada painel;

$F_i$ : parcela da ação horizontal absorvida por cada painel;

$F_{tot}$ : ação horizontal total em cada pavimento.

Com a parcela da ação horizontal atuando em cada painel, podem-se obter os momentos fletores e a partir deles chegar às tensões normais utilizando a expressão clássica da resistência dos materiais (Equação (4.10)):

$$\sigma = M/W \quad (4.10)$$

Na qual,

$\sigma$ : tensão normal;

$M$ : momento fletor atuando no painel;

$W$ : módulo resistente à flexão.

Apesar de se utilizar o mesmo termo, este procedimento, possui uma conotação diferente do processo de paredes isoladas para distribuição das cargas verticais, no qual as paredes resistem aos esforços solicitantes completamente independentes. Vale ressaltar que o procedimento de paredes



isoladas para distribuição das ações horizontais considera os flanges compondo a seção da parede, o que é muito favorável ao ganho de rigidez e resistência dos painéis, reduzindo, assim, os deslocamentos e as tensões finais das paredes.

#### 4.2.2 Paredes acopladas

Quando se deseja considerar o efeito dos trechos sobre as aberturas dos painéis de contraventamento, os painéis paralelos à direção do vento podem ser modelados como pilares e os lintéis como vigas, cujos eixos coincidem com as linhas médias entre as aberturas, analogamente a um pórtico (Figura 4.4).

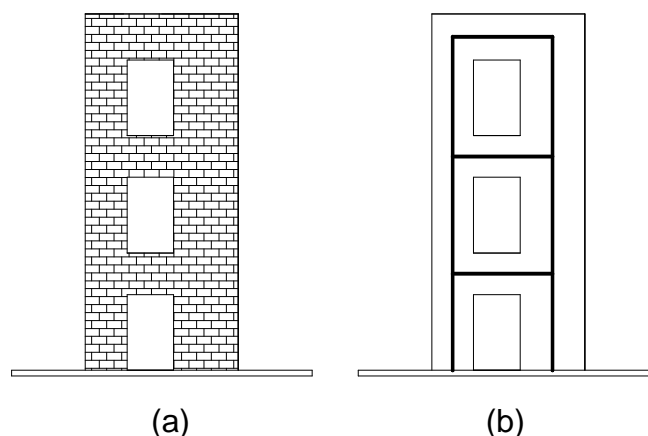


Figura 4.4: (a) Representação das paredes acopladas (b) Modelagem como pórtico (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

Esta forma de tratamento do problema também é de simples aplicação, pois consiste na distribuição da ação horizontal total de cada pavimento de acordo com a rigidez relativa de cada painel, tal qual o procedimento das paredes isoladas. Deve-se, portanto, considerar os flanges para o aumento da rigidez dos painéis pelo mesmo conjunto de razões exposto no item anterior.

Este procedimento pode ser utilizado com o auxílio de um programa para cálculo de estruturas aporricadas, atentando-se para a forma de simular o diafragma rígido do pavimento. Alguns programas possuem recursos<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Esse recurso é usualmente chamado de “constraint”.

específicos para isso, sem a necessidade de acrescentar elementos à estrutura, o que é o ideal, pois reduz esforço computacional e a probabilidade de erros numéricos. Outra forma é através de barras horizontais entre os painéis ao nível do pavimento, articuladas nas extremidades (Figura 4.5). Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a escolha do comprimento e da área da seção transversal da barra é muito importante, pois ela deve ser rígida o suficiente para garantir que os nós de um mesmo pavimento tenham deslocamentos iguais, porém, sem influenciar erroneamente a matriz de rigidez global. Se o programa não possuir o recurso de articulação nas extremidades da barra, o valor da inércia de flexão deve ser reduzido para que a rigidez à flexão seja desprezível e o comportamento de diafragma rígido da laje seja mantido.

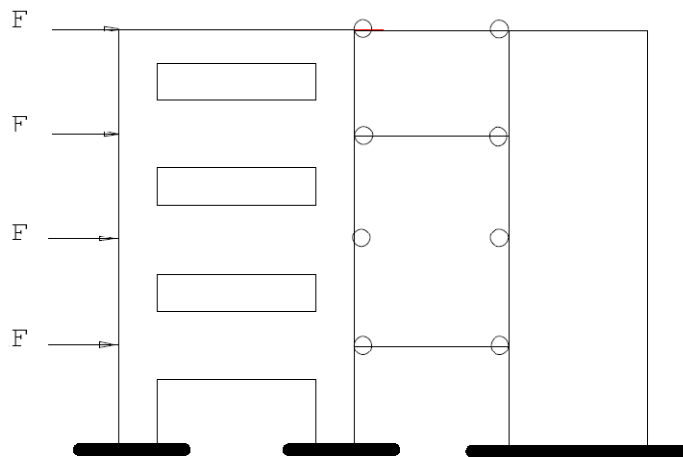


Figura 4.5: Associação plana de paredes acopladas (SILVA, 1996).

O carregamento pode ser aplicado nos nós de apenas um painel, pois a compatibilidade de deslocamentos garantirá a distribuição das ações. Os resultados obtidos são os deslocamentos nodais, esforços normais, cortantes e momentos fletores nos elementos de barra.

Segundo Corrêa (2003), a vantagem desse modelo, além da simplicidade, é a possibilidade de acoplamento, sendo que a consideração da deformação por cisalhamento permite aumentar a representatividade do modelo. Na associação plana, as barras estarão sujeitas a momento fletor, esforço cortante e esforço normal.

Pode-se refinar o modelo de paredes acopladas ao incorporar ligações infinitamente rígidas e resistentes, os chamados trechos rígidos, entre os elementos (Figura 4.6). Alguns programas possuem o recurso<sup>2</sup> que possibilita indicar no modelo, o trecho das barras sem deformação, sendo considerada apenas o trecho flexível das barras na determinação da matriz de rigidez do elemento. Na falta desse recurso, outra forma de introduzir trechos rígidos ao modelo, consiste em criar novos elementos nas ligações, com inércia bem superior ao restante dos elementos adjacentes, simulando o trecho rígido junto às suas extremidades. Porém, o uso desse artifício implica no aumento de elementos à estrutura e na complexidade em definir as corretas características geométricas para esses trechos, que não devem apresentar deformação, devendo ser utilizado de forma cuidadosa. Contudo, a correta incorporação dos trechos rígidos para os lintéis tem se mostrado vantajosa na distribuição das ações horizontais, sob o aspecto de melhorar a representatividade do modelo.

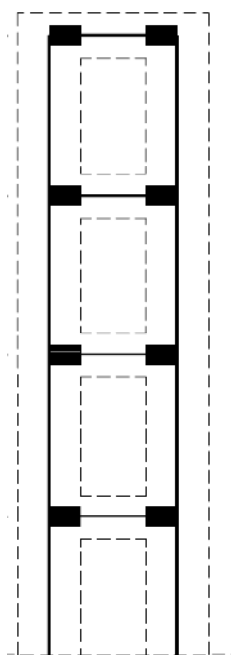


Figura 4.6: Pórtico com trechos rígidos (CORRÊA, 2003).

Em comparação ao modelo de paredes isoladas descrito anteriormente, o método das paredes acopladas permite obter de modo geral valores menores de

---

<sup>2</sup> Usualmente esse recurso é chamado de “offset”.

tensões nas paredes, pois a inclusão dos lintéis no modelo é favorável na absorção das ações horizontais. Os esforços, porém, devem ser analisados corretamente, em particular, o cisalhamento e a flexão dos lintéis, pois dependendo de suas magnitudes, pode ser necessário reforçar esses elementos (NASCIMENTO NETO, 1999).

### **4.3 Distribuição das ações horizontais em painéis de contraventamento assimétricos**

No caso desta abordagem, outro esforço deve ser considerado na análise, a torção. Segundo Blessmann (1989) *apud* Nascimento Neto (1999), existem vários fatores que podem estar associadas à torção nas edificações, entre elas: distribuição irregular das pressões do vento, sistema de contraventamento assimétrico, incidência oblíqua ou turbulência do vento, a qual causa uma distribuição assimétrica das pressões, provocando torção, mesmo quando o vento incide perpendicularmente.

Nos casos em que o vento não atua segundo o eixo de simetria da estrutura, a associação plana não é a forma mais recomendada de distribuir as ações horizontais, pois, devido à rotação do pavimento, os deslocamentos não serão os mesmos, originando esforços adicionais de torção que deverão ser considerados. A seguir, serão apresentados alguns processos de distribuição das ações para o caso de contraventamentos assimétricos.

#### **4.3.1 Paredes isoladas**

Para esse tipo de modelagem, Ramalho e Corrêa (2003) sugerem a utilização de um programa computacional com recursos para modelar cada parede como barra tridimensional cujo eixo principal coincide com um eixo que passa pelo centro de gravidade da parede (Figura 4.7a) e que possibilite a utilização de um nó mestre. O nó mestre garante o comportamento de diafragma rígido das lajes quando seus deslocamentos são compatibilizados com os deslocamentos dos demais nós do pavimento, chamados nós dependentes. Os

graus de liberdade dos nós dependentes são definidos como duas rotações em torno dos eixos do plano do pavimento e uma translação no eixo normal ao pavimento. Esses nós perdem seus referidos graus de liberdade que são transferidos para o nó mestre. Os deslocamentos do nó mestre são definidos como duas translações no plano do pavimento e uma rotação em torno do eixo normal a este plano (Figura 4.7b). Os carregamentos podem ser aplicados somente no nó mestre e, a partir da solução global obtida para este nó, podem ser calculadas as translações e as rotações dos nós dependentes, mediante a compatibilização dos deslocamentos do pavimento.

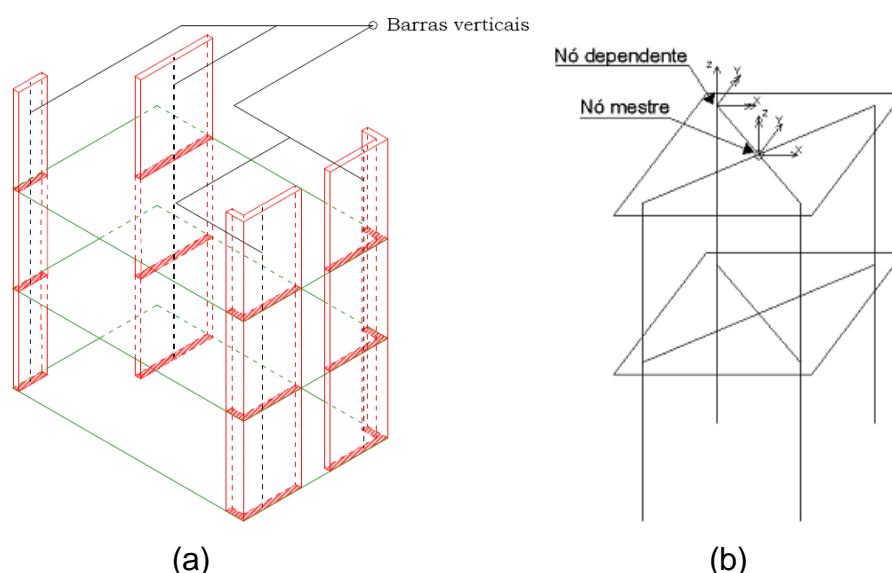


Figura 4.7: (a) Representação da modelagem das paredes com elementos de barra tridimensional (NASCIMENTO NETO, 1999); (b) Nó mestre e nó dependente.

Os esforços adicionais devidos à rotação do pavimento podem ser obtidos através do programa de pórtico tridimensional. No entanto, Hendry (1981) desenvolveu um procedimento simplificado utilizando a associação plana de paredes isoladas que descreve o modelo de uma distribuição assimétrica das paredes de contraventamento (Figura 4.8). Devido ao momento torçor, que pode ser obtido pela Equação (4.11), as paredes estarão submetidas a carregamentos adicionais de magnitude  $F'_A$ ,  $F'_B$  e  $F'_C$  o que implicará em supostos deslocamentos,  $\Delta_A$ ,  $\Delta_B$  e  $\Delta_C$ , proporcionais à distância entre a posição dos nós e o centro elástico do pavimento. Essa proporcionalidade pode ser admitida devido

ao comportamento de diafragma rígido das lajes, e pode ser escrita de acordo com a Equação (4.12).

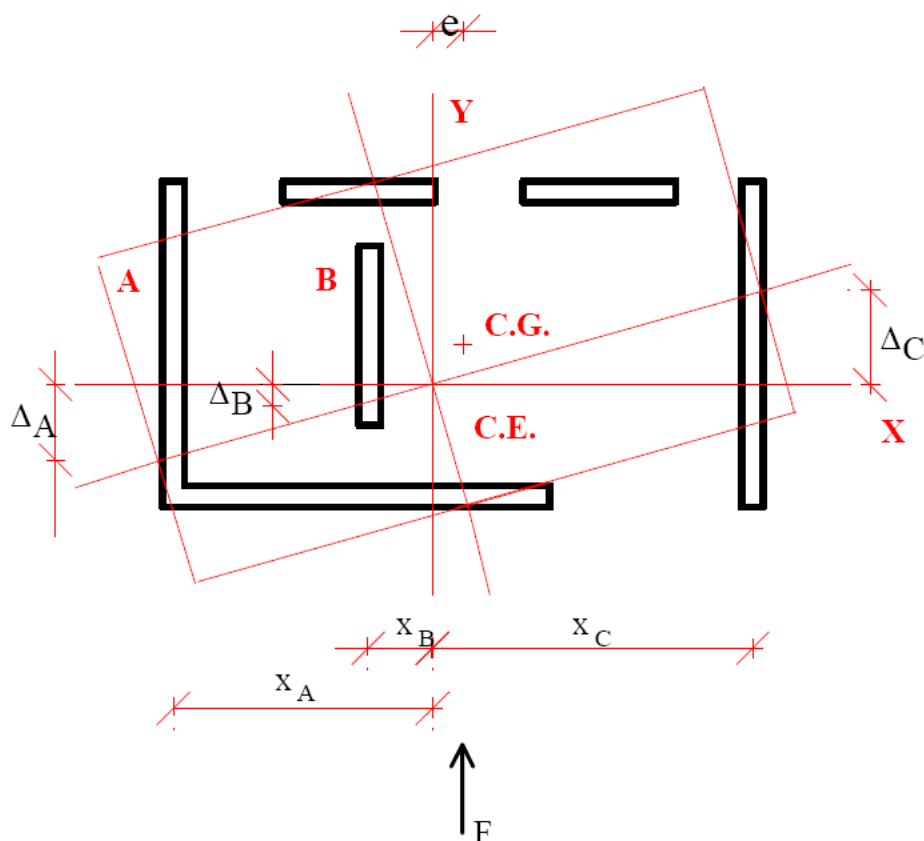


Figura 4.8: Distribuição assimétrica das paredes de contraventamento (SILVA, 1996)

$$T = Fe \quad (4.11)$$

$$\frac{\Delta_A}{X_A} = \frac{\Delta_B}{X_B} = \frac{\Delta_C}{X_C} \quad (4.12)$$

Os deslocamentos podem ser encontrados pela Equação (4.7). E ao relacionar a equação de equilíbrio dos momentos ortogonais ao plano do pavimento (Equação (4.13)) com a Equação (4.12), pode-se chegar à parcela adicional do esforço cortante em uma parede  $i$ , devido à rotação das lajes (Equações (4.13) e (4.14)).

$$F e = F'_A X_A + F'_B X_B + F'_C X_C \quad (4.13)$$

$$F'_i = \left[ I_{xi} X_i / \left( \sum_i^m I_{xj} X_j^2 \right) \right] F e \quad (4.14)$$

Para se chegar ao esforço total da parede, essa parcela de esforço cortante  $F'_i$  deve ser acrescida por superposição de efeitos à parcela obtida devido à translação da laje.

### 4.3.2 Modelo de pórtico tridimensional

Este procedimento é análogo ao anterior, exceto pela adição de trechos rígidos horizontais embutidos nas paredes, conforme se explica a seguir. O recurso do nó mestre também se faz necessário para compatibilização dos deslocamentos associados às duas translações no plano do pavimento e uma rotação em torno do eixo normal a esse plano, simulando o comportamento de corpo rígido da laje do pavimento.

Segundo Nascimento Neto *et al.* (2006), este tipo de modelo é considerado complexo, no que diz respeito às modelagens com elementos de barra. Nessa modelagem, um trecho de parede sem abertura, situado entre pavimentos consecutivos, é discretizado por elementos de barra tridimensionais verticais flexíveis e elementos de barra horizontais rígidas (Figura 4.9).

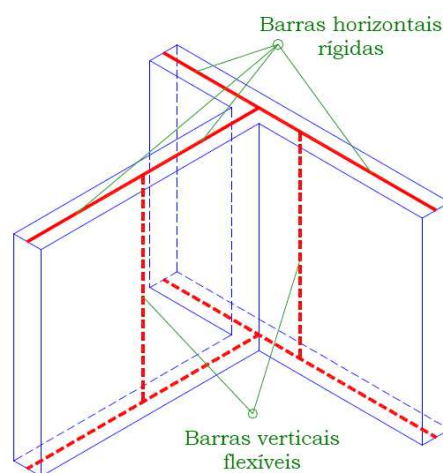


Figura 4.9: Detalhe da modelagem das paredes de contraventamento (NASCIMENTO NETO, 1999).

A Figura 4.10 apresenta um desenho esquemático de um elemento finito de barra tridimensional com os seus eixos de referência. Cada nó de extremidade possui seis graus de liberdade, sendo três translações e três rotações.

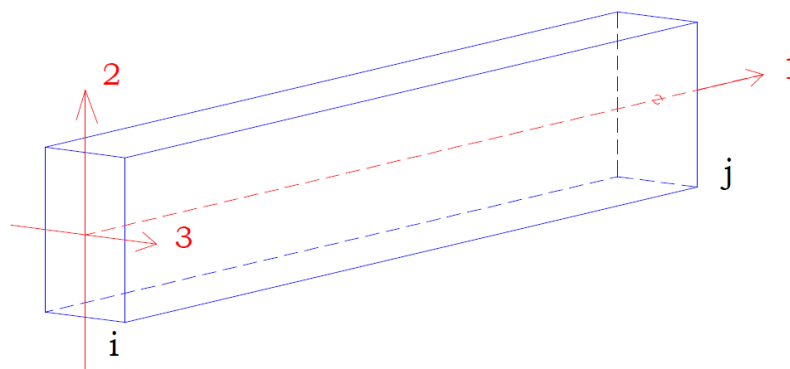


Figura 4.10: Eixos de referência para os graus de liberdade dos elementos de barra tridimensionais (NASCIMENTO NETO, 1999).

As paredes são discretizadas por elementos de barra tridimensional flexíveis com as mesmas características geométricas da seção transversal das paredes que representam, com eixos longitudinais posicionados verticalmente no centro de gravidade da seção retangular dessas paredes, conforme Figura 4.11. Barras horizontais rígidas, dispostas no nível do pavimento, são interligadas através de articulações nas extremidades comuns, sendo permitida apenas a translação vertical nesses nós. Assim, o fenômeno da interação das paredes é considerado, estando associado ao desenvolvimento de esforços cortantes verticais em suas interfaces. A ligação entre as barras horizontais e as verticais é contínua, sem liberação de vínculos.



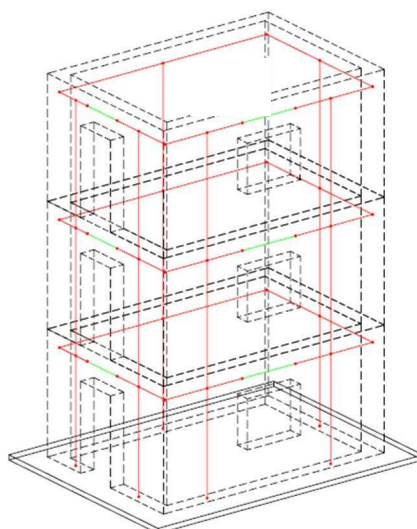


Figura 4.11: Modelo de pórtico tridimensional (PALÁCIO, 2001).

A contribuição das paredes ortogonais para aumentar a rigidez à flexão da estrutura de contraventamento está incorporada no modelo, dispensando a consideração dos flanges, o que seria, no caso, redundante, além de ser impossível a modelagem do limite dos flanges com o modelo tridimensional. Porém, pode-se considerar a presença de lintéis situados nas regiões das aberturas de portas e janelas e a inclusão de trechos rígidos (Figura 4.12), de modo semelhante ao descrito no item 4.2.2. Para o efetivo acoplamento não se devem articular as extremidades das barras horizontais, fazendo com que elas possuam ligação contínua com os lintéis, o que aumentaria a rigidez dos painéis quando solicitados pelas ações horizontais.

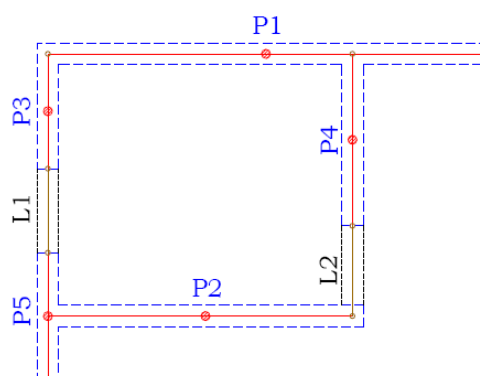


Figura 4.12: Planta baixa da modelagem tridimensional com elementos de barra (NASCIMENTO NETO, 1999).

A discretização da estrutura, conforme descrição nos parágrafos anteriores, está baseada no modelo de Yagui (1978), o qual utilizou elementos de barra para modelagem de núcleos estruturais em concreto armado. O modelo consiste na substituição de cada parede do núcleo da estrutura tridimensional pela estrutura equivalente, que é travada horizontalmente pelos diafragmas e vinculada verticalmente por articulações existentes entre as vigas concorrentes, permitindo unicamente a transmissão de forças verticais de interação concentradas nos pontos de interseção (PEREIRA, 1997). A Figura 4.13 mostra o esquema tridimensional de um núcleo estrutural e as forças verticais cisalhantes originadas de forma contínua ao longo das interseções entre as paredes, que são representadas por interações discretas ao nível dos pavimentos.

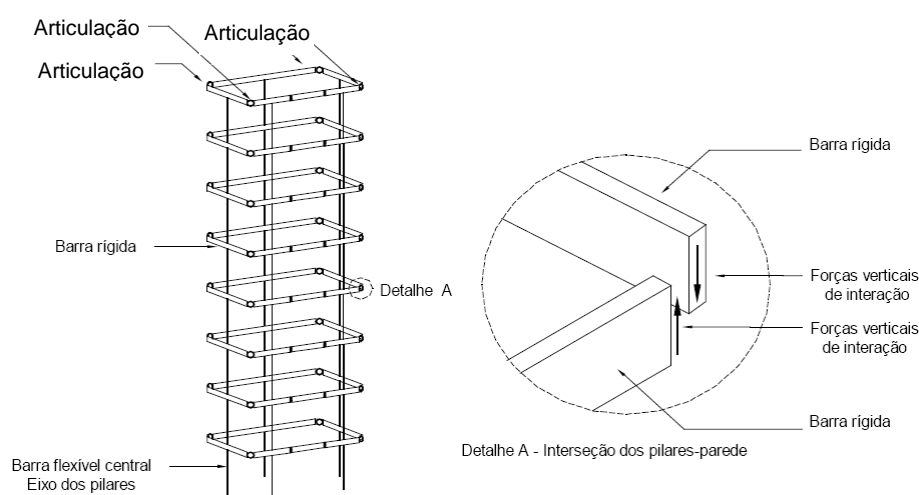


Figura 4.13: Esquema tridimensional de um núcleo estrutural (PEREIRA, 1997).

Nascimento Neto (1999) afirma que, para análise dos esforços devidos às ações horizontais, este modelo pode ser considerado adequado, por representar a rigidez relativa dos painéis e por permitir a inclusão da torção do edifício, ou seja, permite uma análise abrangente da estrutura de contraventamento. Entretanto, deve-se considerar corretamente os esforços obtidos na análise, garantindo que a estrutura funcione conforme o modelo idealizado. Cabe aqui o comentário de que neste modelo as paredes estarão sujeitas a flexão composta, sendo a Equação (4.15) utilizada para obter as tensões normais.

$$\sigma = \frac{N_h}{A_a} \pm \frac{M}{W} \quad (4.15)$$

### 4.3.3 Paredes finas com seção aberta

Este modelo assemelha-se à análise de paredes de núcleos de contraventamento em concreto armado. Barbosa (1978) desenvolveu um estudo baseado na Teoria de Vlassov para paredes com seção transversal aberta sob ações horizontais contraventadas por lintéis. No estudo, as paredes são discretizadas como elementos lineares com sete graus de liberdade por nó (Figura 4.14), pois, além das três translações e três rotações da consideração tridimensional usual, o modelo também incorpora o empenamento. Os lintéis podem ser modelados como elementos de barra tridimensional com as extremidades engastadas nas paredes.

Em resposta à consideração das barras submetidas à flexo-torção serão adicionadas tensões normais aos elementos e o efeito provocado pelo aparecimento destas tensões será um novo esforço solicitante, chamado bimomento.

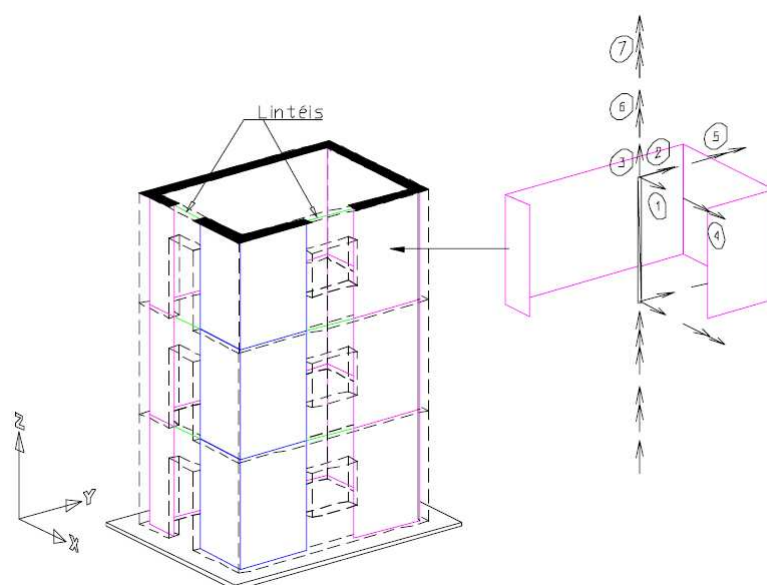


Figura 4.14: Modelo de paredes finas com seção aberta (PALÁCIO, 2001).

Esta análise é recomendada para conjuntos de paredes com arranjos mais complexos, em que a aplicação da teoria da flexão simples não é suficiente. Isso é justificável, uma vez que a teoria da flexão se aplica a elementos com duas de suas dimensões da mesma ordem de grandeza e a terceira dimensão com ordem de grandeza bem maior que a das outras. Na modelagem de paredes finas com seção aberta, as dimensões não são da mesma ordem de grandeza e uma delas (a espessura) é bem menor em relação às demais, sendo necessário o uso de uma teoria mais complexa como a flexo-torção (MANNING JR, 1970).

#### **4.4 Distribuição de ações pelo método dos elementos finitos**

É um modelo eficiente para obtenção de uma boa simulação numérica da estrutura. O domínio é subdividido em um número finito de elementos conectados pelos seus pontos nodais (Figura 4.15). A discretização é a subdivisão do domínio da estrutura e dela resulta um sistema de equações que descreve o seu equilíbrio global. Por ser bem difundida no meio técnico, sua formulação não será, portanto, aqui apresentada. É um procedimento bem versátil que permite diversas técnicas de modelagem da alvenaria, inclusive representar as paredes separando as unidades das juntas de argamassa (micromodelagem) (Figura 4.16). Devido a essa grande diversidade, a simulação numérica da alvenaria se torna extremamente trabalhosa. As desvantagens desse método são devidas ao grande volume de dados e resultados, o que exige um esforço computacional considerado, além da correta interpretação desses resultados.

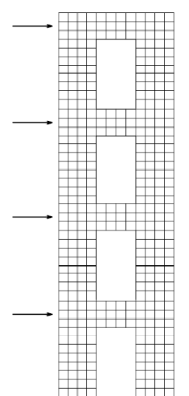


Figura 4.15: Elementos finitos (CORRÊA, 2003)

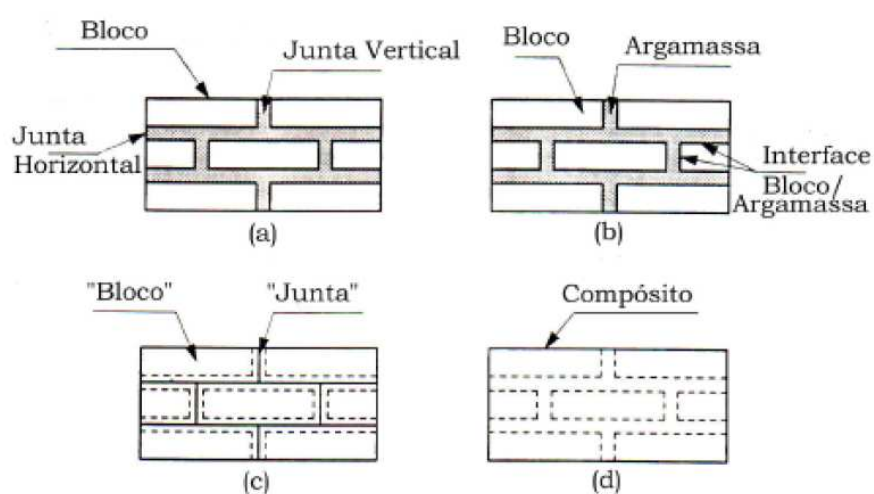


Figura 4.16: Técnicas de modelagem da alvenaria: (a) Exemplar da alvenaria; (b) Micromodelagem; (c) Micromodelagem simplificada; (d) Macromodelagem (LOURENÇO, 1996).

#### 4.5 Modelos adotados

Os modelos adotados neste trabalho para análise das paredes de contraventamento fundamentaram-se em dois procedimentos diferentes, sendo sua aplicação exemplificada nos itens 4.5.1 e 4.5.2 a seguir. O primeiro adota uma abordagem simplificada e bastante usual entre projetistas. A aferição desse método se torna importante para que o projetista tenha uma ferramenta confiável que lhe forneça uma rápida estimativa dos resultados e possibilite um melhor entendimento do comportamento da estrutura em análise. O segundo consiste em um método mais apurado, que possibilita uma análise mais completa, abrangendo, inclusive, os efeitos das deformações por cisalhamento. Os

referidos modelos fornecem a análise global do sistema de contraventamento considerando um comportamento ainda elástico-linear. O edifício exemplo utilizado para validação dos métodos é o mesmo do item 3.4.

#### **4.5.1 Associação plana de paredes isoladas**

O procedimento descrito no item 4.2.1 é empregado em um exemplo a seguir, considerando associação plana de paredes, sendo as seções compostas pelos flanges que as interceptam segundo prescrição da NBR 10837 (ABNT, 1989) e sem a incorporação da deformação por cisalhamento. Neste trabalho o modelo de associação plana de paredes isoladas é designado por Modelo 1.

##### **4.5.1.1 Exemplo**

Neste item é dado continuidade ao exemplo iniciado no capítulo anterior, considerando-se aqui apenas as ações horizontais. Para completar a análise é necessário definir mais alguns dados do projeto. O edifício possui quatro pavimentos e foram utilizados blocos vazados de concreto de  $4,5 \text{ MPa}$ , eficiência  $\eta = 0,8$ , módulo de elasticidade  $E = 2880 \text{ MPa}$ , coeficiente de Poisson  $\nu = 0,15$ , e adotou-se argamassa de resistência característica  $5 \text{ MPa}$ . As análises foram desenvolvidas para ação do vento considerada simétrica, separadamente, para duas direções principais de atuação, ortogonais entre si, X e Y. As paredes são identificadas por PX ou PY, conforme sejam paralelos à direção do eixo X ou Y, seguidos por seus números. A seguir são apresentadas as etapas do procedimento de cálculo das ações horizontais com o vento atuando na direção X.

### a) Ações devidas ao vento e desaprumo

Com os dados geométricos fornecidos no item 3.4.1 e considerando o vento de baixa turbulência, são determinados os coeficientes de arrasto nas direções X ( $C_{a_x}$ ) e Y ( $C_{a_y}$ ), sendo estes valores iguais a 0,85 e 1,23, respectivamente.

Adotou-se a velocidade básica do vento ( $V_0$ ) de 40 m/s, os coeficientes de ajuste  $S_1$  e  $S_3$  iguais a 1, o terreno de rugosidade categoria IV, a classe variando de acordo com a maior dimensão do edifício, que para o caso desse edifício de quatro pavimentos corresponde à classe A, pois a maior dimensão é menor que 20 m.

A partir das informações acima, é possível montar a Tabela 4.1, que contém o fator  $S_2$ , a velocidade característica  $V_k$ , a pressão dinâmica  $q$  e as forças horizontais devidas ao vento em cada pavimento nas direções X e Y. A área da superfície perpendicular à direção do vento engloba meio pé-direito abaixo e acima do pavimento.

Tabela 4.1: Forças horizontais devidas ao vento.

Nível	Cota (m)	S2	Vk (m/s)	q (kN/m <sup>2</sup> )	Fx (kN)	Fy (kN)
1	2,80	0,738	29,53	0,53	8,95	29,52
2	5,60	0,802	32,09	0,63	10,58	34,87
3	8,40	0,842	33,69	0,70	11,66	38,43
4	11,20	0,872	34,87	0,74	12,49	41,18

O ângulo de desaprumo ( $\psi$ ) encontrado pela Equação (4.5) foi 0,002988 rad, o peso do pavimento tipo ( $\Delta P$ ) obtido pela soma das forças verticais foi 987,46 kN e a força horizontal correspondente ao desaprumo ( $F_d$ ) determinada pela Equação (4.6) foi 2,95 kN para as direções X e Y.

## b) Distribuição das ações

A força horizontal em cada pavimento é dada a partir da composição dos valores devidos à ação do vento e ao desaprumo da edificação. O esforço cortante global varia com a altura da edificação. A Tabela 4.2 apresenta os valores dos esforços cortantes e momentos fletores globais nas direções X e Y para os quatro níveis do edifício.

Tabela 4.2: Esforços globais nas direções X e Y.

Nível	DIREÇÃO X			DIREÇÃO Y		
	Força (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.m)	Força (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.m)
1	11,96	55,72	406,51	32,39	155,37	1141,39
2	13,59	43,77	250,48	37,71	122,99	706,34
3	14,67	30,18	127,94	41,27	85,27	361,98
4	15,51	15,51	43,43	44,01	44,01	123,22

As paredes e respectivos grupos aos quais elas pertencem estão dispostos em planta conforme a Figura 4.17.

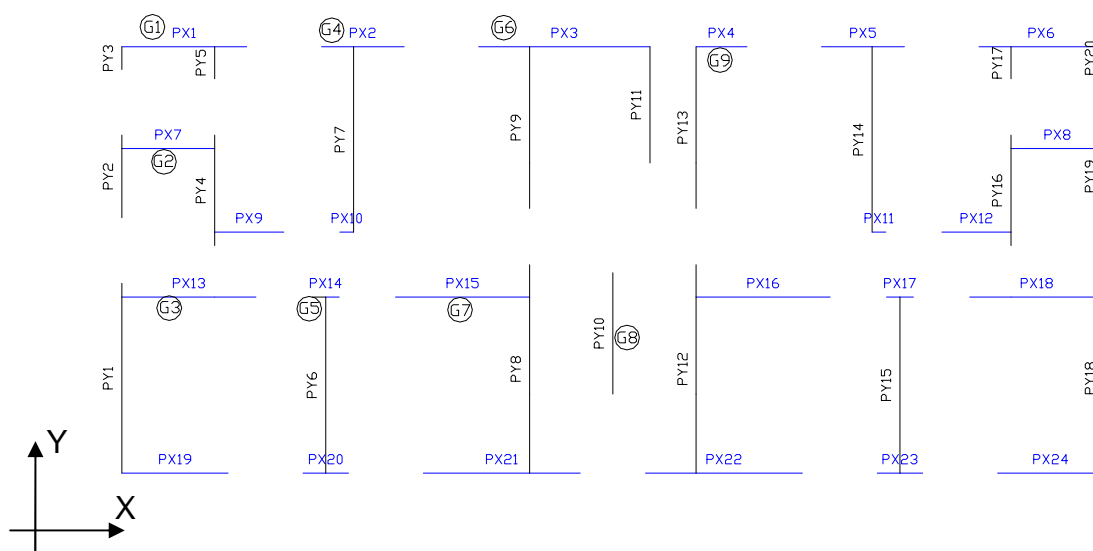


Figura 4.17: Disposição em planta dos grupos e paredes nas direções X e Y.



A rigidez relativa das paredes em cada direção é obtida considerando o momento de inércia à flexão das seções compostas pelos flanges das paredes ortogonais adjacentes, em relação ao eixo baricêntrico perpendicular à direção em que o vento atua. Neste trabalho, o limite utilizado para o comprimento dos flanges não deve ser superior a seis vezes a sua espessura, nem ao comprimento disponível da parede. O exemplo da Figura 4.18a representa a parede PX3 com as dimensões originais das paredes do grupo e a Figura 4.18b mostra a seção composta pela contribuição dos flanges, até o limite estabelecido pela NBR 10837 (ABNT, 1989).

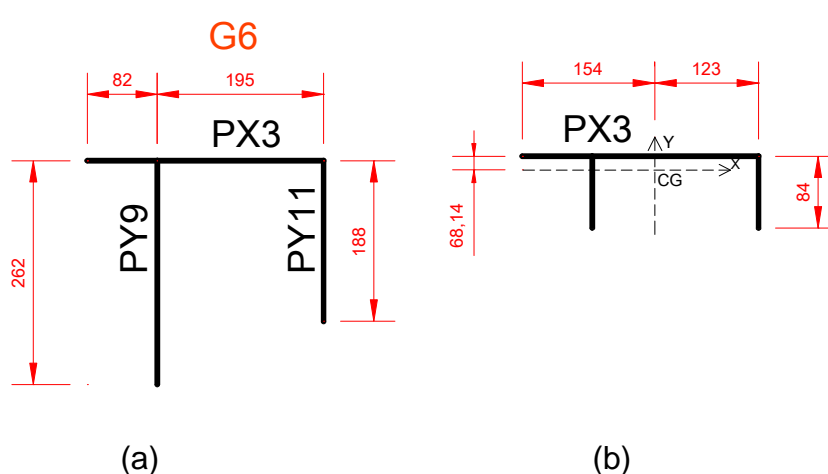


Figura 4.18: (a) Grupo da parede PX3 (cm); (b) Seção transversal composta da parede PX3 (cm).

Para a distribuição das ações horizontais nas paredes da direção X, deve-se obter momentos de inércia de flexão relativos ao eixo Y, indicado na Figura 4.18b. A Tabela 4.3 apresenta os valores dos momentos de inércia de flexão de cada parede na direção X, e seus índices de rigidez relativos ao conjunto total de painéis do pavimento nessa direção. Devido à simetria de algumas paredes, a Tabela 4.3 indica apenas o número de suas repetições, considerando-se a devida correspondência na associação, para que sejam computados seus respectivos valores de inércias.

Tabela 4.3: Rigidez das paredes PX.

Parede PX	Quantidade de paredes correspondentes	I (m <sup>4</sup> )	Rigidez relativa
1	2	0,166	0,05433
2	2	0,030	0,00978
3	1	0,497	0,16250
4	1	0,016	0,00536
7	2	0,207	0,06768
9	2	0,041	0,01327
10	2	0,001	0,00020
13	2	0,237	0,07750
14	2	0,001	0,00039
15	2	0,257	0,08421
19	2	0,118	0,03862
20	2	0,005	0,00161
21	2	0,209	0,06849
<b>Rigidez total do pavimento:</b>		<b>3,056 m<sup>4</sup></b>	

### c) Esforços e tensões normais

Os esforços solicitantes ao longo das paredes produzidos pelas ações horizontais podem ser calculados como o produto dos esforços globais pela rigidez relativa de cada parede. As Tabelas 4.4 e 4.5 apresentam, respectivamente, os esforços cortantes e os momentos fletores solicitantes em cada parede segundo a direção X.

Tabela 4.4: Esforços cortantes nas paredes segundo a direção X - Modelo 1 (kN).

Nível	PX1	PX2	PX3	PX4	PX7	PX9	PX10	PX13	PX14	PX15	PX19	PX20	PX21
1	3,02	0,54	9,03	0,30	3,75	0,73	0,01	4,30	0,02	4,68	2,14	0,09	3,80
2	2,37	0,42	7,09	0,23	2,95	0,58	0,01	3,38	0,01	3,67	1,68	0,07	2,99
3	1,63	0,29	4,89	0,16	2,03	0,40	0,00	2,33	0,01	2,53	1,16	0,05	2,06
4	0,84	0,15	2,51	0,08	1,05	0,20	0,00	1,20	0,01	1,30	0,60	0,02	1,06

Tabela 4.5: Momentos fletores nas paredes segundo a direção X - Modelo 1 (kN.m).

Nível	PX1	PX2	PX3	PX4	PX7	PX9	PX10	PX13	PX14	PX15	PX19	PX20	PX21
1	22,00	3,94	65,85	2,15	27,38	5,35	0,06	31,40	0,13	34,11	15,63	0,63	27,75
2	13,56	2,43	40,58	1,33	16,87	3,30	0,03	19,35	0,08	21,02	9,63	0,39	17,10
3	6,93	1,24	20,72	0,68	8,62	1,68	0,02	9,88	0,04	10,73	4,92	0,20	8,73
4	2,35	0,42	7,04	0,23	2,93	0,57	0,01	3,35	0,01	3,64	1,67	0,07	2,96

Vale ressaltar que, para a obtenção do momento atuante nas paredes, foi considerada a seção composta pelos flanges e as tensões normais calculadas pela teoria da flexão simples (Equação (4.10)). Os valores das tensões normais obtidas pelo Modelo 1 estão apresentados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Tensões normais nas paredes segundo a direção X - Modelo 1 (MPa).

Nível	PX1	PX2	PX3	PX4	PX7	PX9	PX10	PX13	PX14	PX15	PX19	PX20	PX21
1	0,14	0,10	0,21	0,08	0,10	0,11	0,03	0,19	0,03	0,20	0,15	0,05	0,18
2	0,09	0,06	0,13	0,05	0,06	0,07	0,02	0,12	0,02	0,12	0,09	0,03	0,11
3	0,04	0,03	0,06	0,03	0,03	0,04	0,01	0,06	0,01	0,06	0,05	0,02	0,06
4	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02

#### d) Tensão de cisalhamento na interface das paredes

A tensão de cisalhamento na interface vertical das paredes, devido às ações horizontais pode ser calculada pela expressão da resistência dos materiais (Equação (2.13)), também recomendada pelo ACI 530 (ACI,1999).

A nomenclatura utilizada é a mesma apresentada no item 3.4.2. A Tabela 4.7 mostra os valores encontrados nas interfaces do grupo 6, referente a todos os níveis.

Tabela 4.7: Tensões de cisalhamento nas interfaces do grupo 6 devidas às ações horizontais na direção X – Modelo 1.

Nível	Encontro	Trecho	$\tau_H$ (MPa)
1	I	1	0,0169
	I	2	0,0279
	I	3	0,0110
	II	2	0,0188
	II	4	0,0188
2	I	1	0,0133
	I	2	0,0219
	I	3	0,0087
	II	2	0,0148
	II	4	0,0148

Tabela 4.7: Tensões de cisalhamento nas interfaces do grupo 6 devidas às ações horizontais na direção X – Modelo 1 (continuação).

Nível	Encontro	Trecho	$\tau_H$ (MPa)
3	I	1	0,0092
	I	2	0,0151
	I	3	0,0060
	II	2	0,0102
	II	4	0,0102
4	I	1	0,0047
	I	2	0,0078
	I	3	0,0031
	II	2	0,0052
	II	4	0,0052

#### 4.5.2 Modelo de pórtico tridimensional

O modelo de pórtico tridimensional é designado, neste trabalho, por Modelo 2, e será utilizado para posterior comparação com o Modelo 1.

O processo de cálculo para obtenção dos esforços e deslocamentos pelo modelo de pórtico tridimensional é bem mais complexo que o da associação plana de paredes isoladas. Neste trabalho, os edifícios foram modelados com o auxílio do programa LASER<sup>3</sup> que utiliza o método dos Elementos Finitos. O programa possui em sua biblioteca elementos de barra tridimensional, necessários à modelagem dos painéis. Assim, são apresentadas as características mais relevantes para seu entendimento.

Na modelagem, é incorporada a deformação por cisalhamento e os efeitos causados por empenamento. Os acréscimos de esforços provenientes da torção são computados embora, devido à pequena assimetria, não sejam relevantes e não constituem objeto de análise na presente pesquisa. Maiores informações sobre os efeitos de torção em edifícios de alvenaria estrutural podem ser encontradas em Nascimento Neto (1999). Os painéis são modelados sem a contribuição dos lintéis entre as aberturas como se fez na aplicação do Modelo 1.

<sup>3</sup> Programa em Elementos Finitos desenvolvido na Escola de Engenharia de São Carlos.

### 4.5.2.1 Exemplo

O exemplo aqui apresentado corresponde ao mesmo edifício do exemplo desenvolvido para o Modelo 1. Assim, os valores adotados e calculados para a ação do vento e para o desaprumo são os mesmos.

#### a) Discretização

Como descrito anteriormente, a estrutura é discretizada em elementos de barra tridimensional. Os encontros das barras do modelo na distribuição das paredes do grupo 6 estão apresentados como exemplo na Figura 4.19.

Cada parede possui um nó em cada pavimento no centro de gravidade da seção retangular que a representa, bem como nós definidos pelas interseções de paredes. O nó do centro de gravidade é utilizado para incidência das barras verticais.

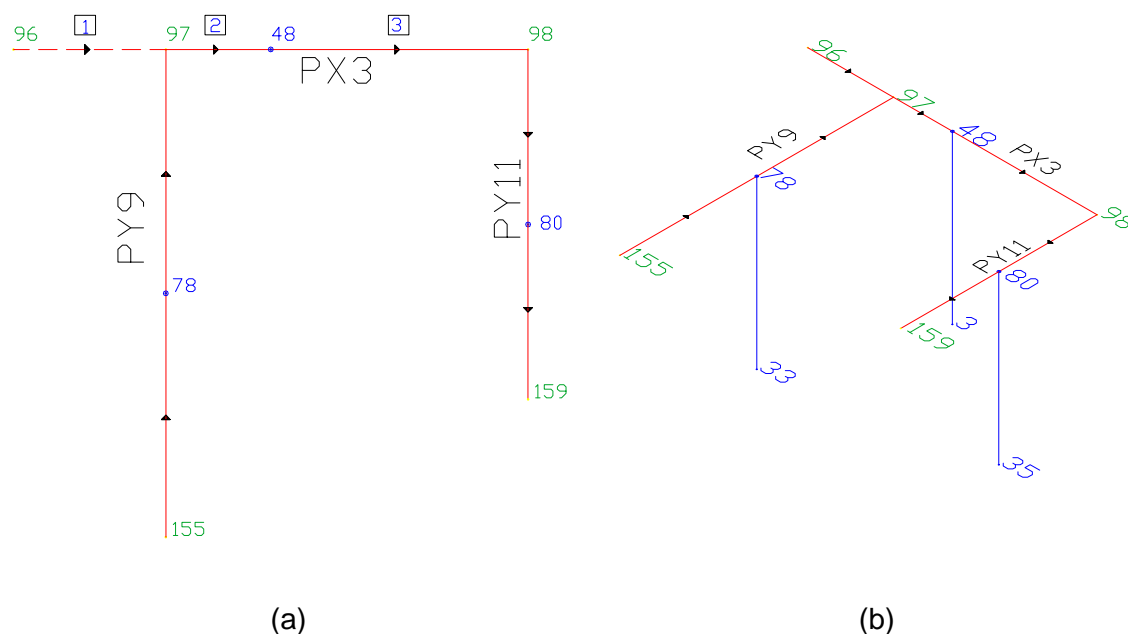


Figura 4.19: (a) Discretização das paredes em elementos de barra tridimensional; (b) Detalhe da incidência das barras verticais no modelo tridimensional.

De acordo com a Figura 4.19a, a parede PX3 possui três barras rígidas. Observe-se que os números das barras estão indicados no interior de retângulos. A primeira barra [1] possui a extremidade inicial articulada, no nó 96, pois corresponde a um ponto extremo na modelagem da parede e a outra extremidade contínua (nó 97). A segunda barra [2] disposta entre os nós 97 e 48, não tem liberação de vínculos em suas extremidades. Na extremidade inicial da terceira barra [3] não há liberação de vínculos, pois corresponde à continuidade com o elemento vertical (nó 48) e a extremidade final é articulada, pois o nó 98 corresponde a um ponto extremo na modelagem da parede e está simulando a interação entre as paredes PX3 e PY11. No caso da extremidade inicial da primeira barra não interagir com outra parede ou com algum lintel, ela se torna desnecessária no modelo, podendo ser removida. A Figura 4.20 apresenta um diagrama unifilar tridimensional para o edifício em análise.

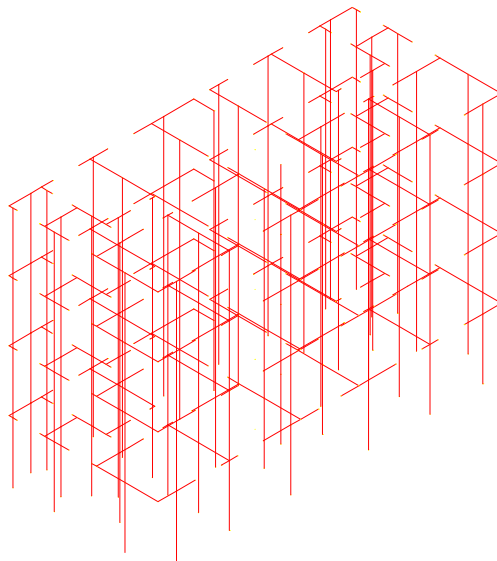


Figura 4.20: Modelo tridimensional de paredes.

### **b) Deformação por cisalhamento**

O sistema LASER permite incorporar as deformações por cisalhamento no modelo, incluindo as devidas adaptações na matriz de rigidez da barra. A deformação por cisalhamento é considerada nas barras verticais do pórtico tridimensional, em que todas as seções transversais são retangulares, utilizado-

se o valor 1,2 como fator de forma. A área de cisalhamento pode ser obtida pela Equação (4.16).

$$A_c = \frac{A}{\lambda} \quad (4.16)$$

Sendo,

$A_c$ : área de cisalhamento;

$A$ : área da seção transversal;

$\lambda$ : fator de forma da seção.

### c) Esforços solicitantes e tensões normais

As Tabelas 4.8 e 4.9 apresentam, respectivamente, os esforços cortantes e momentos fletores obtidos com o Modelo 2 segundo a direção X.

Tabela 4.8: Esforços cortantes nas paredes segundo a direção X – Modelo 2 (kN).

Nível	PX1	PX2	PX3	PX4	PX7	PX9	PX10	PX13	PX14	PX15	PX19	PX20	PX21
1	3,18	1,03	7,29	0,40	2,74	1,04	0,01	0,05	4,34	2,49	0,21	4,66	3,18
2	2,04	0,33	7,26	0,25	3,16	0,91	0,01	0,01	3,67	1,79	0,04	2,83	2,04
3	1,26	0,24	5,58	0,16	2,63	0,74	0,00	0,01	2,48	1,14	0,05	1,58	1,26
4	0,42	0,03	3,71	0,06	1,89	0,48	0,00	0,00	1,30	0,49	0,00	0,37	0,42

Tabela 4.9: Momentos fletores nas paredes segundo a direção X - Modelo 2 (kN.m).

Nível	PX1	PX2	PX3	PX4	PX7	PX9	PX10	PX13	PX14	PX15	PX19	PX20	PX21
1	13,56	4,38	30,44	1,18	6,79	2,95	0,03	16,68	0,18	16,71	9,17	0,82	25,36
2	7,07	1,58	21,04	0,62	6,10	1,96	0,01	10,20	0,05	10,70	5,30	0,24	13,07
3	3,31	0,71	12,40	0,33	4,48	1,31	0,01	5,10	0,03	5,72	2,68	0,13	5,53
4	0,84	0,07	6,02	0,10	2,83	0,72	0,00	1,64	0,00	2,23	0,87	0,01	1,12

Neste segundo procedimento, as paredes estão submetidas à flexão composta com força normal, e a área considerada é a da seção do retângulo que

representa a parede. Assim, o Modelo 2 fornece os esforços normais devidos às ações horizontais (Tabela 4.10).

Tabela 4.10: Esforços normais nas paredes segundo a direção X - Modelo 2 (kN)

Nível	PX1	PX2	PX3	PX4	PX7	PX9	PX10	PX13	PX14	PX15	PX19	PX20	PX21
1	0,90	1,24	4,77	3,05	4,17	10,54	0,24	11,35	0,23	15,02	8,59	0,34	2,36
2	0,49	0,57	3,01	1,67	3,19	7,09	0,11	6,58	0,19	9,36	4,98	0,28	0,67
3	0,19	0,18	1,41	0,70	1,82	3,73	0,04	2,84	0,12	4,49	2,20	0,17	0,20
4	0,04	0,02	0,38	0,17	0,59	1,11	0,01	0,74	0,04	1,30	0,59	0,06	0,21

As tensões normais são calculadas pela Equação (4.15) e os valores obtidos estão apresentados na Tabela 4.11.

Tabela 4.11: Tensões normais nas paredes segundo a direção X - Modelo 2 (MPa).

Nível	PX1	PX2	PX3	PX4	PX7	PX9	PX10	PX13	PX14	PX15	PX19	PX20	PX21
1	0,15	0,11	0,18	0,10	0,15	0,17	0,03	0,19	0,04	0,20	0,17	0,07	0,18
2	0,08	0,04	0,13	0,05	0,13	0,11	0,02	0,11	0,01	0,13	0,10	0,02	0,09
3	0,04	0,02	0,07	0,03	0,10	0,07	0,01	0,06	0,01	0,07	0,05	0,01	0,04
4	0,01	0,00	0,04	0,01	0,06	0,03	0,00	0,02	0,00	0,03	0,02	0,00	0,01

#### d) Tensão de cisalhamento na interface das paredes

A tensão de cisalhamento na interface vertical das paredes é calculada pela Equação (2.1), com os valores dos esforços cortantes obtidos na extremidade das barras horizontais que se interceptam e a área de interseção sendo o produto da altura da parede pela sua espessura.

Os valores das tensões de cisalhamento nas interfaces do grupo 6 em todos os níveis, obtidos com o Modelo 2 estão apresentados na Tabela 4.12.



Tabela 4.12: Tensões de cisalhamento nas interfaces do grupo 6 devidas às ações horizontais na direção X – Modelo 2.

Nível	Encontro	Trecho	$\tau_H$ (MPa)
1	I	1	0,0000
	I	2	0,0115
	I	3	0,0115
	II	2	0,0162
	II	4	0,0162
2	I	1	0,0000
	I	2	0,0128
	I	3	0,0128
	II	2	0,0170
	II	4	0,0170
3	I	1	0,0000
	I	2	0,0105
	I	3	0,0105
	II	2	0,0132
	II	4	0,0132
4	I	1	0,0000
	I	2	0,0052
	I	3	0,0052
	II	2	0,0062
	II	4	0,0062

### 4.5.3 Comparação

A seguir são apresentados alguns gráficos referentes aos dois modelos utilizados, bem como alguns comentários preliminares sobre os resultados obtidos. Análises mais detalhadas serão feitas no capítulo 6.

O gráfico de deslocamentos horizontais dos nós mestres ao nível de cada pavimento (Figura 4.21) mostra que os valores correspondentes ao Modelo 2 são menores que os do Modelo 1, embora essa redução não seja significativa, como será apresentado posteriormente no capítulo 6.

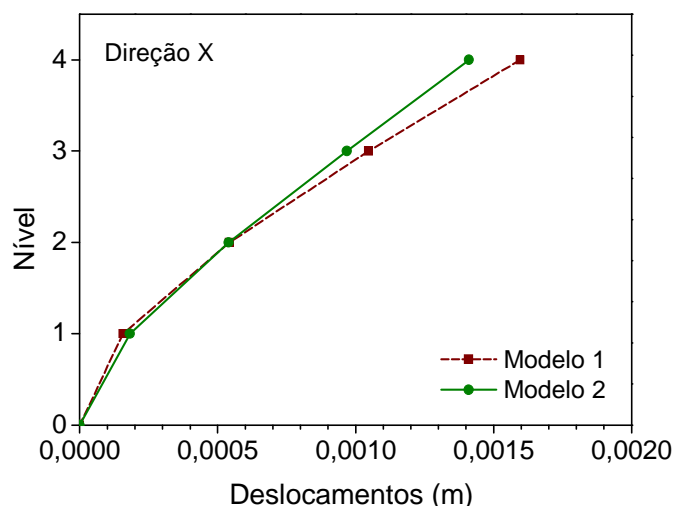


Figura 4.21: Deslocamentos horizontais para ações segundo a direção X.

A Figura 4.22 tem por objetivo mostrar de forma geral as diferenças entre dos esforços cortantes nas paredes, obtidos pelos dois modelos. Os valores são relativos ao primeiro pavimento, devido às ações horizontais se tornarem críticas nessa região quando obtidas pelo Modelo 1. As diferenças máximas ocorreram na parede PX17, com valor percentual de 60% entre os modelos.

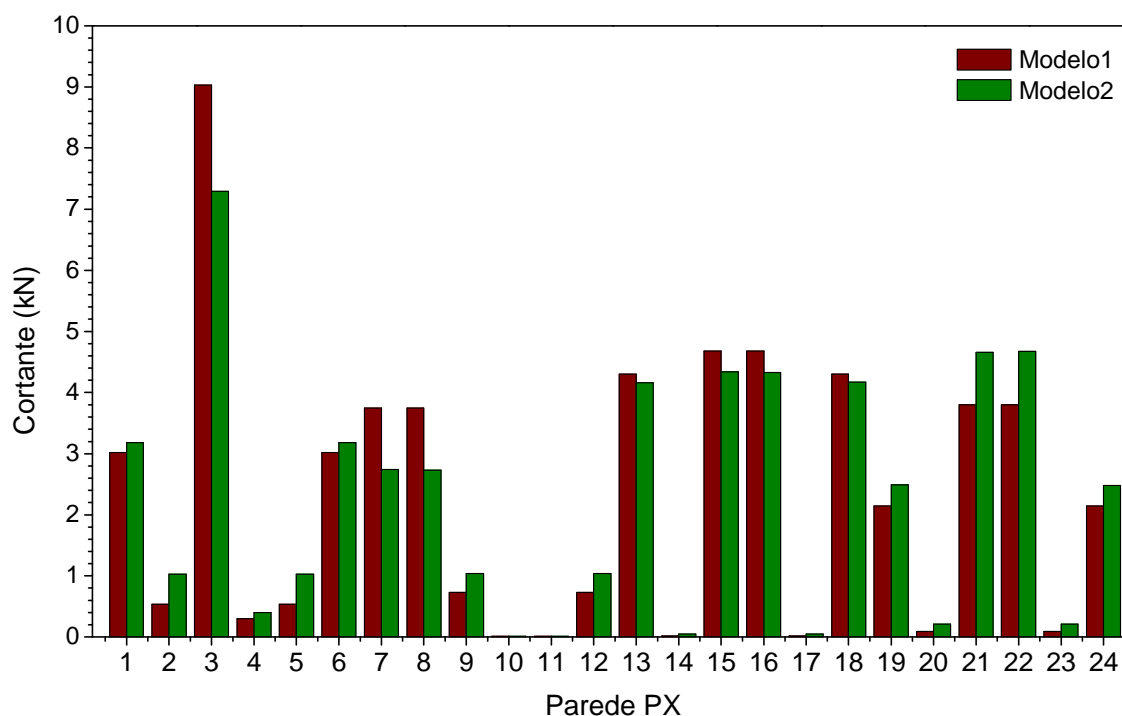


Figura 4.22: Esforços cortantes nas paredes de contraventamento para ações segundo a direção X – 1º pavimento.

A parede mais solicitada foi a PX3, com diferença percentual de 20% entre os modelos. A Figura 4.23 mostra a distribuição dos esforços cortantes dessa parede ao longo da altura do edifício.

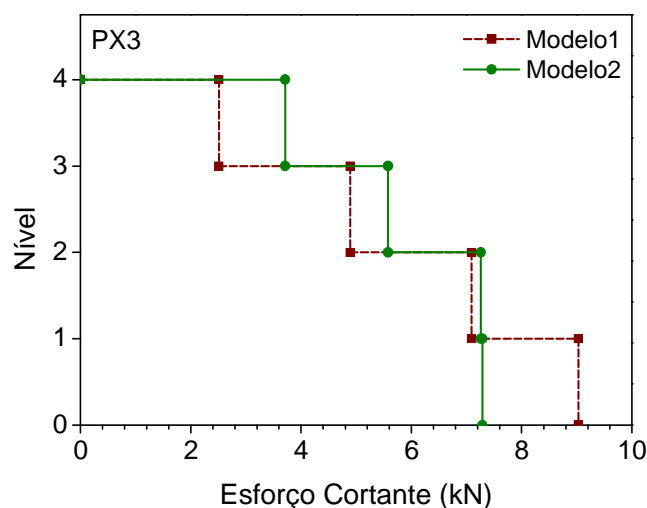


Figura 4.23: Esforços cortantes na parede PX3 ao nível de cada pavimento.

A Figura 4.24 ilustra os momentos fletores na parede PX3 segundo os dois modelos utilizados. Cabe observar que a comparação dos momentos fletores entre os modelos não é representativa já que no primeiro deles tem-se flexão simples e no segundo flexão composta, mesmo considerando-se apenas as ações horizontais. No Modelo 1, a área da seção considerada para obtenção dos momentos fletores é a da seção composta pela alma e pelas paredes adjacentes (contribuição dos flanges). No Modelo 2, a área utilizada é somente a da alma. Essas considerações conceituais dos modelos são responsáveis pelas grandes diferenças entre os valores dos momentos fletores. É de se esperar que o Modelo 1 apresente, em geral, maiores valores, pela forma de consideração da seção composta. A descontinuidade no comportamento do gráfico da Figura 4.24 é devida à presença da barra rígida no Modelo 2.

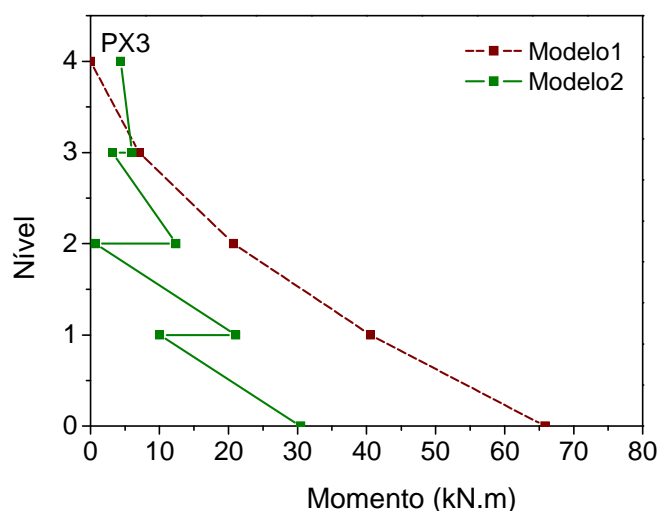


Figura 4.24: Momentos fletores na parede PX3.

A Figura 4.25 apresenta as tensões normais em todas as paredes da direção X e a Figura 4.26 mostra os valores na parede mais carregada no Modelo 2, PX15, segundo os dois modelos utilizados ao longo da altura do edifício. Diferentemente dos momentos fletores a comparação dessas tensões faz sentido. No Modelo 1 não há a presença de força normal, sendo aplicada a teoria da flexão simples. No Modelo 2 a estrutura está sujeita a flexão composta, pois no modelo tridimensional a interação das paredes provoca o aparecimento de força normal, enquanto no modelo de paredes isoladas a interação é considerada indiretamente pela contribuição dos flanges. No entanto, observa-se que apesar dos diferentes mecanismos de flexão, os valores das tensões normais são muito próximos. Cabe ressaltar que os esforços solicitantes utilizados no cálculo das tensões normais no trecho de uma parede entre dois níveis consecutivos sempre foi o da seção inferior.

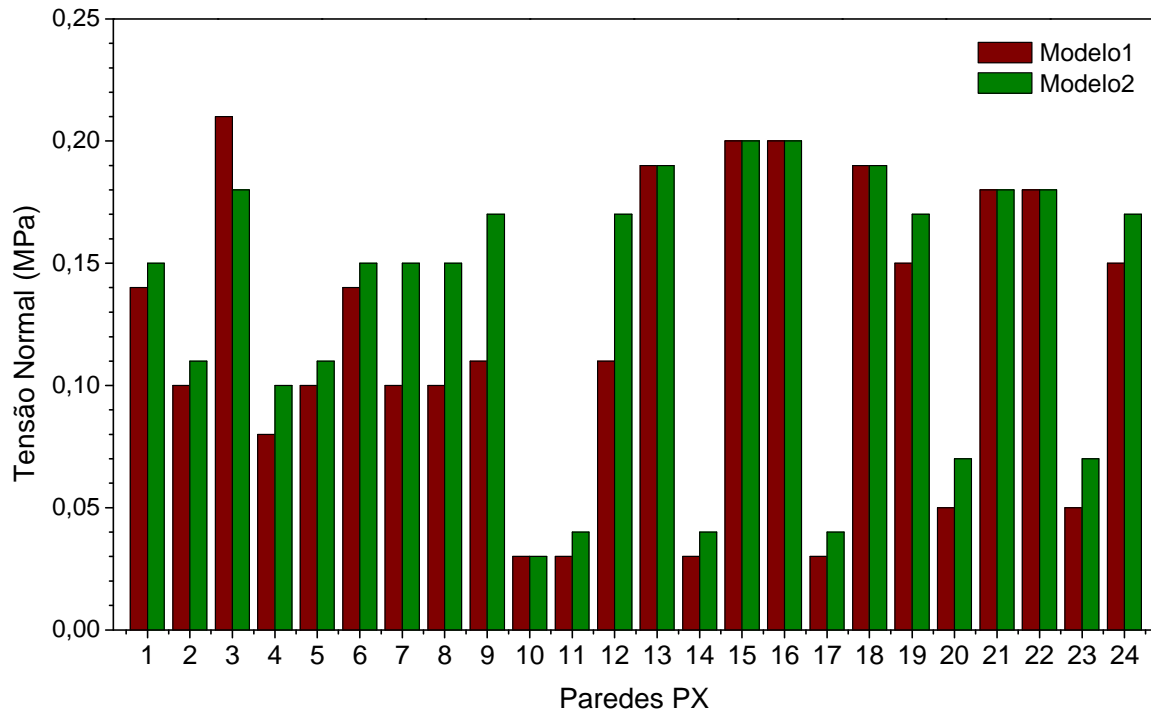


Figura 4.25: Tensões normais nas paredes de contraventamento para ações segundo a direção X – 1º pavimento.

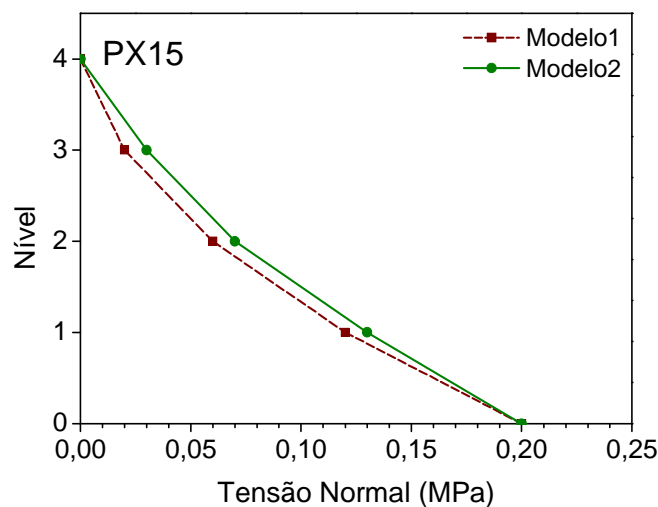


Figura 4.26: Tensões normais na parede PX15 ao nível de cada pavimento.

Quanto às tensões de cisalhamento na interface das paredes, no Modelo 2, algumas interfaces não são representadas. Em geral, isso acontece com as barras que até poderiam ser eliminadas do modelo, conforme descrito no item 4.5.2.1. Isso tem dois efeitos: além de não se ter o valor da tensão cisalhante na respectiva interface (vide I-1 na Figura 3.11), a que lhe é adjacente (I-2 na mesma figura), no plano da parede, fica alterada, devido à necessidade

de manutenção do fluxo cisalhante. No entanto, os valores das tensões nas interfaces de tipo flange/alma (vide I-3 e II-4 na mesma figura) são devidamente obtidos e podem ser comparados. Nesse caso os valores obtidos pelos dois modelos se mostraram próximos.

A Figura 4.27 apresenta as tensões de cisalhamento na interface II-4 do grupo de paredes G6 ao longo da altura do edifício. Observa-se que a tensão crítica referente ao Modelo 1 se dá no primeiro pavimento, enquanto no Modelo 2, ela se dá no segundo pavimento, o que é consistente com o que ocorreu na força cortante (vide Figura 4.23).

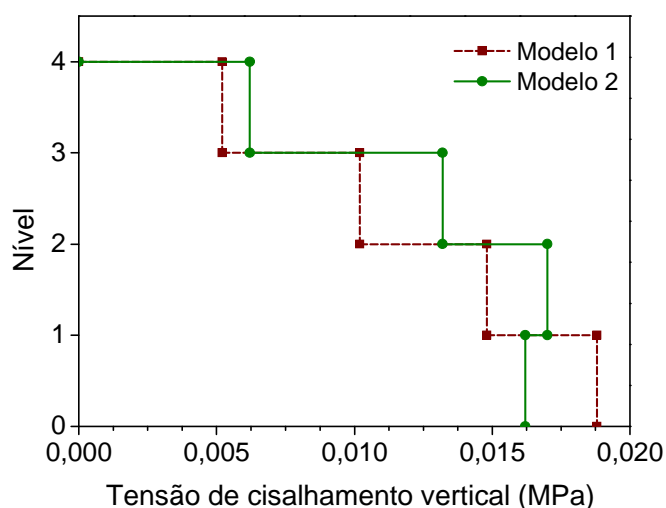


Figura 4.27: Tensões de cisalhamento na interface vertical II-4 do grupo de paredes G6.



## 5 SOLICITAÇÃO DE INTERFACES DE PAREDES: AÇÕES COMBINADAS

### 5.1 Composição dos carregamentos vertical e horizontal

O presente capítulo tem como objetivo avaliar, de forma simplificada, o nível das tensões de cisalhamento na interface das paredes interconectadas, considerando a aplicação simultânea do carregamento vertical e das ações horizontais (Figura 5.1). Isto é feito mediante aplicação do princípio da superposição dos efeitos, descrito no item 2.3.

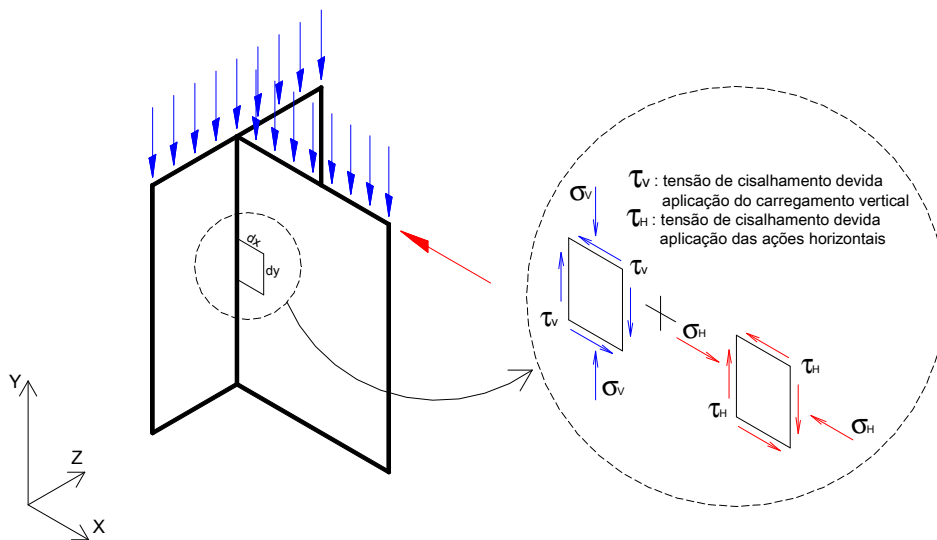


Figura 5.1: Estado de tensões em um elemento de alvenaria submetido ao cisalhamento considerando as ações verticais e horizontais.

O procedimento de aplicação desse princípio consiste em obter, separadamente, as tensões de cisalhamento na interface das paredes provocadas pelas ações verticais e horizontais, combinar tais resultados de forma a obter as solicitações finais e, em seguida, compará-las com a resistência das interfaces ao cisalhamento.

Primeiramente é necessário verificar a resistência das interfaces considerando apenas o carregamento vertical. Caso ela não possua capacidade de transmissão das forças cisalhantes, o processo torna-se iterativo, excluindo-



se a possibilidade de interação nessa interface. Esse processo deve se repetir até que o nível de solicitação das interfaces não exceda os limites de resistência.

Após a definição das interfaces que estarão resistindo aos esforços causados pelas ações verticais, procede-se o cálculo das tensões de cisalhamento provocadas pelas ações horizontais.

Em seguida combinam-se as ações e avaliam-se as resistências das interfaces. Aqui, novamente, no caso de alguma interface não ter capacidade suficiente para absorver a solicitação da combinação, o processo deve ser submetido a uma nova iteração, desconsiderando-se a interação correspondente à interface que não resistiu.

Cabe observar que ao invés de se desconsiderar a interface com deficiência (seja causada pelo carregamento vertical ou pela combinação com o horizontal) pode-se, alternativamente, reforçar essa interface de modo que ela tenha resistência suficiente para absorver a solicitação atuante. Nesse caso é importante que sejam conhecidos os procedimentos de reforço, bem como os acréscimos de resistência que eles permitam adicionar à interface vertical. A Figura 5.2 esquematiza o procedimento de avaliação das interfaces das paredes.

Neste trabalho, para obtenção das tensões de cisalhamento produzidas na interface das paredes, foi aplicado o modelo proposto por Corrêa e Page (2001) para as ações verticais, apresentado no item 3.3.

Para as ações horizontais, essas tensões foram encontradas pelos modelos de associação plana de paredes isoladas (Modelo 1) e de pórtico tridimensional (Modelo 2), descritos detalhadamente nos itens 4.5.1 e 4.5.2. No exemplo de aplicação apresentado nos itens a seguir, utiliza-se apenas o Modelo 1 como ilustração dos procedimentos de cálculo e verificação.

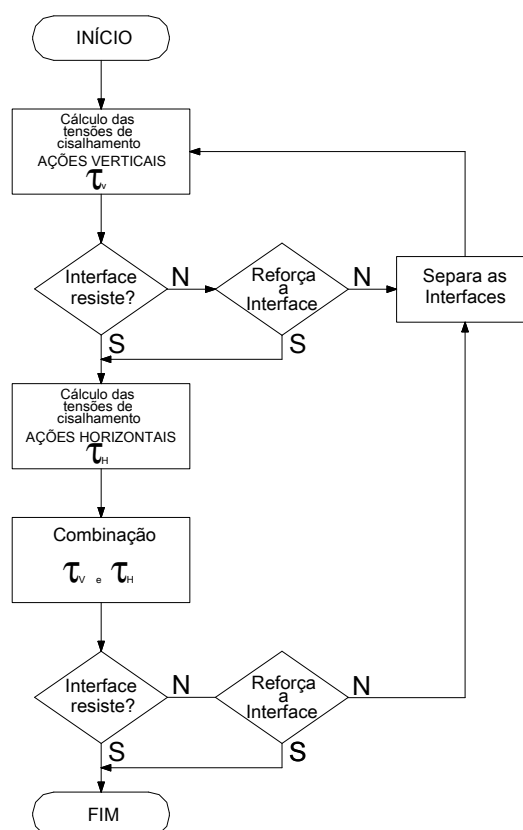


Figura 5.2: Esquema do procedimento para avaliação das tensões de cisalhamento nas interfaces das paredes interconectadas.

## 5.2 Avaliação das tensões de cisalhamento na interface

A avaliação da capacidade da interface de transmitir os esforços solicitantes deve ser feita mediante a comparação com sua resistência. Neste trabalho, essas resistências, bem como as combinações dos carregamentos verticais e horizontais utilizadas para obtenção das tensões finais, são determinadas de acordo com as versões atual e em revisão da NBR 10837 (ABNT, 1989), conforme mencionado nos itens 2.4.1 e 2.4.2, respectivamente.

As máximas tensões são avaliadas no primeiro pavimento, uma vez que, devido às ações horizontais, elas se tornam críticas nessa região quando obtidas pelo Modelo 1, como mencionado anteriormente. Vale observar que as tensões de cisalhamento devidas às ações verticais são as mesmas em qualquer pavimento, desde que eles estejam sujeitos aos mesmos carregamentos, pois conforme descrito no item 3.3, considera-se que a homogeneização total das tensões verticais se dá ao longo da altura de um pavimento.

### 5.3 Exemplo de aplicação

Com o objetivo de obter informações da análise estrutural, desenvolveu-se o estudo detalhado de um projeto básico como exemplo de aplicação. Foram obtidas as tensões máximas de cisalhamento na interface das paredes devidas às ações verticais e horizontais, analisadas separadamente e, após, devidamente superpostas.

As características do edifício e o procedimento de cálculo para obtenção das tensões de cisalhamento, tanto devido às ações verticais, quanto às ações horizontais, foram descritos nos capítulos anteriores. Porém, para melhor entendimento do processo, neste item são apresentados os resultados referentes às tensões em cada interface das paredes de todos os grupos devidos às ações verticais e horizontais com o vento atuando na direção X, bem como as combinações destes resultados.

O processo é iterativo. Assim, a primeira iteração corresponde à definição inicial dos grupos de paredes, considerando a integridade de todas as interfaces, conforme mostra a Figura 5.3. A nomenclatura apresentada será a mesma utilizada no item 3.4.2 para identificar os resultados das tensões em cada interface nas tabelas que se seguem.

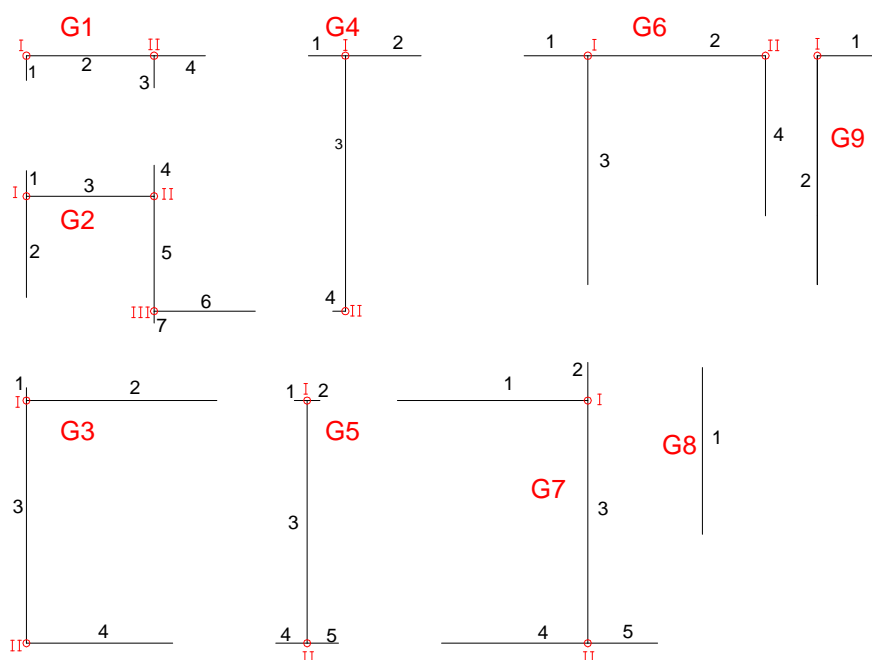


Figura 5.3: Definição inicial dos grupos, encontros e trechos de paredes.

### 5.3.1 Verificação da resistência segundo a NBR 10837 (ABNT, 1989)

Na primeira iteração, para as ações verticais, todas as interfaces dos grupos apresentados na Figura 5.3 resistiram à força cisalhante. Para a essa iteração, a Tabela 5.1 apresenta a tensão máxima de cisalhamento nas interfaces das paredes, que é comparada com a recomendação da NBR 10837 (ABNT, 1989).

Tabela 5.1: Verificação de  $\tau_v$  segundo NBR 10837 (ABNT, 1989) - 1ª iteração.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_{v,m\acute{a}x} < 0,15$ (MPa)
1	I	1	0,0118
	I	2	0,0118
	II	2	0,0377
	II	3	0,0212
	II	4	0,0165
2	I	1	0,0157
	I	2	0,0102
	I	3	0,0055
	II	3	0,0299
	II	4	0,0224
	II	5	0,0075
	III	5	0,0171
	III	6	0,0044
3	I	1	0,0194
	I	2	0,0353
	I	3	0,0547
	II	3	0,0052
	II	4	0,0052
4	I	1	0,0041
	I	2	0,0033
	I	3	0,0008
	II	3	0,0145
	II	4	0,0145
5	I	1	0,0174
	I	2	0,0469
	I	3	0,0643
	II	3	0,0302
	II	4	0,0151
	II	5	0,0151

Tabela 5.1: Verificação de  $\tau_v$  segundo NBR 10837 (ABNT, 1989) - 1ª iteração (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_{v,m\acute{a}x} < 0,15 \text{ (MPa)}$
6	I	1	0,0282
	I	2	0,1101
	I	3	0,0819
	II	2	0,0595
	II	4	0,0595
7	I	1	0,0191
	I	2	0,0392
	I	3	0,0584
	II	3	0,0185
	II	4	0,0177
	II	5	0,0008
9	I	1	0,0105
	I	2	0,0105

Observa-se que as tensões obtidas em todas as interfaces se mantiveram abaixo de  $0,15 \text{ MPa}$ . Com as interfaces resistindo às ações verticais, procedeu-se o cálculo das tensões de cisalhamento devidas às ações horizontais. Os valores obtidos com a aplicação do Modelo 1 estão apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Tensões de cisalhamento devidas às ações horizontais – 1ª iteração.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_H \text{ (MPa)}$
1	I	1	0,0065
	I	2	0,0065
	II	2	0,0125
	II	3	0,0050
	II	4	0,0075
2	I	1	0,0030
	I	2	0,0115
	I	3	0,0145
	II	3	0,0145
	II	4	0,0030
	II	5	0,0115
	III	5	0,0044
	III	6	0,0056
3	III	7	0,0012
	I	1	0,0029
	I	2	0,0141
	I	3	0,0112
	II	3	0,0089
II	4	0,0089	

Tabela 5.2: Tensões de cisalhamento devidas às ações horizontais – 1ª iteração (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_H$ (MPa)
4	I	1	0,0033
	I	2	0,0048
	I	3	0,0014
	II	3	0,0003
	II	4	0,0003
5	I	1	0,0004
	I	2	0,0004
	I	3	0,0000
	II	3	0,0000
	II	4	0,0012
	II	5	0,0012
6	I	1	0,0169
	I	2	0,0279
	I	3	0,0110
	II	2	0,0188
	II	4	0,0188
7	I	1	0,0165
	I	2	0,0063
	I	3	0,0102
	II	3	0,0052
	II	4	0,0164
	II	5	0,0112
9	I	1	0,0031
	I	2	0,0031

A Tabela 5.3 apresenta os valores das tensões da combinação das ações verticais e horizontais. Para a verificação da resistência prescrita pela NBR 10837 (ABNT, 1989), o valor de  $0,20 \text{ MPa}$  foi utilizado como tensão admissível. Esse valor equivale à majoração de 33 %, permitida nas tensões da alvenaria quando o vento atua, conforme mencionado no item 2.4.1.

Para as ações combinadas, todas as interfaces resistiram às tensões de cisalhamento de acordo com a NBR 10837 (ABNT, 1989), sendo possível encerrar o procedimento de verificação nessa iteração.

Tabela 5.3: Verificação das ações combinadas segundo NBR 10837 (ABNT, 1989) – 1ª iteração.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)
1	I	1	0,0184
	I	2	0,0184
	II	2	0,0502
	II	3	0,0262
	II	4	0,0240
2	I	1	0,0187
	I	2	0,0217
	I	3	0,0200
	II	3	0,0444
	II	4	0,0254
	II	5	0,0190
	III	5	0,0215
	III	6	0,0100
III	7	0,0138	
3	I	1	0,0223
	I	2	0,0494
	I	3	0,0659
	II	3	0,0140
	II	4	0,0140
4	I	1	0,0074
	I	2	0,0081
	I	3	0,0022
	II	3	0,0148
	II	4	0,0148
5	I	1	0,0178
	I	2	0,0474
	I	3	0,0643
	II	3	0,0302
	II	4	0,0164
	II	5	0,0164
6	I	1	0,0451
	I	2	0,1380
	I	3	0,0929
	II	2	0,0784
	II	4	0,0784
7	I	1	0,0357
	I	2	0,0456
	I	3	0,0686
	II	3	0,0236
	II	4	0,0341
	II	5	0,0119
9	I	1	0,0136
	I	2	0,0136

### 5.3.2 Verificação da resistência segundo o texto base para revisão da NBR 10837

As tensões de cisalhamento são aqui comparadas usando as equações (2.11) e (2.12), determinadas de acordo com o texto base para revisão da NBR 10837 (item 2.4.2). Para as ações verticais, na primeira iteração, a menos de uma interface do grupo 6, as tensões calculadas pela combinação 1, que é crítica para essas ações, não ultrapassaram as resistências estabelecidas pelo texto base de revisão da norma NBR 10837, conforme apresentado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Verificação de  $\tau_v$ , segundo texto base para revisão da NBR 10837 – 1ª iteração.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_{v,m\acute{a}x}$ (MPa)	$1,4\tau_v < 0,14$ (MPa)
1	I	1	0,0118	0,0165
	I	2	0,0118	0,0165
	II	2	0,0377	0,0527
	II	3	0,0212	0,0296
	II	4	0,0165	0,0231
2	I	1	0,0157	0,0220
	I	2	0,0102	0,0143
	I	3	0,0055	0,0077
	II	3	0,0299	0,0419
	II	4	0,0224	0,0313
	II	5	0,0075	0,0106
	III	5	0,0171	0,0239
	III	6	0,0044	0,0062
3	I	1	0,0194	0,0272
	I	2	0,0353	0,0494
	I	3	0,0547	0,0766
	II	3	0,0052	0,0072
	II	4	0,0052	0,0072
4	I	1	0,0041	0,0058
	I	2	0,0033	0,0046
	I	3	0,0008	0,0011
	II	3	0,0145	0,0203
	II	4	0,0145	0,0203



Tabela 5.4: Verificação de  $\tau_v$  segundo texto base para revisão da NBR 10837 – 1ª iteração (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_{v,m\acute{a}x}$ (MPa)	$1,4\tau_v < 0,14$ (MPa)
5	I	1	0,0174	0,0243
	I	2	0,0469	0,0657
	I	3	0,0643	0,0900
	II	3	0,0302	0,0423
	II	4	0,0151	0,0212
	II	5	0,0151	0,0212
6	I	1	0,0282	0,0395
	I	2	0,1101	0,1541
	I	3	0,0819	0,1146
	II	2	0,0595	0,0834
	II	4	0,0595	0,0834
7	I	1	0,0191	0,0268
	I	2	0,0392	0,0549
	I	3	0,0584	0,0817
	II	3	0,0185	0,0259
	II	4	0,0177	0,0248
	II	5	0,0008	0,0011
9	I	1	0,0105	0,0148
	I	2	0,0105	0,0148

A tensão final na interface I-2 do grupo 6 excedeu em 10 % o valor da resistência<sup>1</sup> de 0,14 MPa, determinadas de acordo com o texto base para revisão da NBR 10837. Diante disso, e supondo-se que nenhum reforço foi feito, as tensões foram recalculadas para as ações verticais, segundo procedimento descrito anteriormente, desconsiderando-se a interação correspondente a essa interface, que não obteve resistência suficiente para absorver a solicitação. Em termos práticos, isso significaria alterar a modulação das paredes nessa região, considerando-se uma junta a prumo com armaduras apenas construtivas cruzando a interface.

Assim, iniciou-se a segunda iteração do processo. A Figura 5.4 mostra o grupo 6, separado em dois novos grupos, devido à presença de uma interface não resistente. A Tabela 5.5 apresenta os valores das tensões máximas devidos às ações verticais para esse grupo, recalculadas sem a contribuição da interface

<sup>1</sup> Considerações sobre os valores de resistência sugeridos pelo projeto de revisão da NBR 10837, bem como opções de cálculo e verificação das tensões de cisalhamento, em função do tipo de interface vertical são apresentadas no capítulo seguinte.

não resistente e as verificações com a resistência indicada pelo texto base da revisão da NBR 10837.

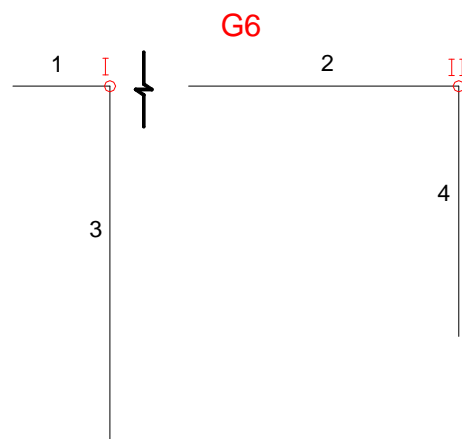


Figura 5.4: Separação da interface não resistente.

Tabela 5.5: Verificação de  $\tau_v$ , segundo texto base para revisão da NBR 10837 – 2ª iteração.

Encontro	Trecho	$\tau_{v,m\acute{a}x}$ (MPa)	$1,4\tau_v < 0,14$ (MPa)
I	1	0,0020	0,0028
I	2	0,0000	0,0000
I	3	0,0020	0,0028
II	2	0,0055	0,0077
II	4	0,0055	0,0077

Os valores dos demais grupos não foram alterados, pois no procedimento de grupos isolados de paredes, utilizado para distribuição das ações verticais, um grupo não tem influência sobre outro.

Observa-se que houve uma redistribuição nos valores das tensões de cisalhamento, estando todas abaixo da permitida pelo texto base da revisão da NBR 10837. Assim, procedeu-se o cálculo das tensões devidas às ações horizontais, sem a consideração da interface que não resistiu às tensões causadas pelas ações verticais. Os valores das tensões de cisalhamento devidas às ações horizontais estão apresentados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6: Tensões de cisalhamento devidas às ações horizontais – 2ª iteração.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_H$ (MPa)
1	I	1	0,0073
	I	2	0,0073
	II	2	0,0141
	II	3	0,0056
	II	4	0,0084
2	I	1	0,0034
	I	2	0,0129
	I	3	0,0163
	II	3	0,0163
	II	4	0,0034
	II	5	0,0129
	III	5	0,0049
	III	6	0,0062
3	I	1	0,0033
	I	2	0,0158
	I	3	0,0125
	II	3	0,0099
	II	4	0,0099
4	I	1	0,0037
	I	2	0,0053
	I	3	0,0016
	II	3	0,0004
	II	4	0,0004
5	I	1	0,0005
	I	2	0,0005
	I	3	0,0000
	II	3	0,0000
	II	4	0,0014
	II	5	0,0014
6	I	1	0,0035
	I	2	0,0000
	I	3	0,0035
	II	2	0,0117
	II	4	0,0117
7	I	1	0,0186
	I	2	0,0071
	I	3	0,0115
	II	3	0,0058
	II	4	0,0184
	II	5	0,0125
9	I	1	0,0035
	I	2	0,0035

Assim, foram feitas as combinações finais e a verificação da resistência das interfaces conforme o texto base para revisão da NBR 10837. Os valores

das tensões de cisalhamento obtidos pelas combinações 1 e 2 nas interfaces de cada grupo estão apresentados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7: Verificação das ações combinadas segundo texto base para revisão da NBR 10837 – 2ª iteração.

Grupo	Encontro	Trecho	$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)	$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)
1	I	1	0,0227	0,0256
	I	2	0,0227	0,0256
	II	2	0,0645	0,0686
	II	3	0,0344	0,0354
	II	4	0,0302	0,0332
2	I	1	0,0248	0,0252
	I	2	0,0251	0,0313
	I	3	0,0214	0,0299
	II	3	0,0555	0,0616
	II	4	0,0341	0,0338
	II	5	0,0214	0,0279
	III	5	0,0281	0,0291
	III	6	0,0114	0,0145
3	I	1	0,0299	0,0298
	I	2	0,0627	0,0680
	I	3	0,0871	0,0887
	II	3	0,0156	0,0206
	II	4	0,0156	0,0206
4	I	1	0,0089	0,0106
	I	2	0,0091	0,0118
	I	3	0,0024	0,0033
	II	3	0,0206	0,0194
	II	4	0,0206	0,0194
5	I	1	0,0248	0,0233
	I	2	0,0661	0,0617
	I	3	0,0900	0,0836
	II	3	0,0423	0,0393
	II	4	0,0223	0,0216
	II	5	0,0223	0,0216
6	I	1	0,0057	0,0074
	I	2	0,0000	0,0000
	I	3	0,0057	0,0074
	II	2	0,0176	0,0236
	II	4	0,0176	0,0236
7	I	1	0,0424	0,0508
	I	2	0,0609	0,0609
	I	3	0,0913	0,0919
	II	3	0,0307	0,0321
	II	4	0,0402	0,0487
	II	5	0,0116	0,0186
9	I	1	0,0177	0,0186
	I	2	0,0177	0,0186

---

Como observado, as combinações das ações na segunda iteração não excederam os limites de resistência em questão, o que significa que todas as interfaces apresentaram resistência ao cisalhamento suficiente, podendo, assim, ser encerrado o processo iterativo.

Cabe ressaltar que um procedimento alternativo seria o de reforço da interface com resistência insuficiente. Tal procedimento ainda esbarra em um problema de falta de informação sobre os acréscimos de resistência que seriam adicionados à interface com a colocação de armaduras em tela dispostas nas juntas horizontais ou armaduras em forma de grampos devidamente ancoradas em furos grauteados verticais adjacentes à interface. Existe, portanto, uma necessidade de desenvolvimento de pesquisa experimental para prover tais informações, que ainda são insipientes.

## 6 ESTUDOS DE CASO E ANÁLISE DE RESULTADOS

### 6.1 Introdução

Neste capítulo são apresentadas as análises dos estudos de caso em edifícios de alvenaria estrutural. Sob o aspecto econômico, a consideração da interação de paredes em edifícios baixos, de até quatro pavimentos, não é muito significativa, pois apesar de o fenômeno ocorrer, ele não será relevante uma vez que as prescrições normativas, em geral, já estabelecem valores mínimos de resistência suficientes ao nível de solicitação das paredes se desprezado o efeito da interação (CORRÊA, 2003).

Assim, são analisados quatro edifícios com dimensões usuais, com diferentes arranjos arquitetônicos e variando-se o número de pavimentos em quatro, oito, doze e dezesseis, de modo a se obter a maior representatividade dos resultados. Estes números foram selecionados por serem de uso comum em projetos de edifícios de alvenaria estrutural. As nomenclaturas, bem como as características físicas e geométricas dos edifícios, são as mesmas utilizadas no exemplo mostrado nos Capítulos 3 e 4, com exceção das dimensões em planta, resistências dos blocos e módulo de elasticidade que variam de acordo com a arquitetura e a altura de cada edifício. Estas informações estão indicadas para cada edifício apresentado. As ações do vento são consideradas segundo duas direções preferenciais representadas por eixos ortogonais X e Y, indicados nas plantas dos pavimentos tipo.

São comparados os esforços cortantes, tensões normais, tensões de cisalhamento nas interfaces das paredes e deslocamentos horizontais ao nível de cada pavimento, modelando-se os edifícios de formas distintas, conforme apresentado anteriormente. Os resultados estão apresentados em forma de gráficos e tabelas.

Para melhor visualização e comparação dos resultados obtidos, são utilizados diagramas de caixa (Figura 6.1). O diagrama de caixa é uma apresentação gráfica que descreve simultaneamente várias características importantes de um conjunto de dados, tais como centro, dispersão, amplitude e

observações muito afastadas (*outliers*). A caixa é formada pelo primeiro e terceiro quartis, o que significa que 50% dos valores estão situados nesta região, e pela mediana, que é exatamente igual ao segundo quartil. A média é também representada por um ponto, situado muitas vezes nas proximidades da mediana. Os “*whiskers*” são as linhas que se estendem do primeiro e terceiro quartis em direção aos valores mínimo e máximo da amostra dentro de um intervalo de 1,5 interquartil (IQR). Os pontos fora do intervalo de 1,5 interquartil são os “*outliers*”, ou seja, os pontos mínimo e máximo da amostra. Se houver um ponto a mais de três faixas interquartis da extremidade da caixa, é chamado de *outlier* extremo.

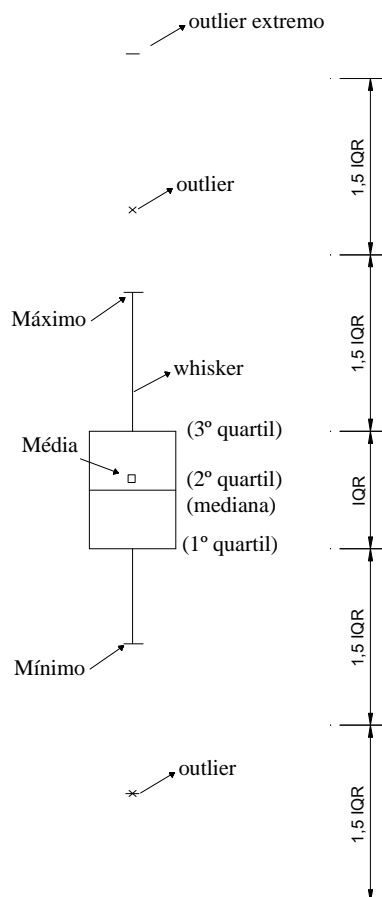


Figura 6.1: Esquema ilustrativo de um diagrama de caixa e seus elementos.

Em virtude da grande quantidade de resultados e buscando uma análise mais completa, são realizados testes estatísticos que auxiliam na interpretação dos valores obtidos e nas conclusões finais deste trabalho.

As análises até aqui apresentadas levaram em consideração apenas a diferença percentual entre valores obtidos nas modelagens. Esta nem sempre é a forma mais eficiente de se tirar conclusões, uma vez que a dispersão de resultados pode afetar a análise. Por esta razão, são realizadas análises de variância e testes de hipóteses estatísticas para comparação dos modelos estudados, com o intuito de avaliar se as diferenças observadas entre as amostras são estatisticamente significantes na propriedade considerada.

Em síntese, para realização dos testes estatísticos é necessário primeiramente estabelecer uma hipótese nula ou hipótese de igualdade. Em seguida, estabelecer o nível de significância do teste utilizado, chamado valor alfa ( $\alpha$ ). Fixado o nível de significância do teste, é possível determinar o valor crítico, que é um valor lido na distribuição estatística considerada. Este valor vai separar a região crítica (de rejeição) da região de aceitação. Os valores críticos de referência constam em tabelas apropriadas a cada teste. Essas tabelas geralmente associam dois parâmetros que permitem localizar o valor crítico tabelado considerando-se o nível de significância e o número de graus de liberdade das amostras comparadas. Se o valor da estatística estiver na região crítica deve-se rejeitar a hipótese nula, caso contrário, aceitá-la. Nas análises realizadas neste trabalho, admitiu-se como hipótese nula, a igualdade entre as médias ou entre as variâncias dos dois conjuntos de dados a um nível de significância de 5%. Os resultados das análises estatísticas encontram-se no Apêndice B deste trabalho.



## 6.2 Edifícios analisados

### 6.2.1 Edificação Padrão

As características deste edifício foram descritas anteriormente como exemplo de aplicação. Tanto a resistência do bloco ( $f_{bk}$ ) quanto o módulo de elasticidade longitudinal da alvenaria ( $E$ ), variam conforme o número de pavimentos do edifício, como mostrado na Tabela 6.1. Vale ressaltar que os valores adotados para a resistência do bloco são valores iniciais, passíveis de alteração no desenvolvimento de um projeto estrutural. A menos da Edificação Padrão, os edifícios analisados neste trabalho são edifícios reais, construídos na prática, dessa forma, os valores de resistência de bloco utilizados foram adotados em conformidade com a NBR 6136 (ABNT, 1994), vigente na fase de concepção dos projetos, por isso diferem de alguns requisitos prescritos pela atual versão da referida norma (NBR 6136, 2008).

Tabela 6.1: Resistência do bloco e módulo de elasticidade longitudinal da alvenaria da Edificação Padrão.

Nível	4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)
1	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400	12,0	7680
2	4,5	2880	6,0	3840	8,0	5120	12,0	7680
3	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120	10,0	6400
4	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120	10,0	6400
5	-	-	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400
6	-	-	4,5	2880	6,0	3840	8,0	5120
7	-	-	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120
8	-	-	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120
9	-	-	-	-	4,5	2880	6,0	3840
10	-	-	-	-	4,5	2880	6,0	3840
11	-	-	-	-	4,5	2880	4,5	2880
12	-	-	-	-	4,5	2880	4,5	2880
13	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
14	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
15	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
16	-	-	-	-	-	-	4,5	2880

O edifício padrão possui um total de 79 interfaces divididas em dois grupos: as que pertencem ao plano da parede e as do tipo flange/alma. As tensões de cisalhamento, obtidas tanto com o Modelo 1, quanto com o Modelo 2, são verificadas de acordo com os valores de resistência inseridos na NBR 10837 (ABNT, 1989) e em seu texto base para revisão, já descritos no Capítulo 2. São apresentados os valores das tensões de cisalhamento atuantes nas interfaces do primeiro pavimento do edifício, por ser crítica a região da base. Esses valores, bem como as respectivas verificações com os limites prescritos pelas referidas normas estão apresentados no Apêndice A. No item 6.3 é feita a avaliação e a discussão desses resultados.

A Tabela 6.2 apresenta o número e a porcentagem de interfaces que ultrapassaram os limites para resistência ao cisalhamento estabelecidos nos códigos normativos. São apresentados tanto os resultados para o carregamento exclusivamente vertical como para a sua combinação com as ações horizontais. As combinações obtidas com base nos textos das normas e apresentadas na Tabela 6.2 estão descritas nos itens 2.4.1 e 2.4.2. Os valores das ações combinadas são referentes às quatro alternativas do edifício padrão (quatro, oito, doze e dezesseis pavimentos) e às direções X e Y conforme indicações na tabela ( $H_x$  e  $H_y$ , respectivamente). Para o carregamento vertical, foi considerada a homogeneização total das tensões verticais de compressão ao longo do pé-direito de um pavimento. Diante disso, e por se tratar de pavimentos tipo, os valores para todas as variações do número de pavimentos do edifício não se alteram.

Tabela 6.2: Número de interfaces que falharam na Edificação Padrão.

Critério	Modelo	Carregamento								
		Vertical	Ações Combinadas							
			4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
			Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa}$ )	1	-	-	-	-	-	1 (1%)	2 (3%)	1 (1%)	5 (6%)
	2		-	-	-	-	-	1 (1%)	-	10 (13%)
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	1 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	4 (5%)	2 (3%)	8 (10%)	4 (5%)	12 (15%)
	2		1 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	2 (3%)	4 (5%)	10 (13%)	6 (8%)	16 (20%)
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	1 (1%)	1 (1%)	2 (3%)	1 (1%)	8 (10%)	4 (5%)	20 (25%)	17 (22%)	32 (41%)
	2		1 (1%)	2 (3%)	2 (3%)	6 (8%)	8 (10%)	22 (28%)	14 (18%)	30 (38%)

Comparando-se os valores apresentados, observa-se um número significativo de interfaces que falharam<sup>1</sup>, principalmente em relação aos limites de resistência prescritos no texto para revisão da NBR 10837.

A distribuição dos esforços apresenta o mesmo padrão para as quatro alternativas analisadas (quatro, oito, doze e dezesseis pavimentos). Para evitar repetições, aqui serão apresentados os valores obtidos apenas para o edifício de dezesseis pavimentos e segundo as direções X e Y. A Figura 6.2 mostra os deslocamentos horizontais dos vários níveis para os dois modelos utilizados. O Modelo 2 apresenta uma redução de 25% no deslocamento do topo, na direção X, em relação ao Modelo 1. Essa diferença relativamente grande entre os valores dos deslocamentos pode ser justificada pelo fato de o Modelo 1 ter a contribuição apenas dos flanges limitados ao sêxtuplo da espessura da parede

<sup>1</sup> Este termo refere-se ao não atendimento do critério de resistência estabelecido pelas normas em questão.

para o seu enrijecimento, enquanto no Modelo 2 essa contribuição corresponde a todo o comprimento da parede interceptante, o que torna o modelo do edifício mais rígido na segunda opção.

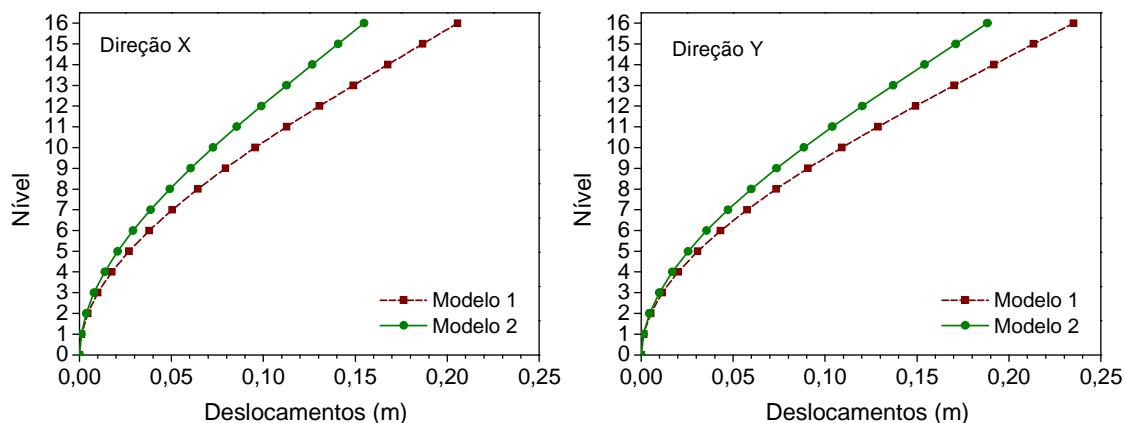


Figura 6.2: Deslocamentos horizontais dos pavimentos nas direções X e Y da Edificação Padrão.

A Figura 6.3 apresenta os diagramas de caixa dos deslocamentos horizontais. Observa-se que médias obtidas pelos dois modelos estão bem próximas apesar do Modelo 1 apresentar maior variabilidade.

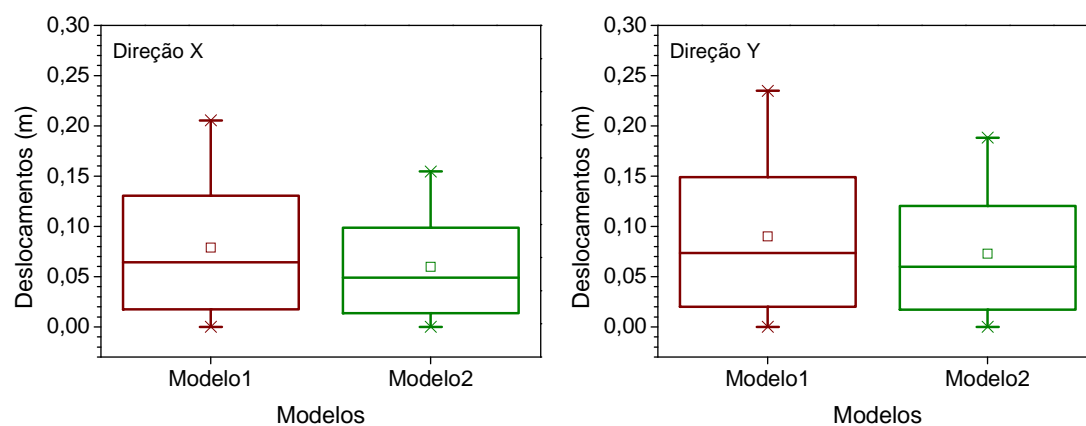


Figura 6.3: Diagrama de caixa dos deslocamentos horizontais nas direções X e Y da Edificação Padrão.

As Figuras 6.4 e 6.5 apresentam as forças cortantes na base das paredes do primeiro pavimento, considerando-se apenas as que são paralelas à atuação do vento, segundo as direções X e Y, respectivamente.

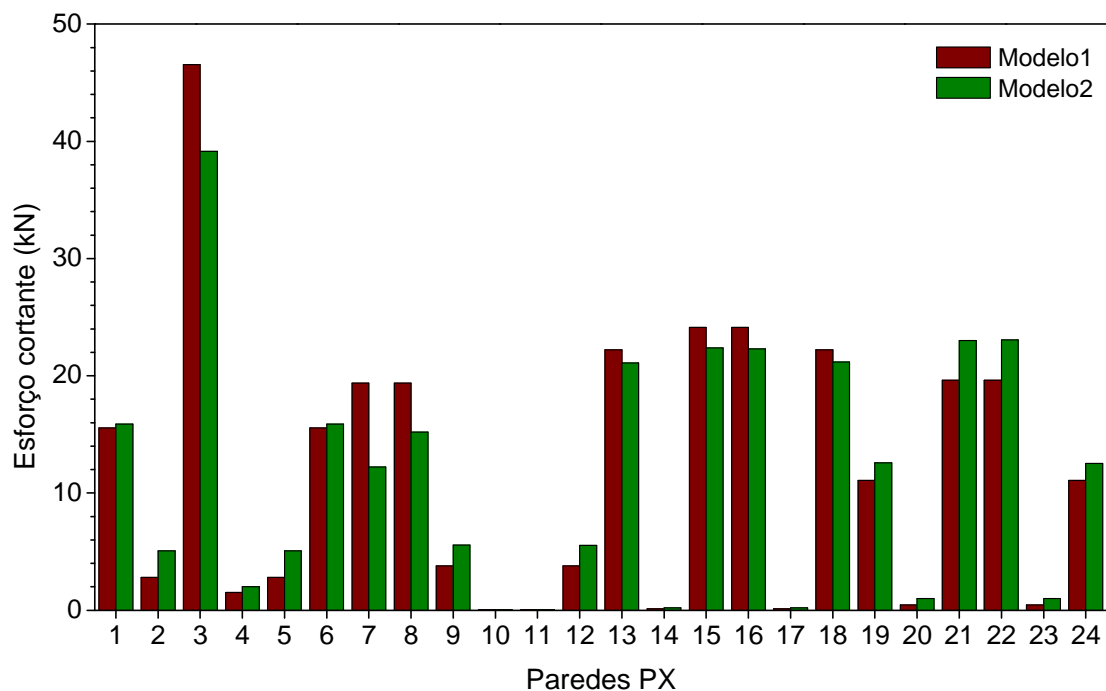


Figura 6.4: Esforços cortantes nas bases das paredes da Edificação Padrão na direção X.

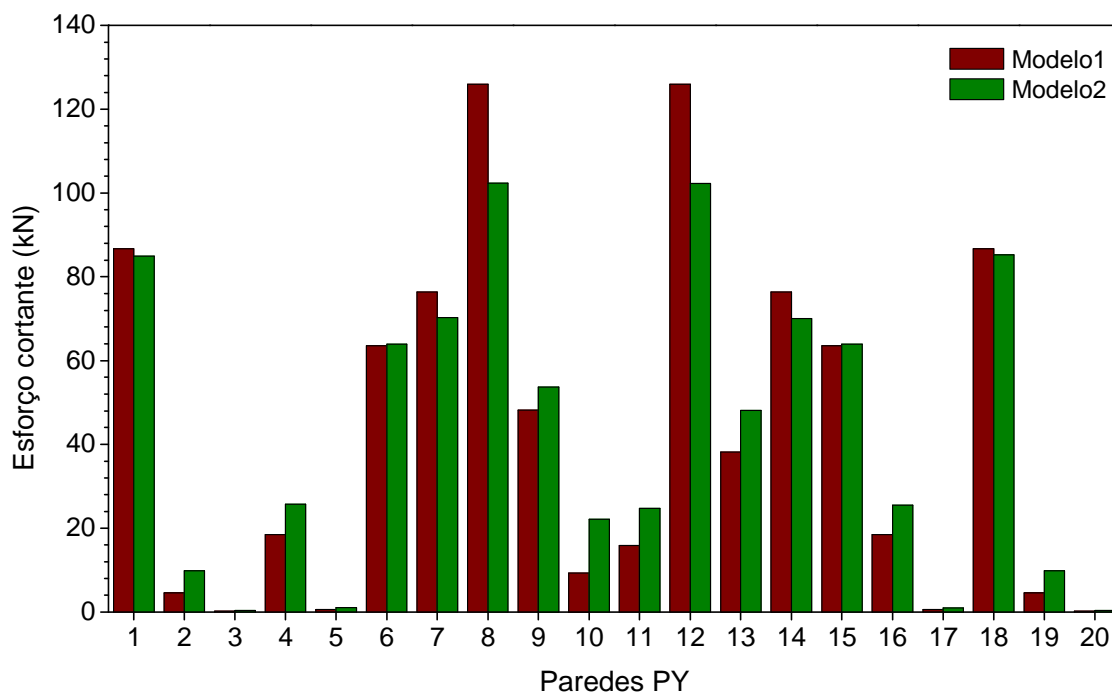


Figura 6.5: Esforços cortantes nas bases das paredes da Edificação Padrão na direção Y.

Observa-se que a distribuição dos esforços cortantes correspondente aos dois modelos não tem grandes diferenças, pois o edifício em questão não tem paredes com grandes dimensões em planta. Isso será observado

posteriormente, ao se analisarem edifícios com outros arranjos arquitetônicos. As Figuras 6.6 a 6.8 ilustram melhor esse fato. Elas apresentam os diagramas de caixa com os valores das amostras dos esforços cortantes de todas as paredes, somente as paredes PX e PY e as paredes mais solicitadas PX3 e PY8, comparando-se as características das amostras dos dois modelos em todos os níveis.

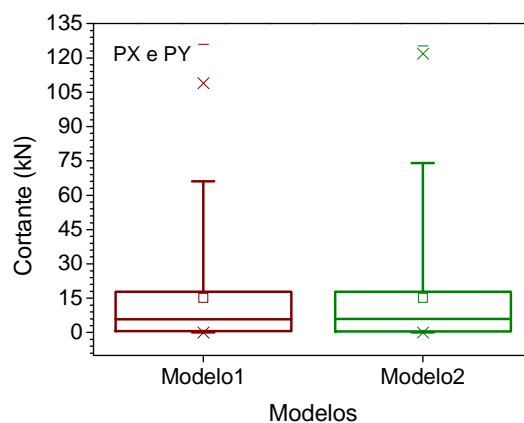


Figura 6.6: Diagrama de caixa dos esforços cortantes de todas as paredes da Edificação Padrão.

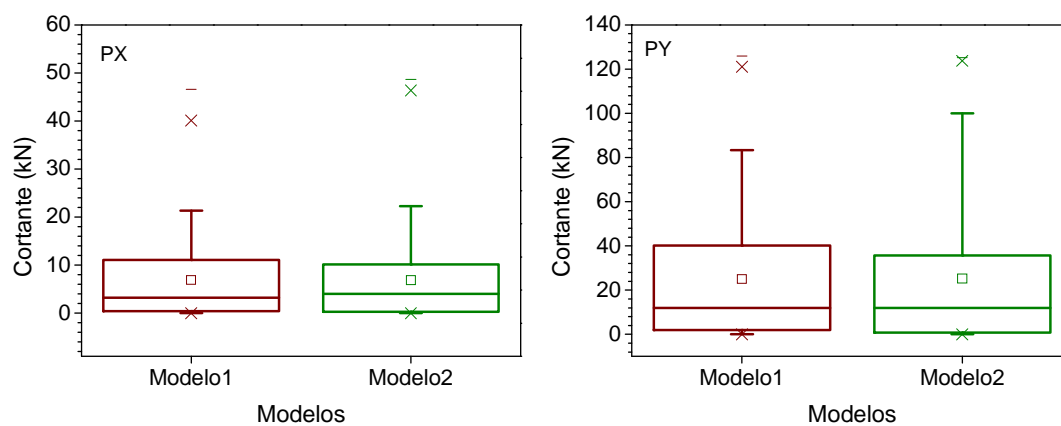


Figura 6.7: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX e PY da Edificação Padrão.

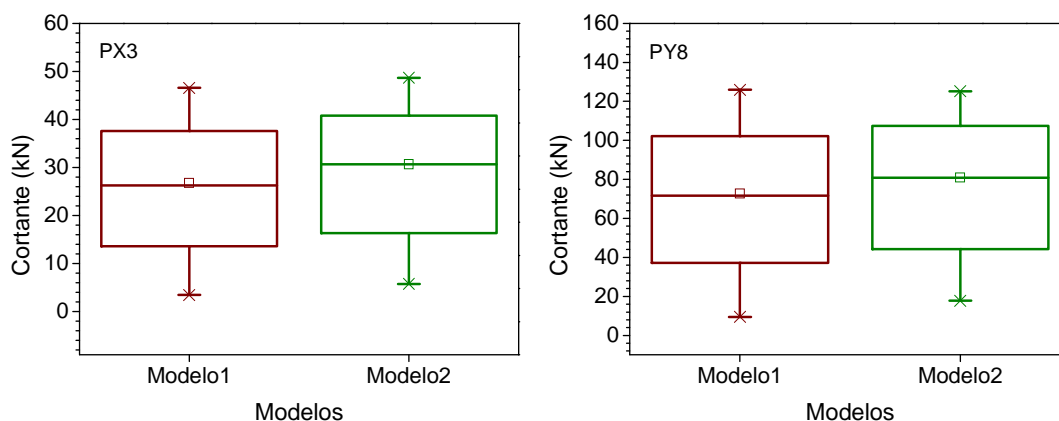


Figura 6.8: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX3 e PY8 da Edificação Padrão.

Observa-se a similaridade entre os diagramas. Esse fato pode também ser observado pela análise de variância, apresentada no Apêndice B, que indica que as amostras não foram estatisticamente diferentes. As tensões normais para as paredes mais carregadas segundo as duas direções estudadas obtidas considerando apenas o carregamento horizontal são apresentadas na Figura 6.9 e seus diagramas de caixa na Figura 6.10. Esses valores de tensão são referentes à base da seção transversal inferior de cada trecho de parede compreendido entre dois pavimentos consecutivos. A diferença percentual entre as tensões no primeiro pavimento para PX3 foi de 23% e de 20% para PY8, entre os dois modelos. Porém, essas tensões tendem a se reduzir ao longo da altura do edifício e os valores obtidos pelos dois modelos tendem a se aproximar nos pavimentos superiores, o que pode ser visto nas figuras a seguir.

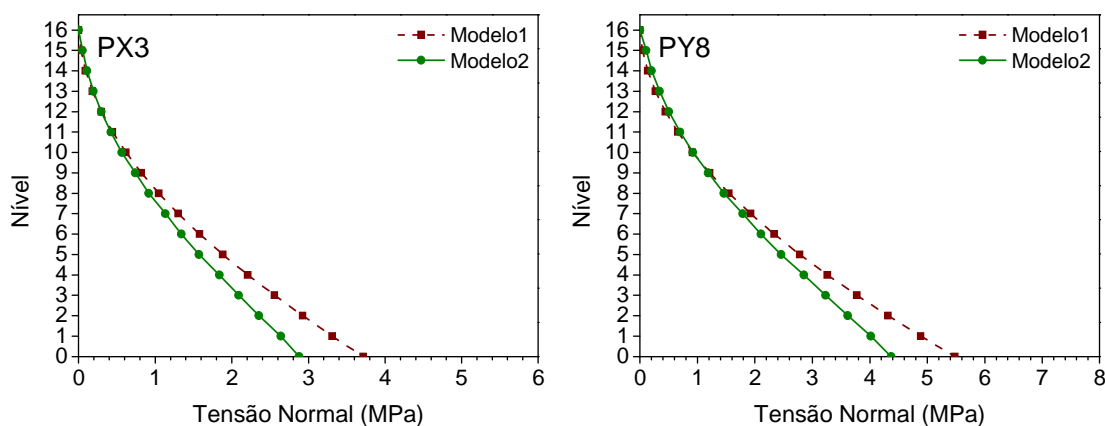


Figura 6.9: Tensões normais nas paredes PX3 e PY8 da Edificação Padrão devidas ações horizontais.

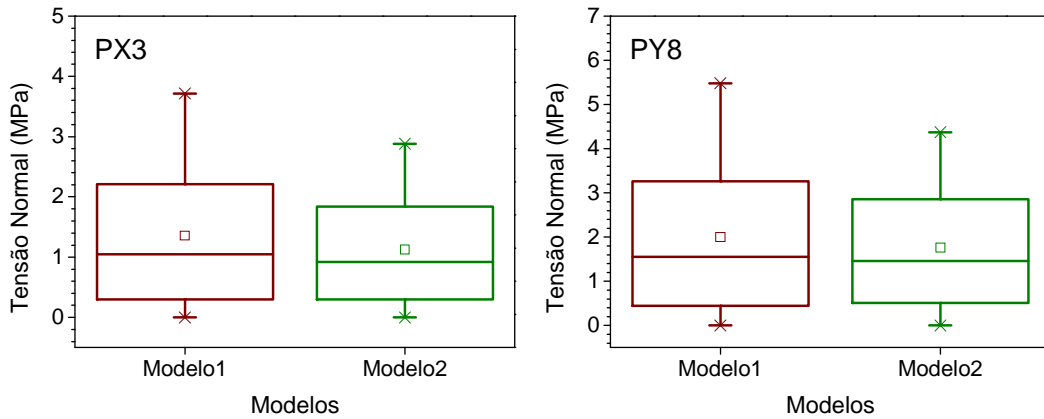


Figura 6.10: Diagrama de caixa das tensões normais nas paredes PX3 e PY8 da Edificação Padrão devidas ações horizontais.

As tensões normais para as paredes mais carregadas segundo as duas direções estudadas obtidas, considerando a combinação do carregamento vertical e das ações horizontais, estão expostas na Figura 6.11. Observa-se que as diferenças entre os modelos tendem a ser reduzidas já que as parcelas devidas ao carregamento vertical adicionadas são iguais nos dois. A diferença percentual das tensões no primeiro pavimento entre os dois modelos caiu para 17% e 16% nas paredes PX3 e PY8, respectivamente. Cabe notar que a combinação é mais importante, já que a partir dela é que se faz o dimensionamento das paredes da edificação.

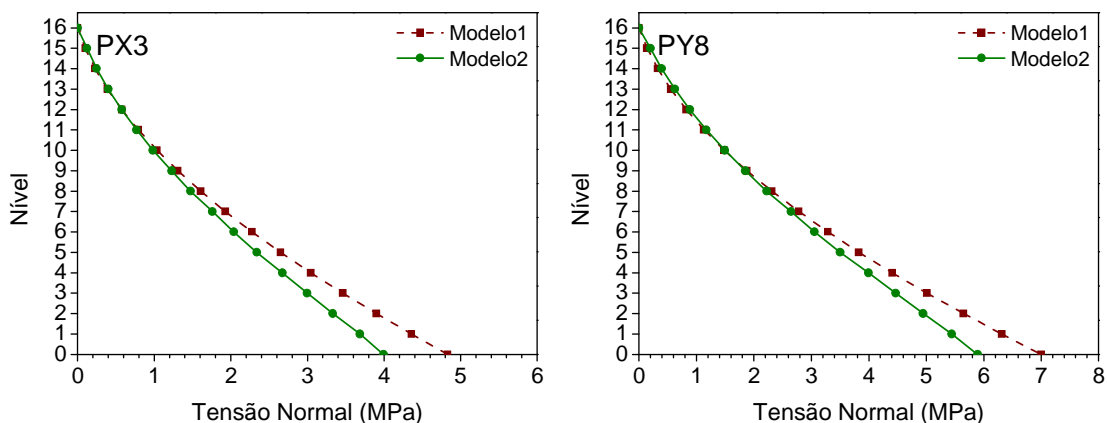


Figura 6.11: Tensões normais nas paredes PX3 e PY8 da Edificação Padrão considerando carregamento vertical e ações horizontais.

A Tabela 6.3 apresenta os conjuntos de dados analisados para a Edificação Padrão, o tipo de análise feita e a conclusão de cada uma delas para





## 6.2.2 Edifício Golden Club

As resistências dos blocos e os módulos de elasticidade longitudinais da alvenaria utilizados em cada pavimento deste edifício estão apresentados na Tabela 6.4. A Figura 6.12 apresenta o arranjo arquitetônico do edifício, as paredes tracejadas correspondem às paredes não estruturais. O diagrama unifilar das paredes pode ser visto na Figura 6.13 com a identificação dos grupos analisados e as paredes estão indicadas na Figura 6.14 segundo a direção X ou Y. O edifício Golden Club apresenta um total de 143 interfaces que serão analisadas a seguir.

Tabela 6.4: Resistência do bloco e o módulo de elasticidade longitudinal da alvenaria do edifício Golden Club.

Nível	4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)
1	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680	16,0	10240
2	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680	14,0	8960
3	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400	14,0	8960
4	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400	12,0	7680
5	-	-	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680
6	-	-	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680
7	-	-	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400
8	-	-	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400
9	-	-	-	-	4,5	2880	8,0	5120
10	-	-	-	-	4,5	2880	8,0	5120
11	-	-	-	-	4,5	2880	6,0	3840
12	-	-	-	-	4,5	2880	6,0	3840
13	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
14	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
15	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
16	-	-	-	-	-	-	4,5	2880

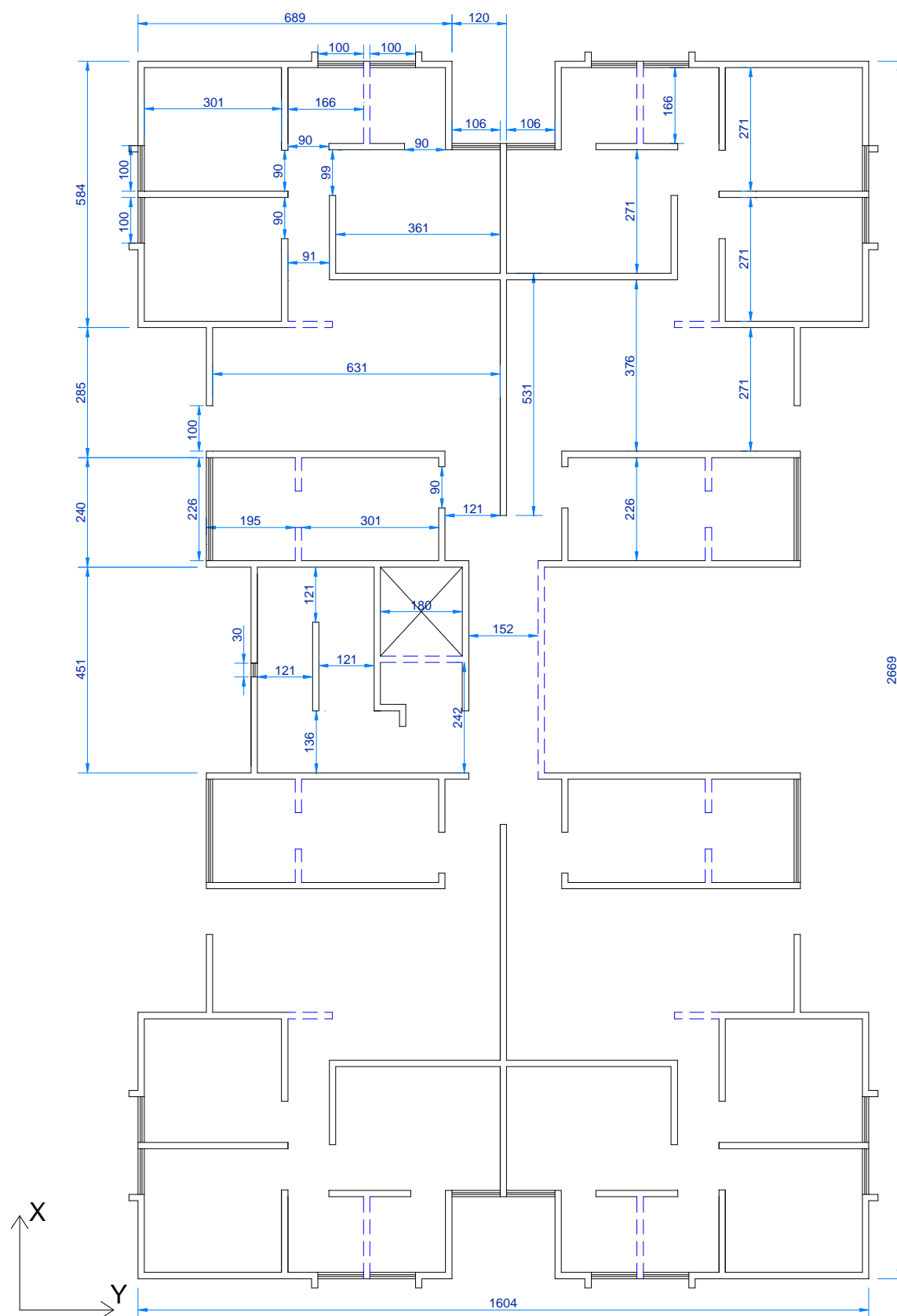


Figura 6.12: Arranjo arquitetônico do pavimento tipo do edifício Golden Club (dimensões em cm).

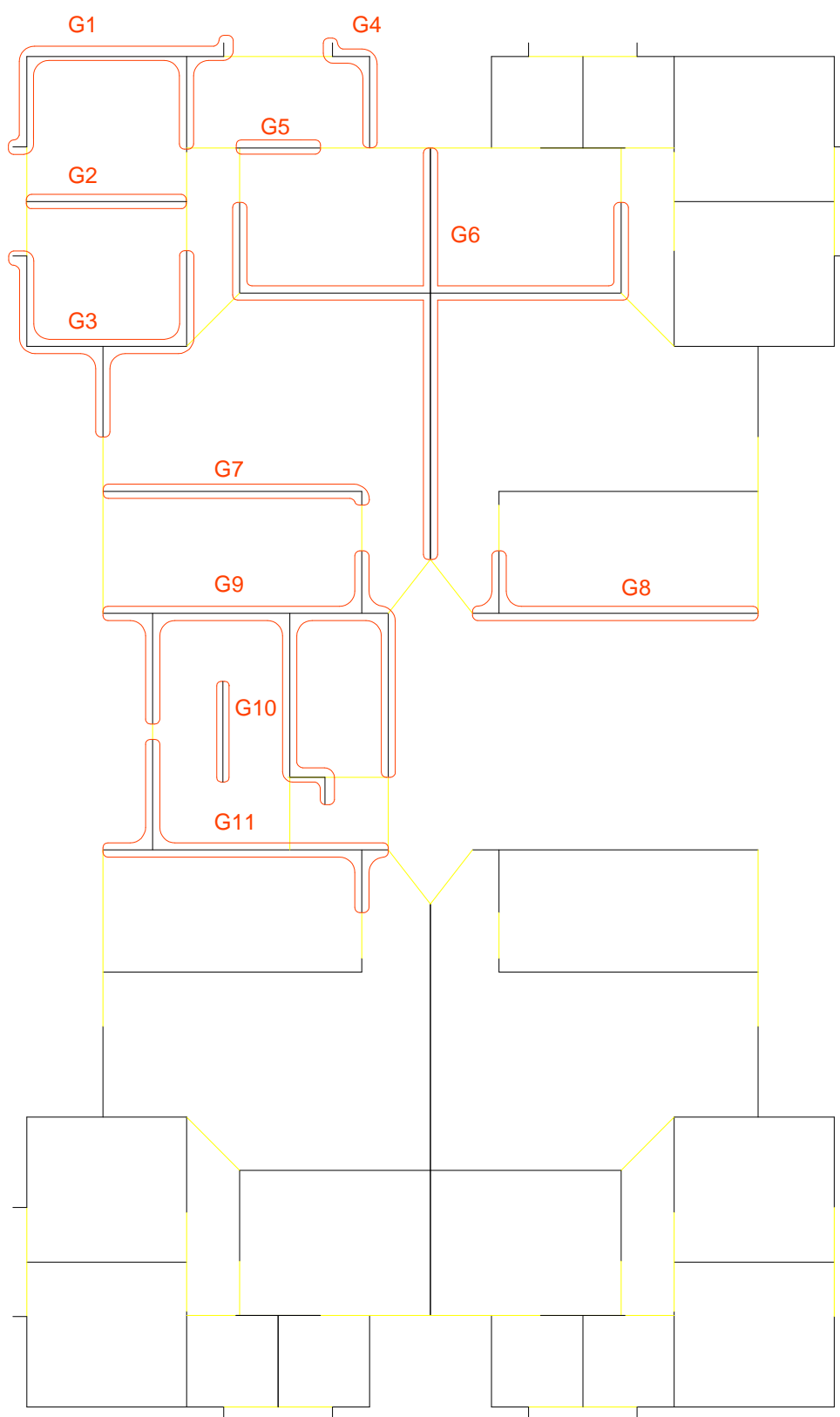


Figura 6.13: Diagrama unifilar do pavimento tipo do edifício Golden Club e identificação dos grupos de paredes.

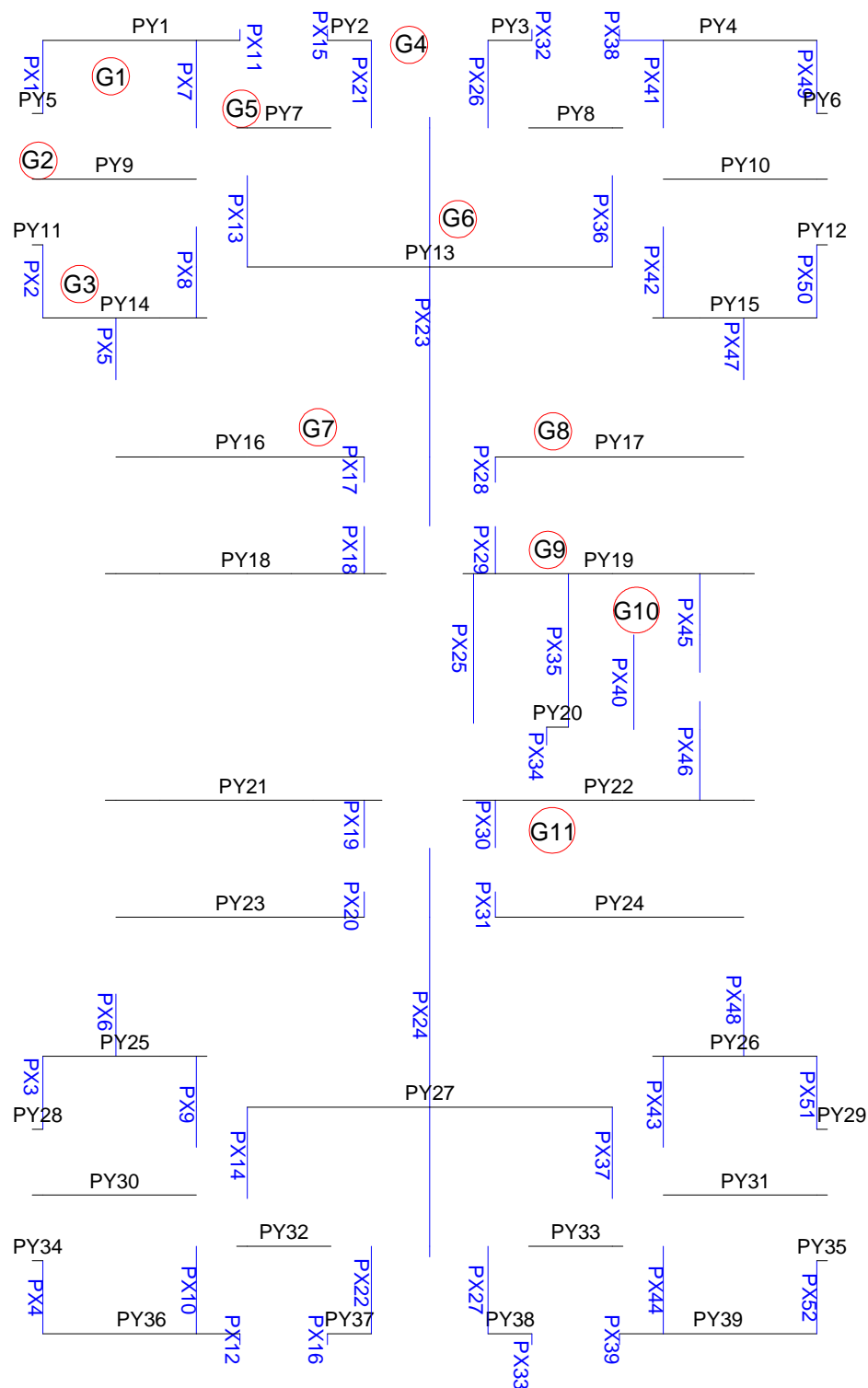


Figura 6.14: Disposição em planta dos grupos e paredes nas direções X e Y do edifício Golden Club.

Da mesma forma como foi apresentado para o edifício anterior, o número de interfaces que não atenderam aos critérios de resistência em relação às tensões de cisalhamento das normas já mencionadas é dado na Tabela 6.5. Nesta tabela, os valores percentuais indicam a quantidade de interfaces que ultrapassou os limites estabelecidos pelas normas em relação ao total de interfaces do edifício.

Tabela 6.5: Número de interfaces que falharam no edifício Golden Club.

Critério	Modelo	Carregamento										
		Vertical	Ações Combinadas									
			4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV			
			Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 MPa$ )	1	-	-	-	2 (1%)	1 (1%)	4 (3%)	6 (4%)	4 (3%)	7 (5%)		
	2		-	-	-	-	-	-	1 (1%)	1 (1%)		
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,14 MPa$ )	1	7 (5%)	9 (6%)	13 (9%)	9 (6%)	19 (13%)	15 (10%)	23 (16%)	15 (10%)	25 (17%)		
	2		11 (8%)	11 (8%)	15 (10%)	14 (10%)	15 (10%)	18 (13%)	19 (13%)	19 (13%)		
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,14 MPa$ )	1	3 (2%)	9 (6%)	8 (6%)	11 (8%)	19 (13%)	11 (8%)	25 (17%)	11 (8%)	37 (26%)		
	2		7 (5%)	3 (2%)	15 (10%)	14 (10%)	19 (13%)	19 (13%)	20 (14%)	20 (14%)		

O número de interfaces que falharam foi maior para a combinação 2. Essa combinação é a mais conservadora, sendo, portanto, adotada no texto para revisão da NBR 10837 (ABNT, 1989) como combinação última para o caso de edifícios residenciais.

A Figura 6.15 apresenta os deslocamentos horizontais dos vários níveis para o edifício de dezesseis pavimentos, segundo as direções X e Y e a

Figura 6.16 apresenta os respectivos diagramas de caixa. Os deslocamentos nas direções X e Y obtidos pelo Modelo 2 apresentam reduções de 15% e 17%, respectivamente, em comparação com o Modelo 1, pela mesma razão mencionada para a Edificação Padrão, o fato do Modelo 1 ter a contribuição apenas dos flanges e no Modelo 2 essa contribuição corresponder a todo o comprimento da parede interceptante no enrijecimento do conjunto. Isso se dá apesar do segundo modelo considerar a deformação por cisalhamento, que não tem influência expressiva nos deslocamentos, como observado por Nascimento Neto (1996). Os diagramas de caixa mostram a pequena diferença apenas entre os valores máximos de deslocamentos das amostras, sendo estas consideradas semelhantes, nesta propriedade, pela análise de variância (ver Apêndice B).

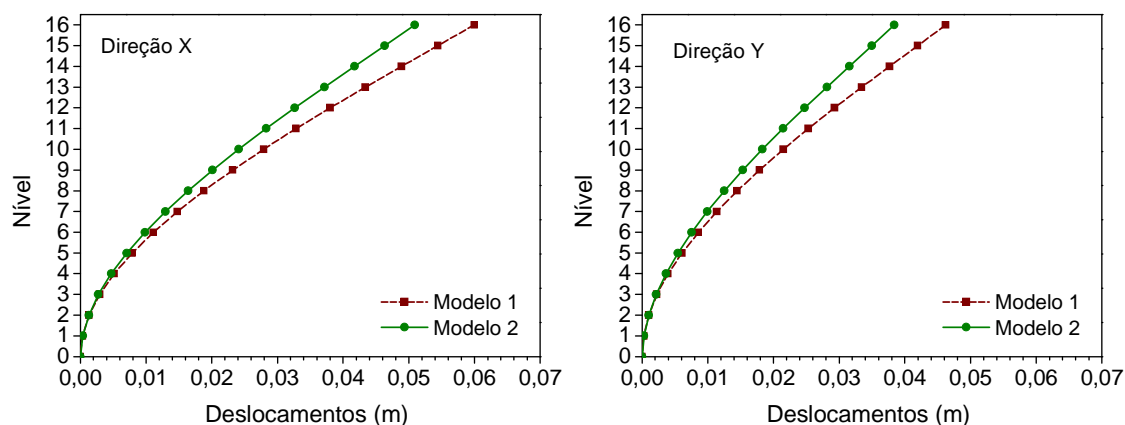


Figura 6.15: Deslocamentos horizontais dos pavimentos nas direções X e Y do edifício Golden Club.

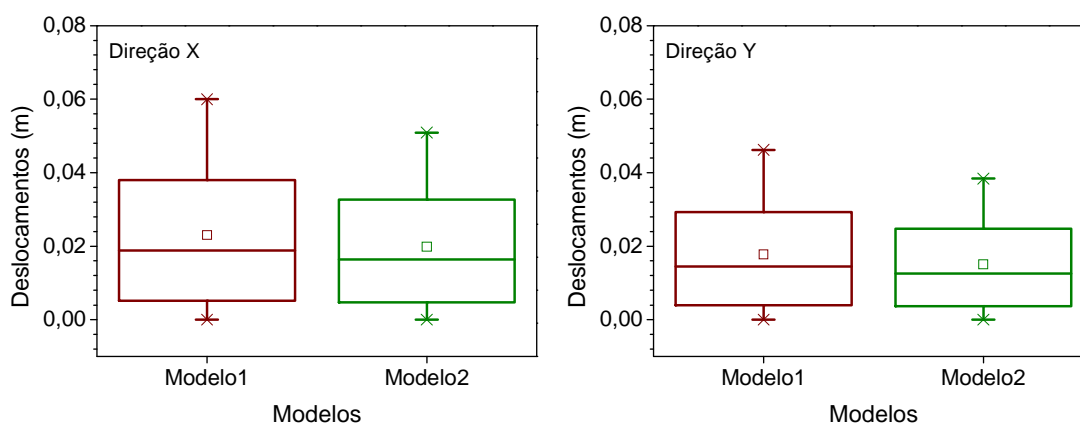


Figura 6.16: Diagrama de caixa dos deslocamentos horizontais nas direções X e Y do edifício Golden Club.

As Figuras 6.17 e 6.18 mostram a distribuição dos esforços cortantes nas paredes segundo as direções X e Y no primeiro pavimento do edifício. As paredes mais solicitadas segundo as direções X e Y são a PX23 e PY13, sendo a diferença percentual entre os valores obtidos pelos modelos de 36% e de 40%, respectivamente.

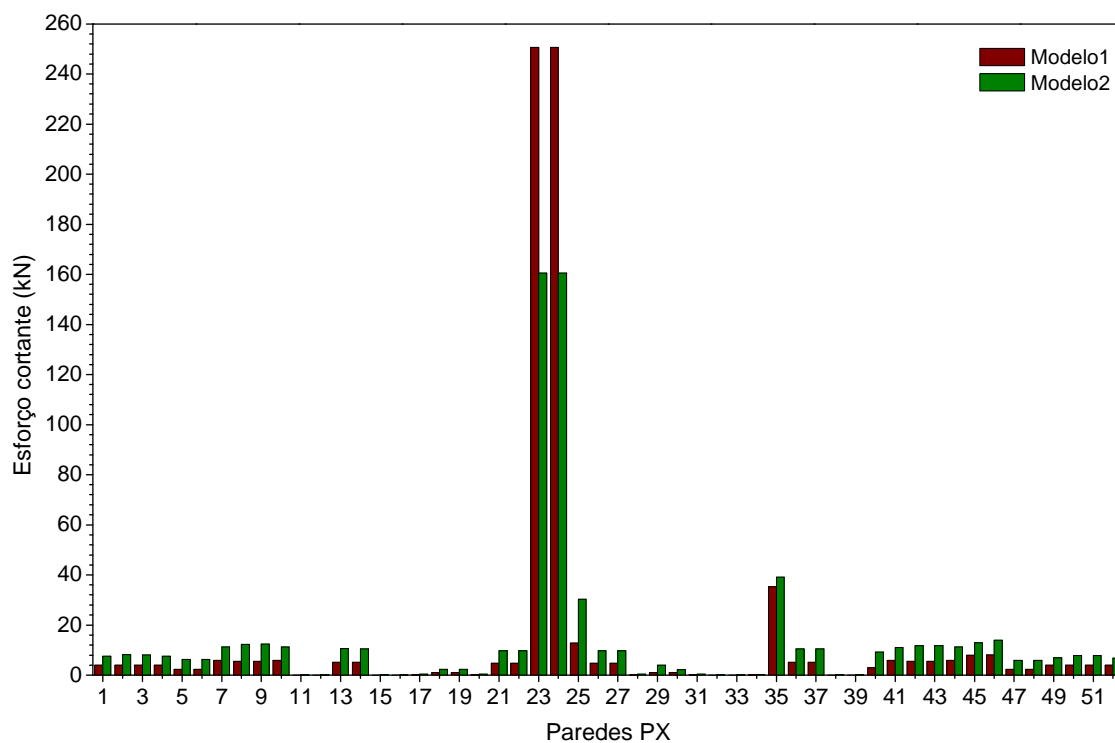


Figura 6.17: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção X no primeiro pavimento.



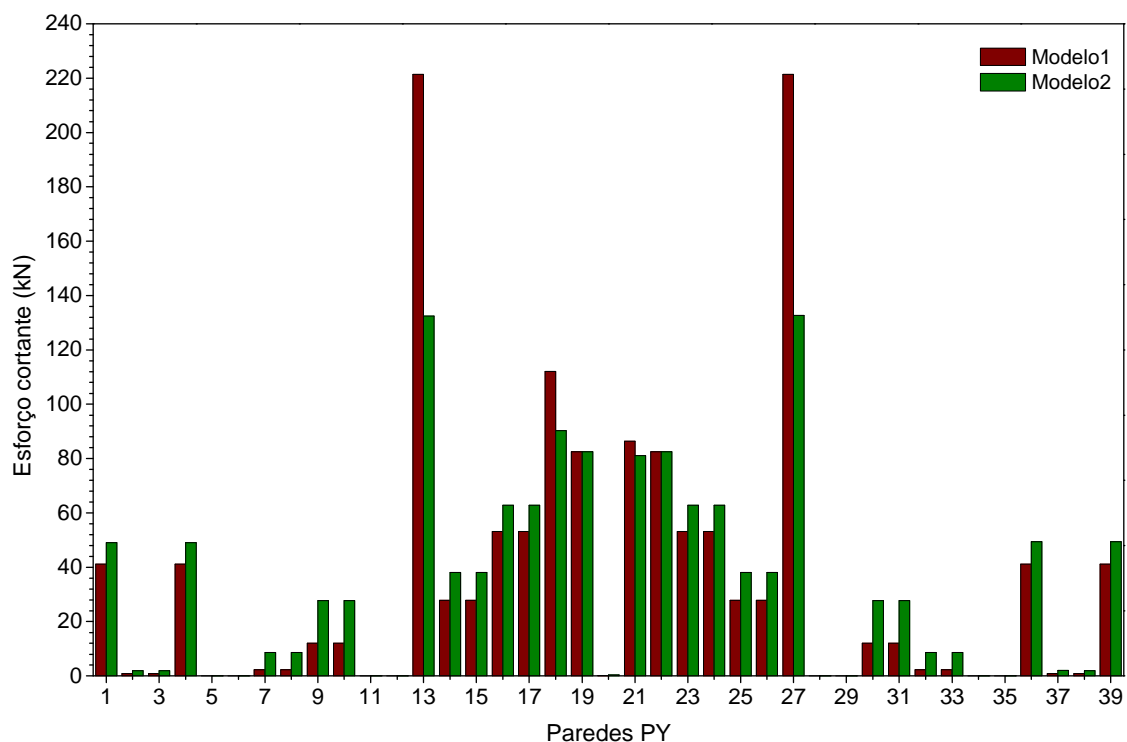


Figura 6.18: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção Y no primeiro pavimento.

Devido aos dois modelos apresentarem comportamentos distintos ao longo dos níveis na distribuição de esforços cortantes, como observado na Figura 6.19, e a comparação ter sido feita no primeiro pavimento, observa-se a grande diferença dos valores apresentados. Nesse caso, observa-se que os valores correspondentes aos modelos se aproximam a partir do segundo nível. Esses valores de esforços cortantes são referentes à base da seção transversal inferior de cada trecho de parede compreendido entre dois pavimentos consecutivos.

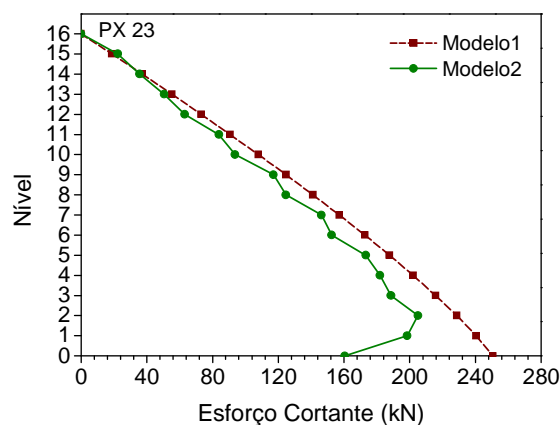


Figura 6.19: Distribuição dos esforços cortantes nas bases da PX 23 ao longo da altura do edifício Golden Club.

Observa-se nas Figuras 6.20 a 6.23 a redistribuição dos esforços cortantes nas paredes no segundo e terceiro níveis para as direções X e Y. No nível três houve uma redução das diferenças percentuais entre os modelos para 10% e 11% para as paredes PX23 e PY13, respectivamente, sendo que essas diferenças diminuem ao longo da altura do edifício.

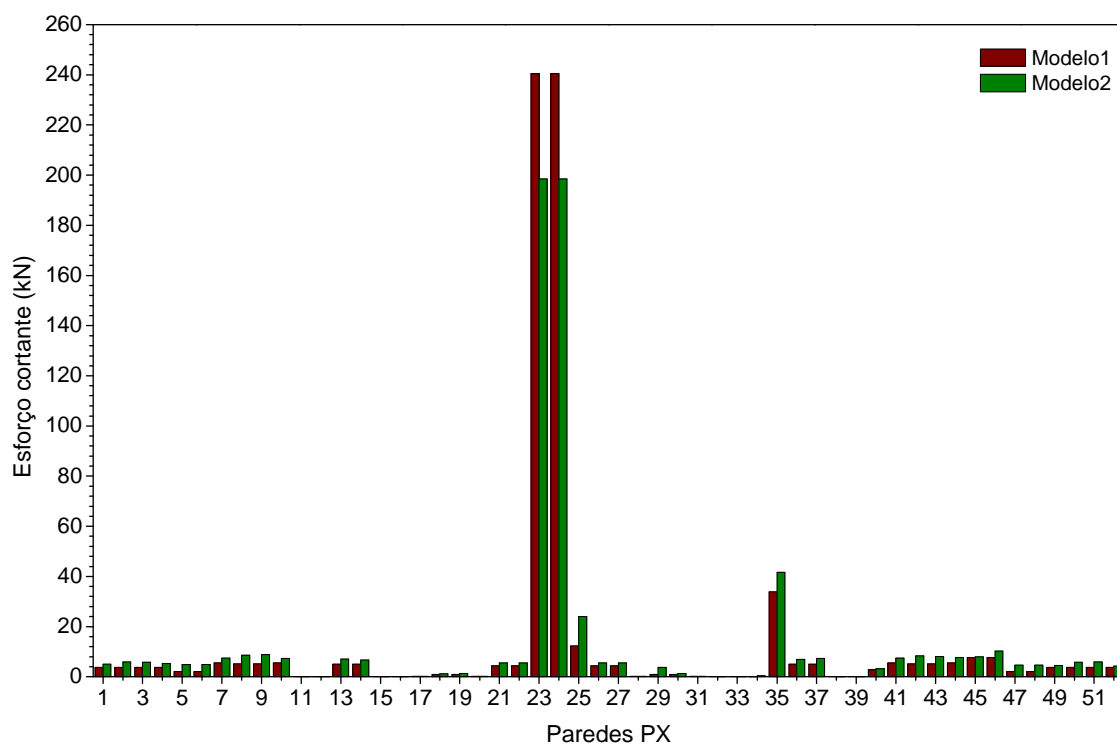


Figura 6.20: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção X no segundo pavimento.

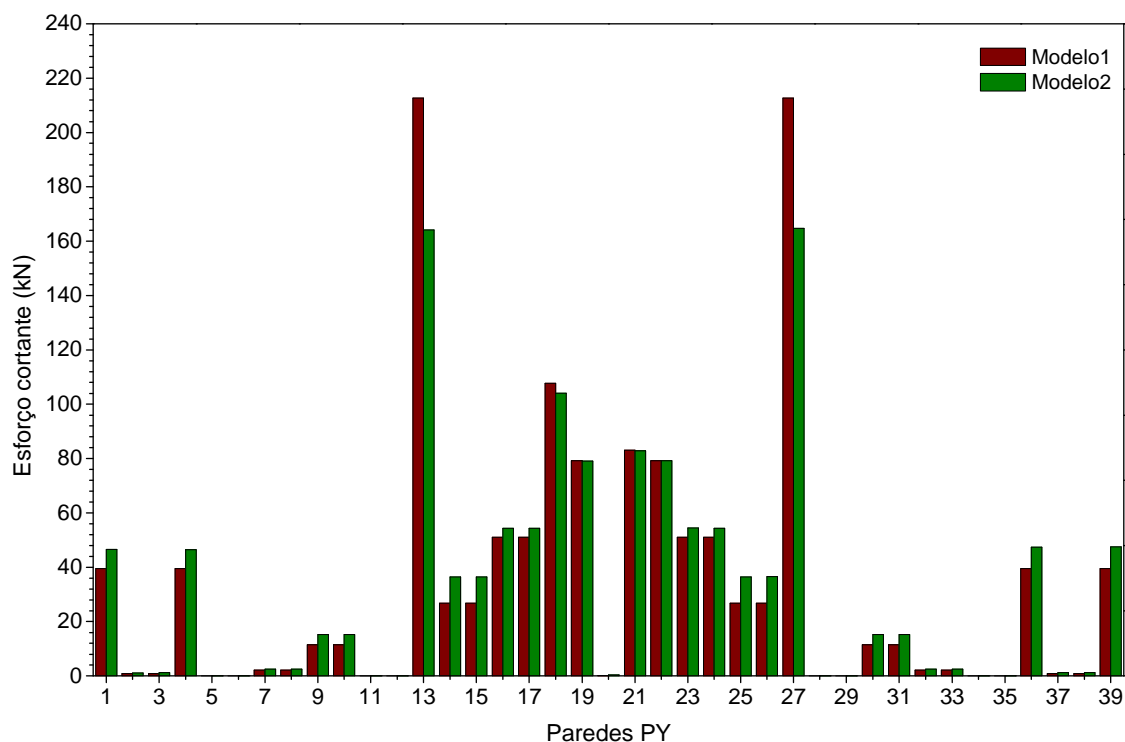


Figura 6.21: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção Y no segundo pavimento.

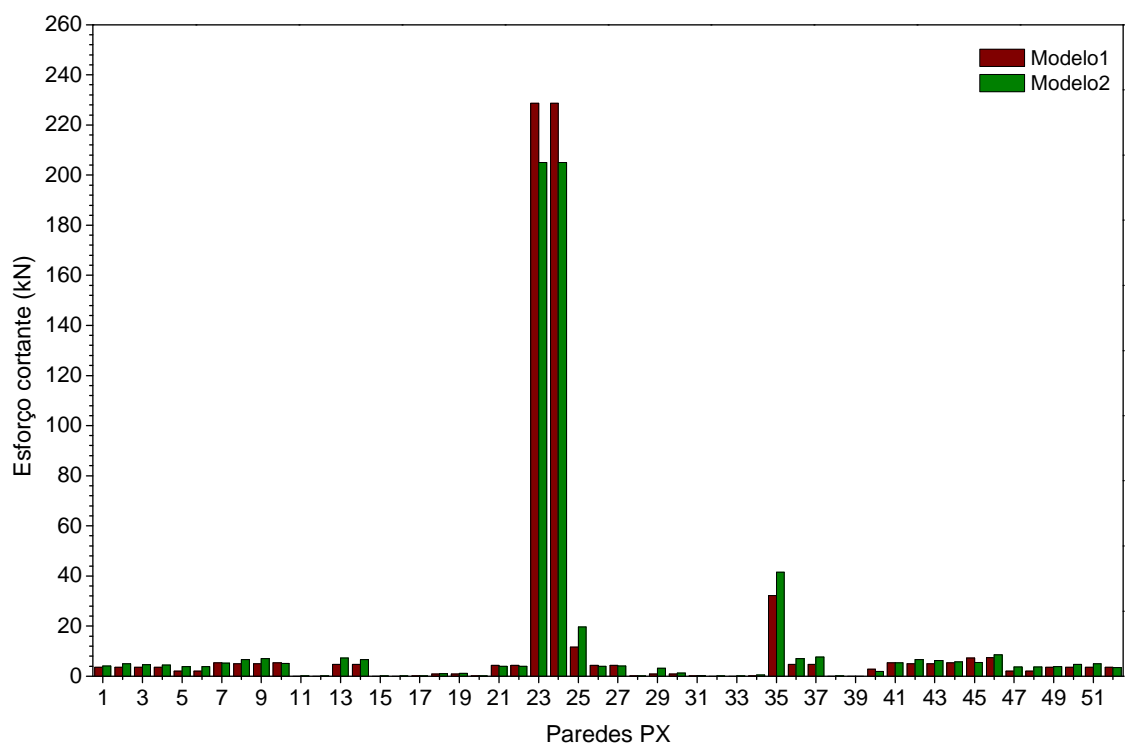


Figura 6.22: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção X no terceiro pavimento.

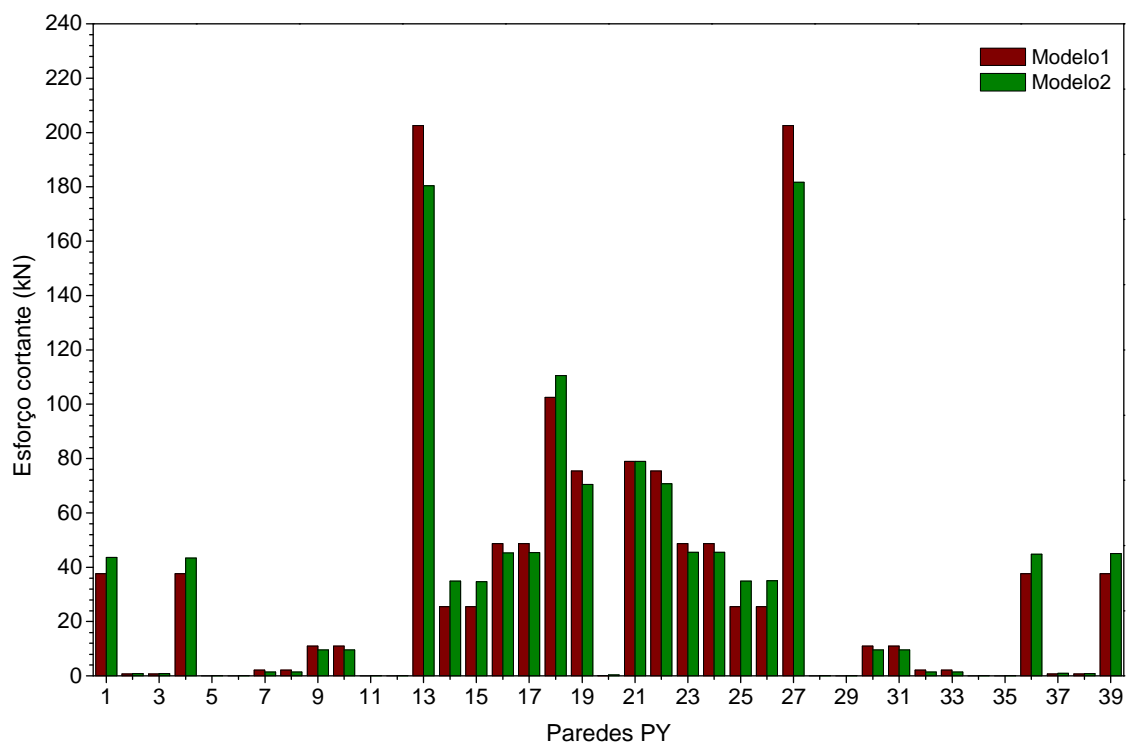


Figura 6.23: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção Y no terceiro pavimento.

As Figuras 6.24, 6.25 e 6.26 apresentam, para o primeiro pavimento, os diagramas de caixa dos esforços cortantes de todas as paredes e das paredes PX e PY. Observa-se que a menos dos *outliers*, que são valores que não se encaixam muito bem na amostra, já que distam bastante das médias e dos quartis, as características das amostras estão equiparadas, o que mostra uma grande tendência de serem consideradas semelhantes.

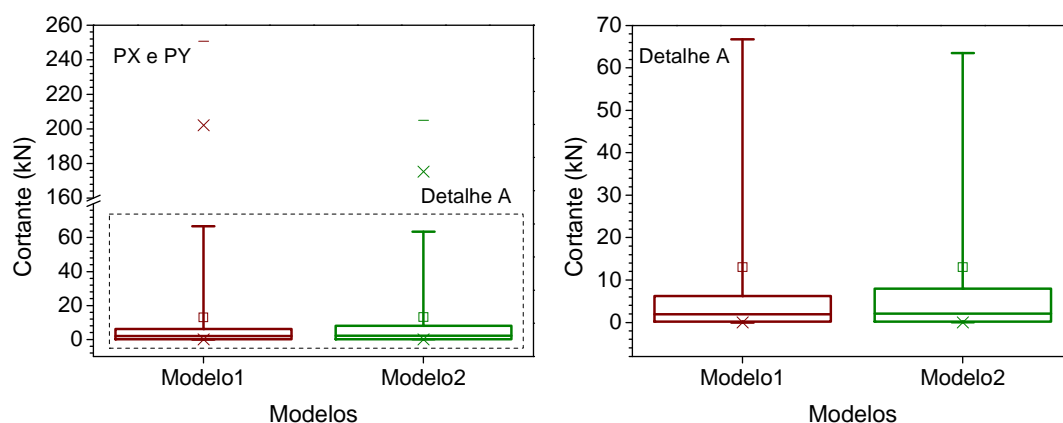


Figura 6.24: Diagrama de caixa dos esforços cortantes de todas as paredes para o edifício Golden Club e detalhe A.

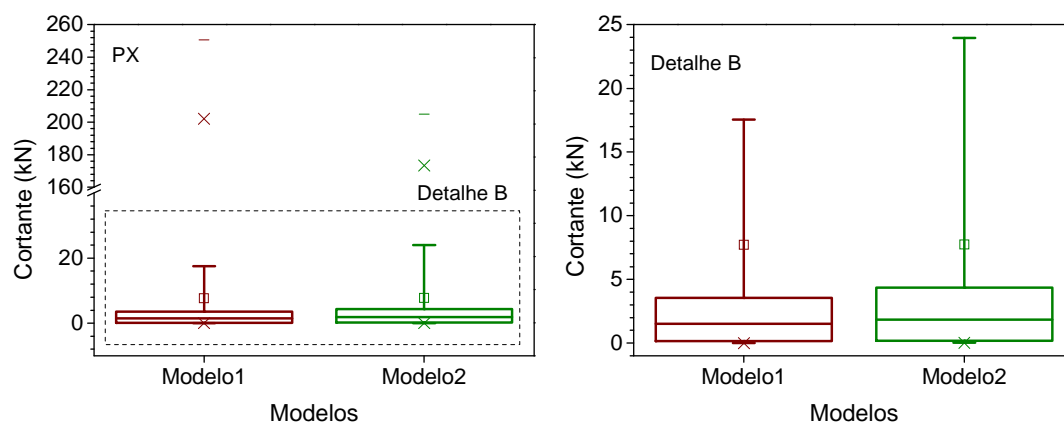


Figura 6.25: Diagrama de caixa para dos esforços cortantes das paredes PX para o edifício Golden Club e detalhe B.

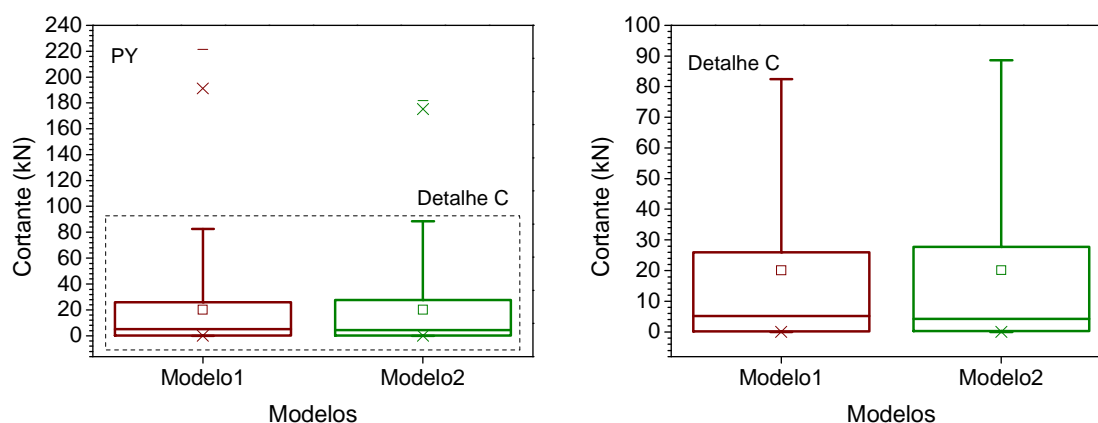


Figura 6.26: Diagrama de caixa para dos esforços cortantes das paredes PY para o edifício Golden Club e detalhe C.

A Figura 6.27 mostra o diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX23 e PY13 ao longo dos dezesseis pavimentos do edifício. Observa-se a diferença mais pronunciada entre os valores maiores, que ocorre na região da base. Essa dispersão dos dados é devida ao comportamento distinto dos dois modelos nessa região. Apesar disso, segundo a análise de variância, as diferenças entre os modelos não foram significativas.

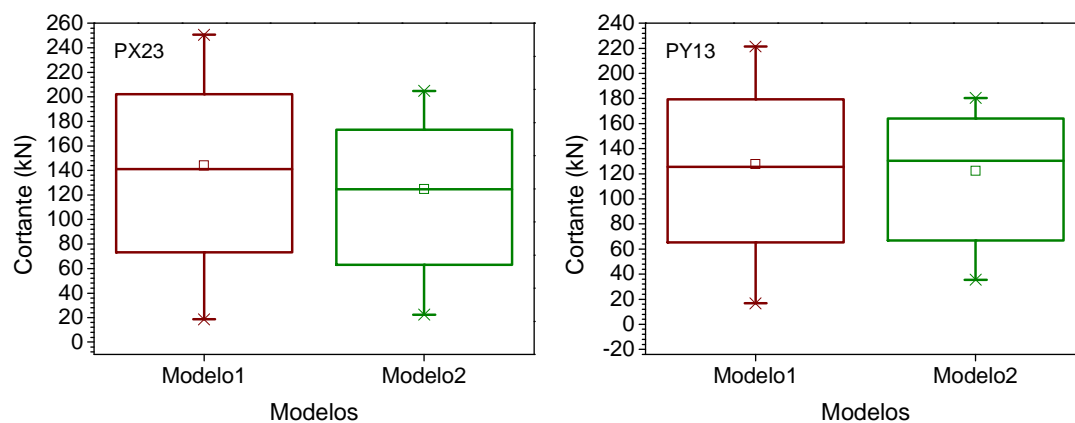


Figura 6.27: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX23 e PY13 para o edifício Golden Club.

Na Figura 6.28 estão as tensões normais das paredes mais solicitadas, PX23 e PY13, considerando apenas o carregamento horizontal e a Figura 6.29 apresenta as tensões normais considerando a combinação do carregamento vertical e das ações horizontais.

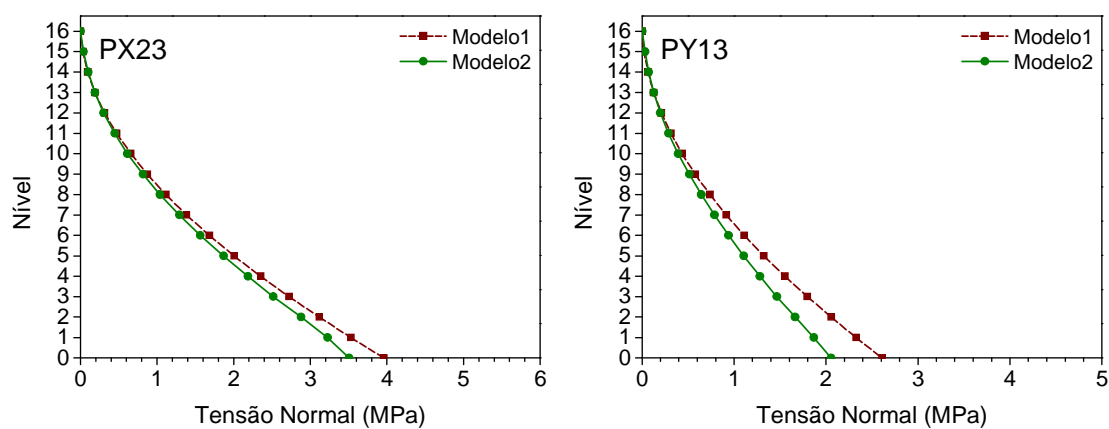


Figura 6.28: Tensões normais nas paredes PX23 e PY13 do edifício Golden Club devidas ações horizontais.

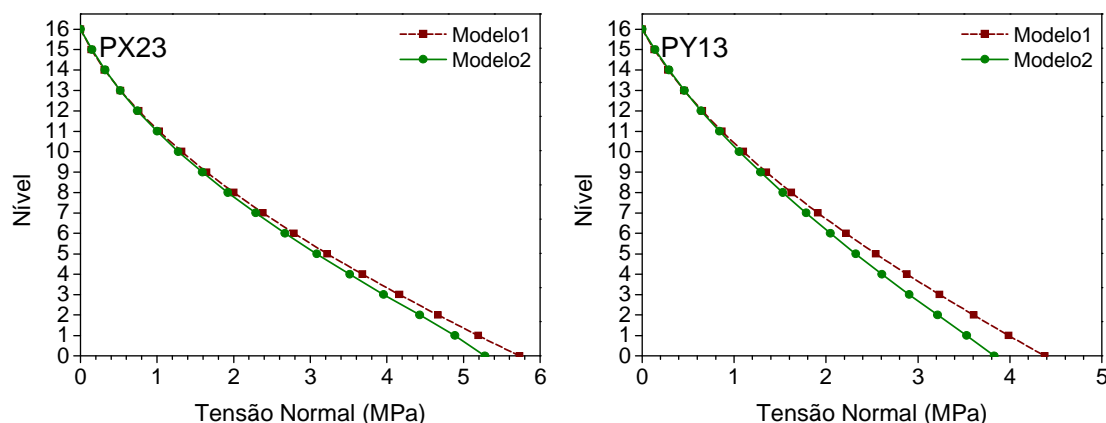


Figura 6.29: Tensões normais nas paredes PX23 e PY13 do edifício Golden Club considerando carregamento vertical e ações horizontais.

Para este edifício, os valores das tensões normais finais se apresentam bem próximos com relação aos dois modelos, com uma diferença percentual das tensões finais de 8% e 13% entre eles, para a PX23 e PY13, respectivamente. E sob o aspecto estatístico, eles também se apresentaram semelhantes. Isso é um ponto positivo para o projetista que não dispõe de ferramentas mais apuradas para obtenção dos esforços solicitantes para o dimensionamento das paredes estruturais e por isso, precisa recorrer ao modelo simplificado. Sendo as tensões normais as principais a serem observadas no projeto, pois elas definirão a resistência dos blocos das paredes do pavimento, a similaridade entre o modelo simplificado e o modelo tridimensional é extremamente benéfica, pois traz uma segurança para o projetista que necessita utilizar o primeiro método.

Da resistência dos materiais, quando a altura da parede é muito superior ao seu comprimento (com razão variando entre cinco e dez segundo alguns textos clássicos) e suas características geométricas forem uniformes ao longo de sua altura, pode-se considerar apenas o momento fletor produzindo deformação. Neste caso, a parcela de deformação devida ao cisalhamento pode ser desprezada, pois a parcela da flexão é predominante. No entanto, essa parcela da deformação devida ao cisalhamento tende a deixar de ser desprezível quando se têm paredes de comprimento muito grande em relação à sua altura. Assim, para a configuração de um pavimento (ver Figura 4.3), a parcela da Equação 4.7 devida ao esforço cortante deve ser considerada no cálculo dos deslocamentos.

A rigidez relativa ( $R_i$ ) de cada parede quando esta é composta pela contribuição da flexão e do esforço cortante (Equação (6.1)) e considerando o fator de forma da seção ( $\lambda$ ) dado pela Equação (6.2), pode ser expressa pela Equação (6.3).

$$R_i = \Delta_i / \sum_{j=1}^n \Delta_j \quad (6.1)$$

$$\lambda = \frac{A}{A_c} \quad (6.2)$$

$$R_i = \left( \psi \frac{1}{I_i} + \beta \frac{1}{A_{c_i}} \right) / \left[ \psi \left( \sum_{n=1}^N \frac{1}{I_n} \right) + \beta \left( \sum_{n=1}^N \frac{1}{A_{c_n}} \right) \right] \quad (6.3)$$

Em que os coeficientes  $\psi$  e  $\beta$  correspondem às Equações (6.4) e (6.5), respectivamente.

$$\psi = \frac{h^3}{3E} \quad (6.4)$$

$$\beta = \frac{h}{G} \quad (6.5)$$

O edifício Golden Club possui algumas paredes em que há a necessidade de levar em consideração a parcela devida ao cisalhamento no cálculo dos esforços e deslocamentos, como por exemplo, a PX23.

Ao incorporar a deformação por cisalhamento no Modelo 1 (chamado de Modelo 1C), obteve-se uma significativa redistribuição dos esforços cortantes. A Figura 6.30 apresenta a comparação das distribuições desses esforços para a PX23 ao longo da altura do edifício entre os três modelos. O Modelo 1C



apresenta um comportamento semelhante ao do Modelo 2, principalmente na região da base, apesar dos valores ainda estarem próximos aos do Modelo 1 nos níveis superiores.

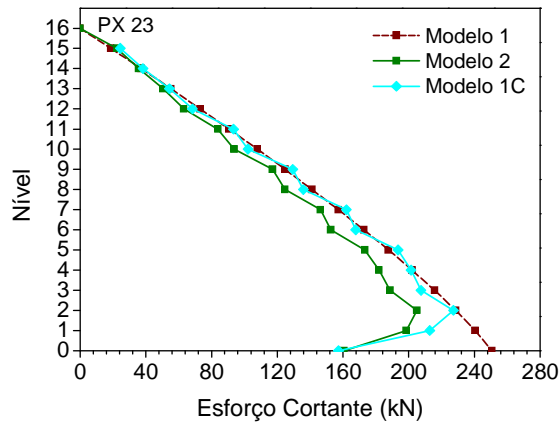


Figura 6.30: Distribuição dos esforços cortantes da PX23 ao longo da altura do edifício Golden Club, incluindo o Modelo 1C.

As Figuras 6.31 e 6.32 apresentam uma nova redistribuição dos esforços cortantes nas bases das paredes do primeiro pavimento ao considerar a deformação por cisalhamento.

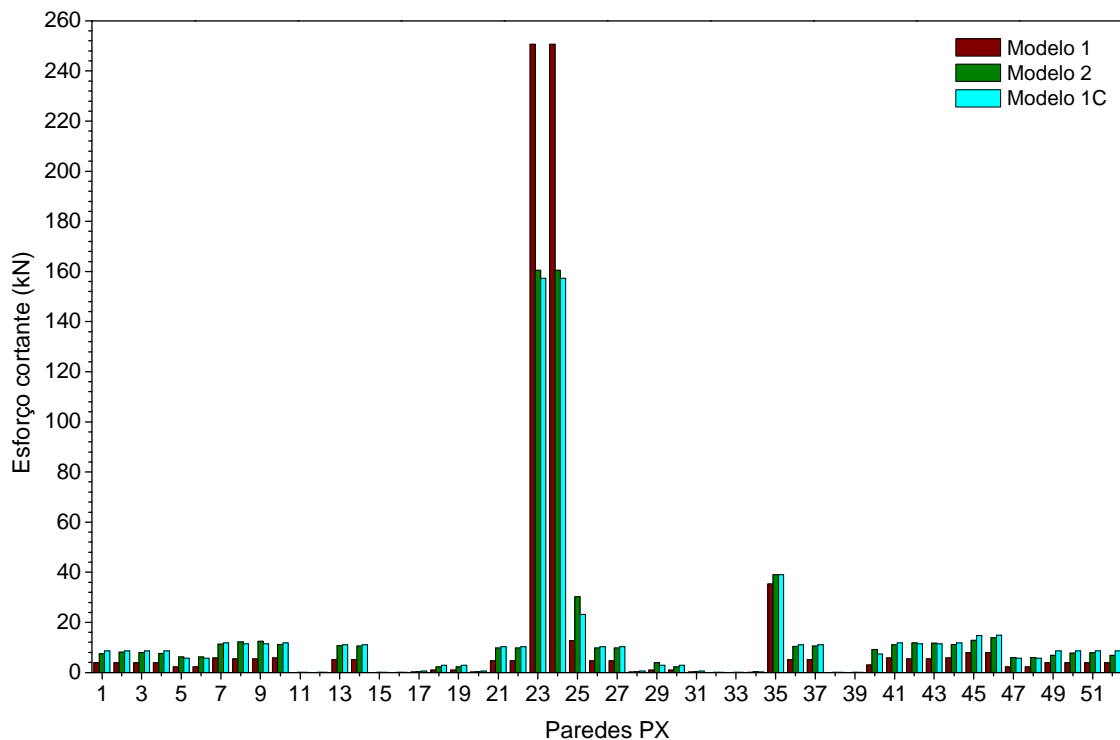


Figura 6.31: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção X no primeiro pavimento, incluindo o Modelo 1C.

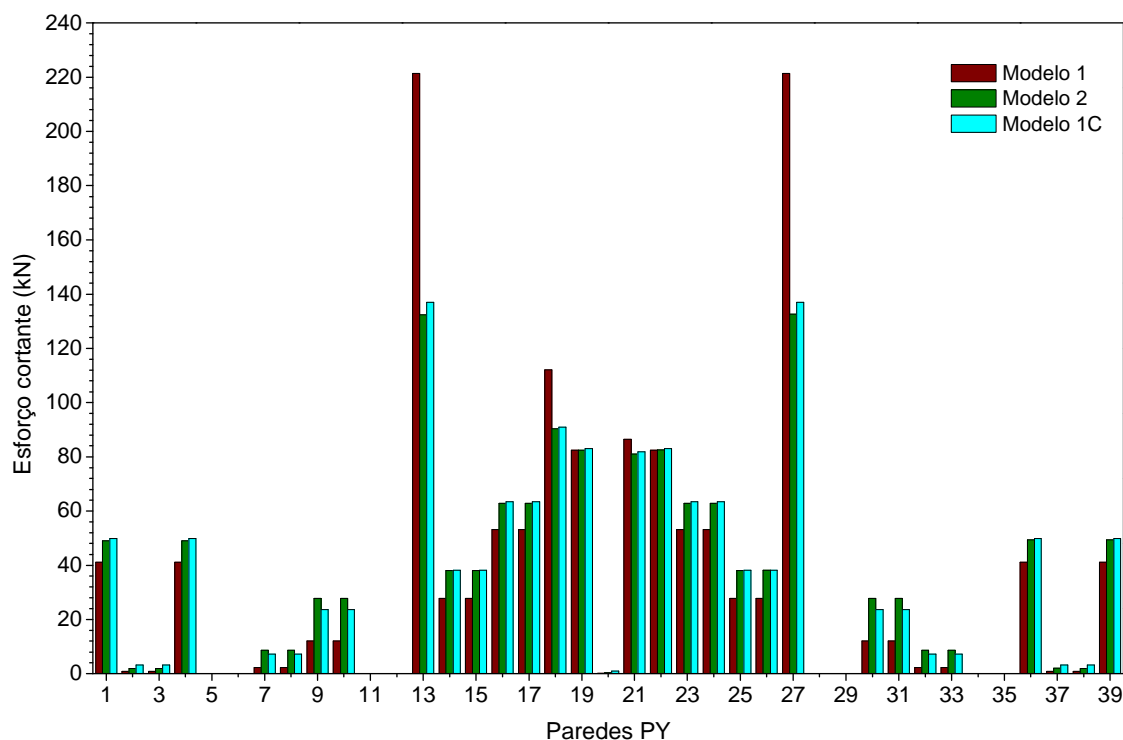


Figura 6.32: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Golden Club na direção Y no primeiro pavimento, incluindo o Modelo 1 C.

Observa-se um padrão de distribuição muito próximo para os Modelos 2 e 1C, e a partir do segundo pavimento, os valores obtidos pelos Modelos 1 e 1C tendem a se aproximar como mostra a Figura 6.30. Vale ressaltar que em edifícios com menor número de pavimentos, as diferenças entre os Modelos 1 e 1C tendem a ser mais pronunciadas, como mostram as Figuras 6.33 a 6.35, sendo a diferença percentual entre os valores obtidos pelos modelos 1 e 2 de 40% e 44% para PX23 e PY13, respectivamente e entre os Modelos 1 e 1C de 42% para as duas paredes.

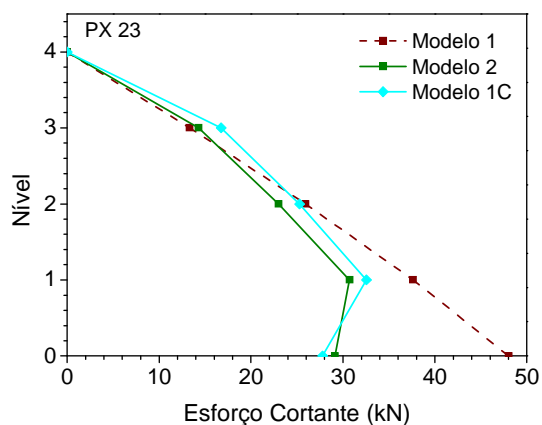


Figura 6.33: Distribuição dos esforços cortantes da PX 23 ao longo da altura do edifício do edifício Golden Club de quatro pavimentos, incluindo Modelo 1C.

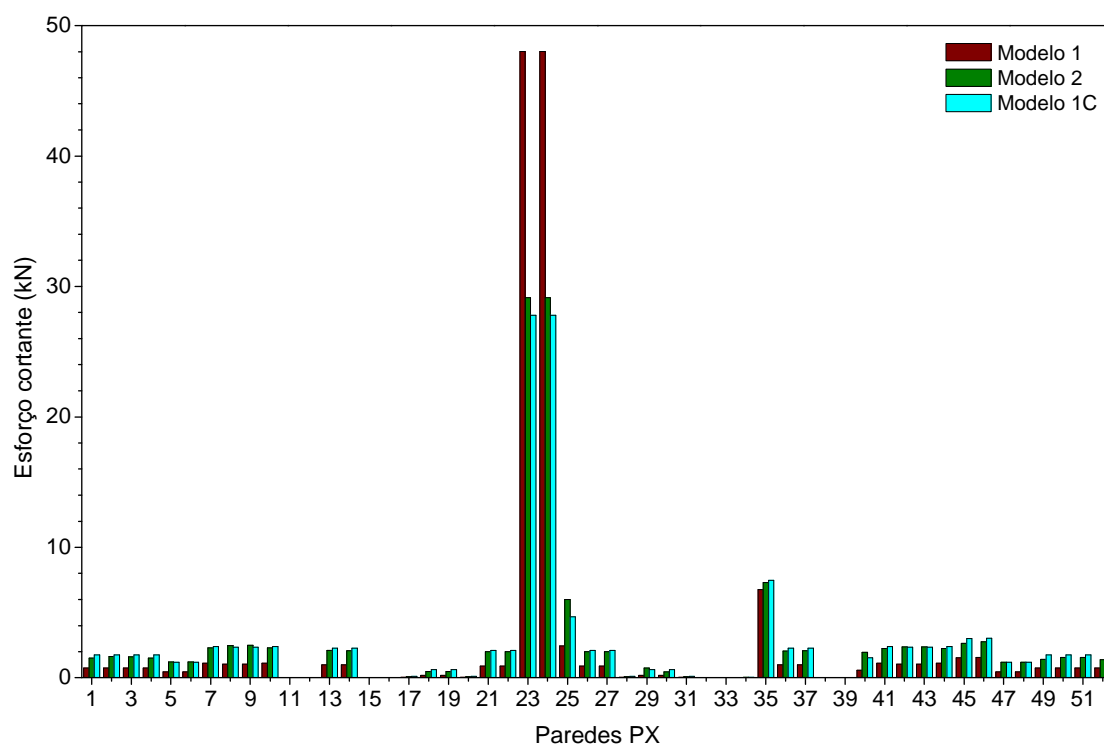


Figura 6.34: Distribuição dos esforços cortantes nas bases das paredes do primeiro pavimento do Edifício Golden Club de quatro pavimentos na direção X.

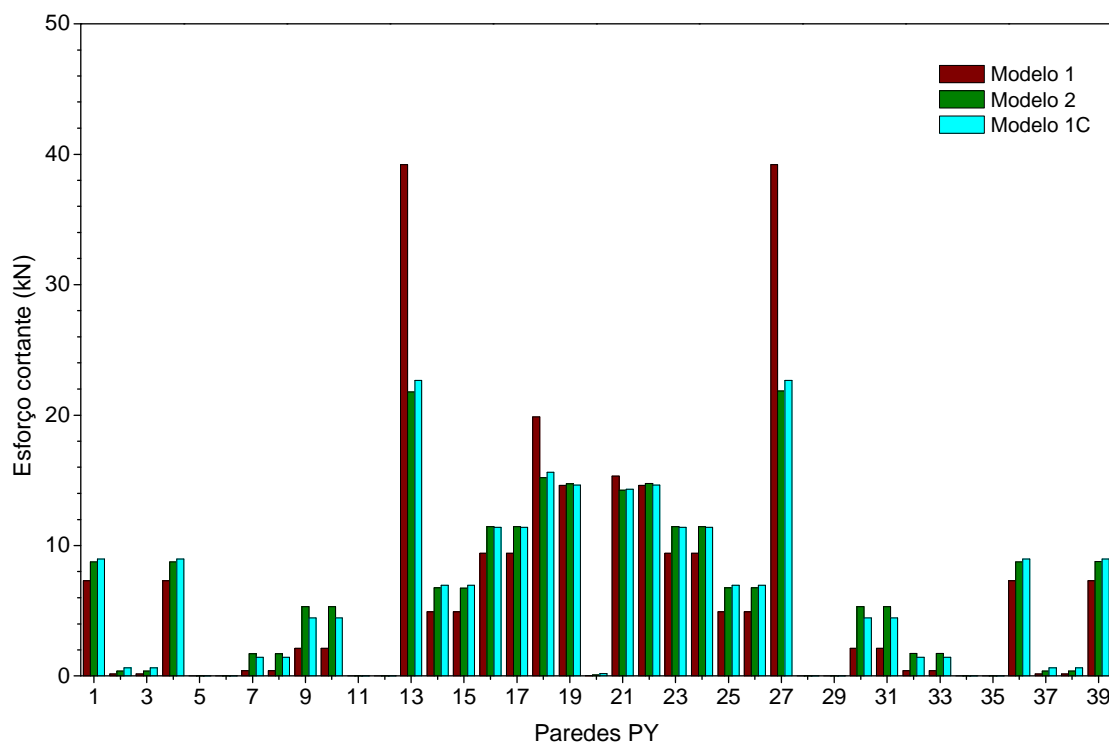


Figura 6.35: Distribuição dos esforços cortantes nas bases das paredes do primeiro pavimento do Edifício Golden Club de quatro pavimentos na direção Y.

No caso dos deslocamentos, observe-se que a inclusão da deformação por cisalhamento no Modelo 1 não produz variações significativas (ver Figura 6.36). Estes resultados vêm ratificar a afirmação feita anteriormente ao se analisar os deslocamentos obtidos pelos Modelos 1 e 2, e corrobora o estudo de Nascimento Neto (1999).

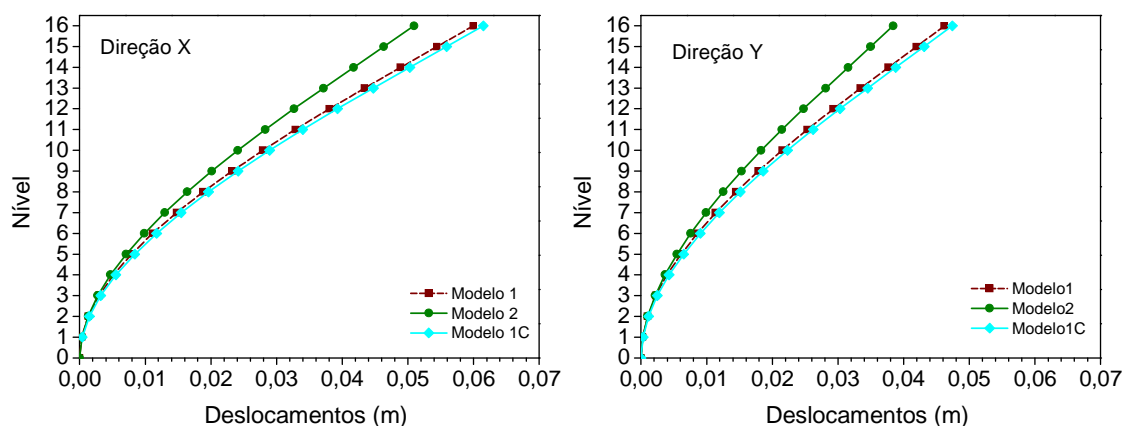


Figura 6.36: Deslocamentos horizontais dos pavimentos nas direções X e Y do edifício Golden Club, incluindo Modelo 1C.



### 6.2.3 Edifício Jardim Portugal

As resistências do bloco e o módulo de elasticidade longitudinal da alvenaria utilizados nas modelagens do edifício Jardim Portugal estão descritas na Tabela 6.7. A planta do pavimento tipo está apresentada na Figura 6.37. Neste edifício, todas as paredes são estruturais e devido à simetria do pavimento, apenas os grupos destacados no diagrama unifilar da Figura 6.38 são analisados. O Edifício Jardim Portugal possui 203 interfaces no total.

Tabela 6.7: Resistência do bloco e módulo de elasticidade longitudinal da alvenaria do edifício Jardim Portugal.

Nível	4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
	$f_{Bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{Bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{Bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{Bk}$ (MPa)	E (MPa)
1	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400	12,0	7680
2	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400	12,0	7680
3	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680
4	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120	10,0	6400
5	-	-	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400
6	-	-	4,5	2880	6,0	3840	10,0	6400
7	-	-	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120
8	-	-	4,5	2880	4,5	2880	8,0	5120
9	-	-	-	-	4,5	2880	6,0	3840
10	-	-	-	-	4,5	2880	6,0	3840
11	-	-	-	-	4,5	2880	4,5	2880
12	-	-	-	-	4,5	2880	4,5	2880
13	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
14	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
15	-	-	-	-	-	-	4,5	2880
16	-	-	-	-	-	-	4,5	2880

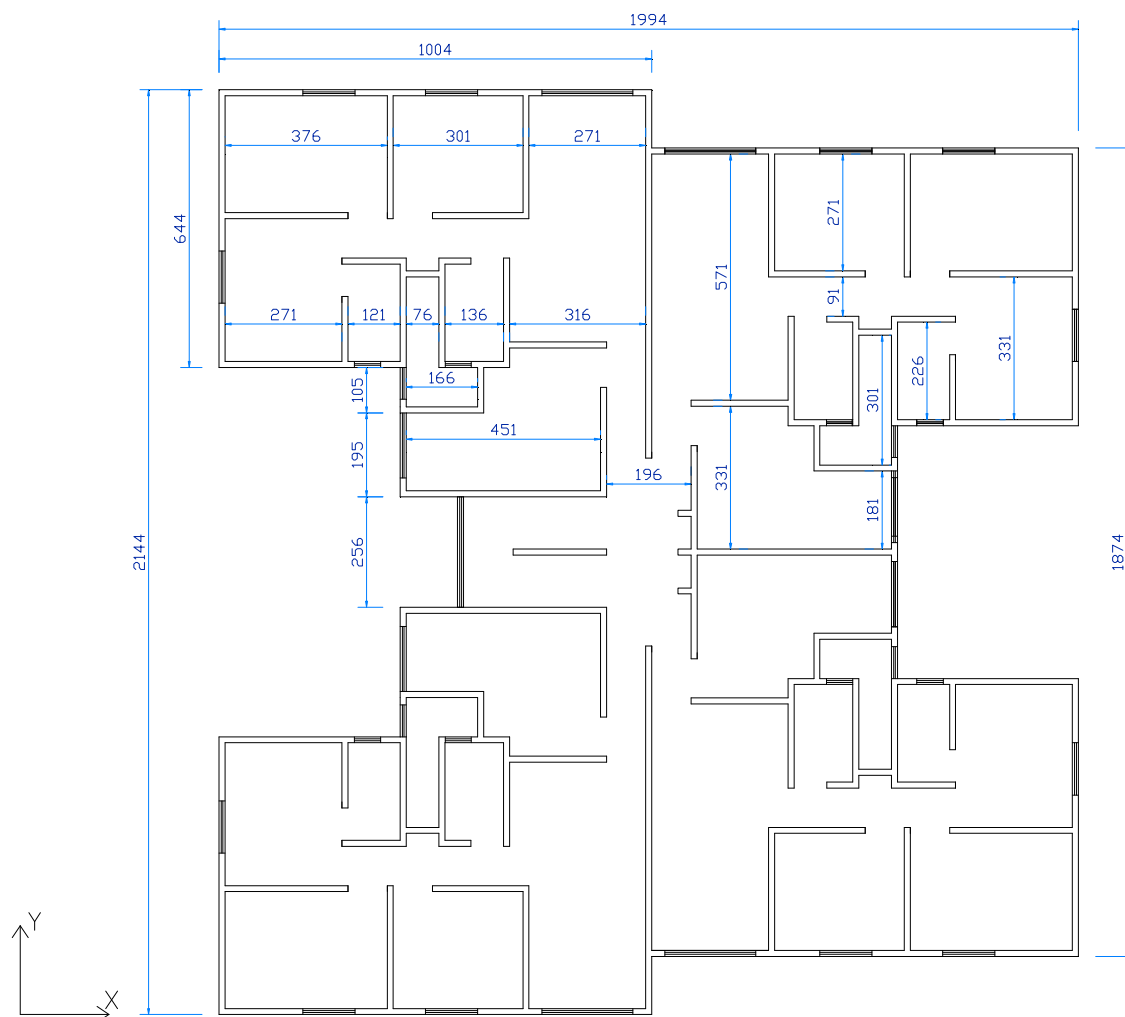


Figura 6.37: Arranjo arquitetônico do pavimento tipo do edifício Jardim Portugal (dimensões em cm).

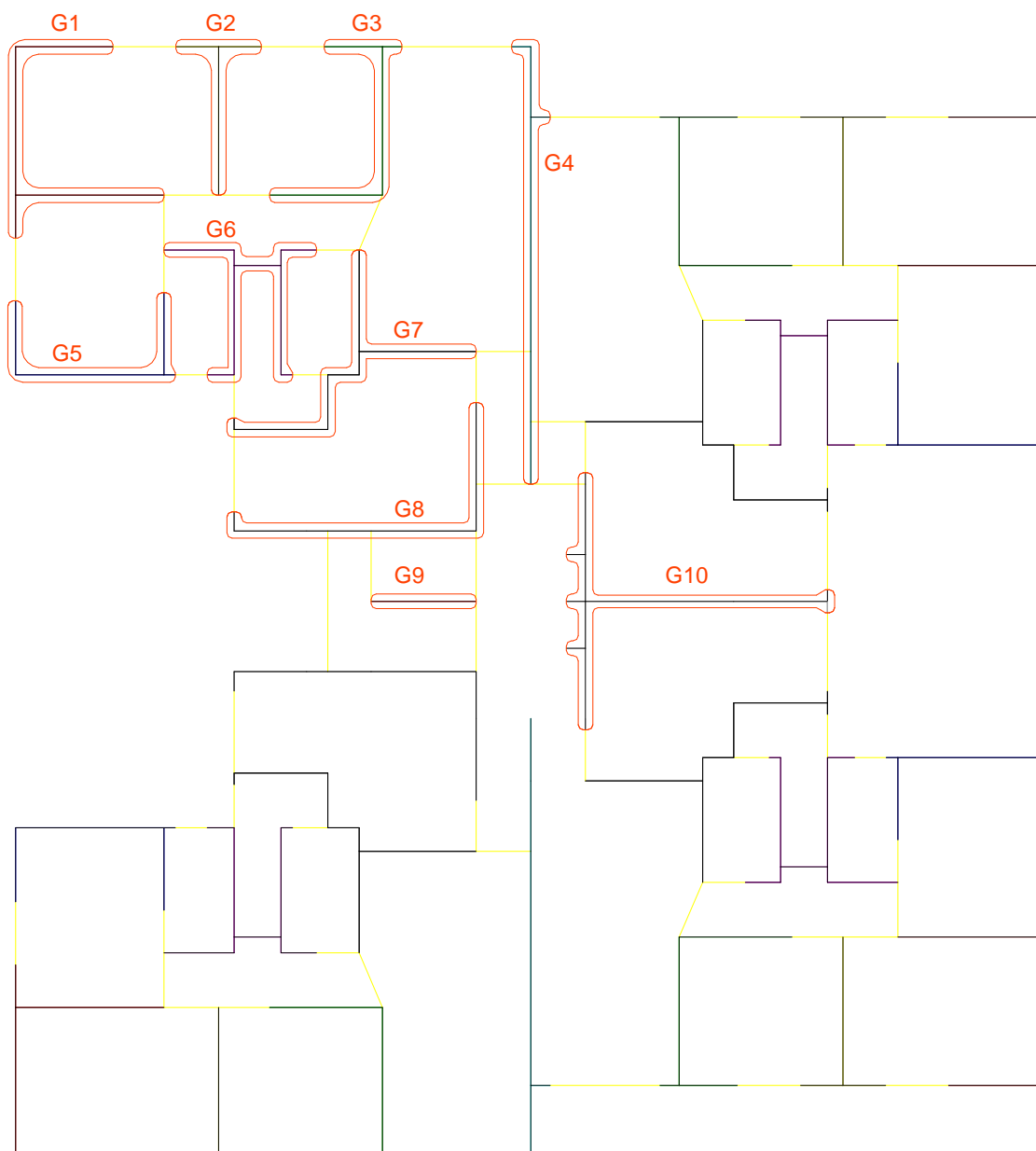


Figura 6.38: Diagrama unifilar do pavimento tipo do Edifício Jardim Portugal e identificação dos grupos de paredes.

As paredes nas direções X e Y e os respectivos grupos às quais pertencem, estão apresentados em planta na Figura 6.39.



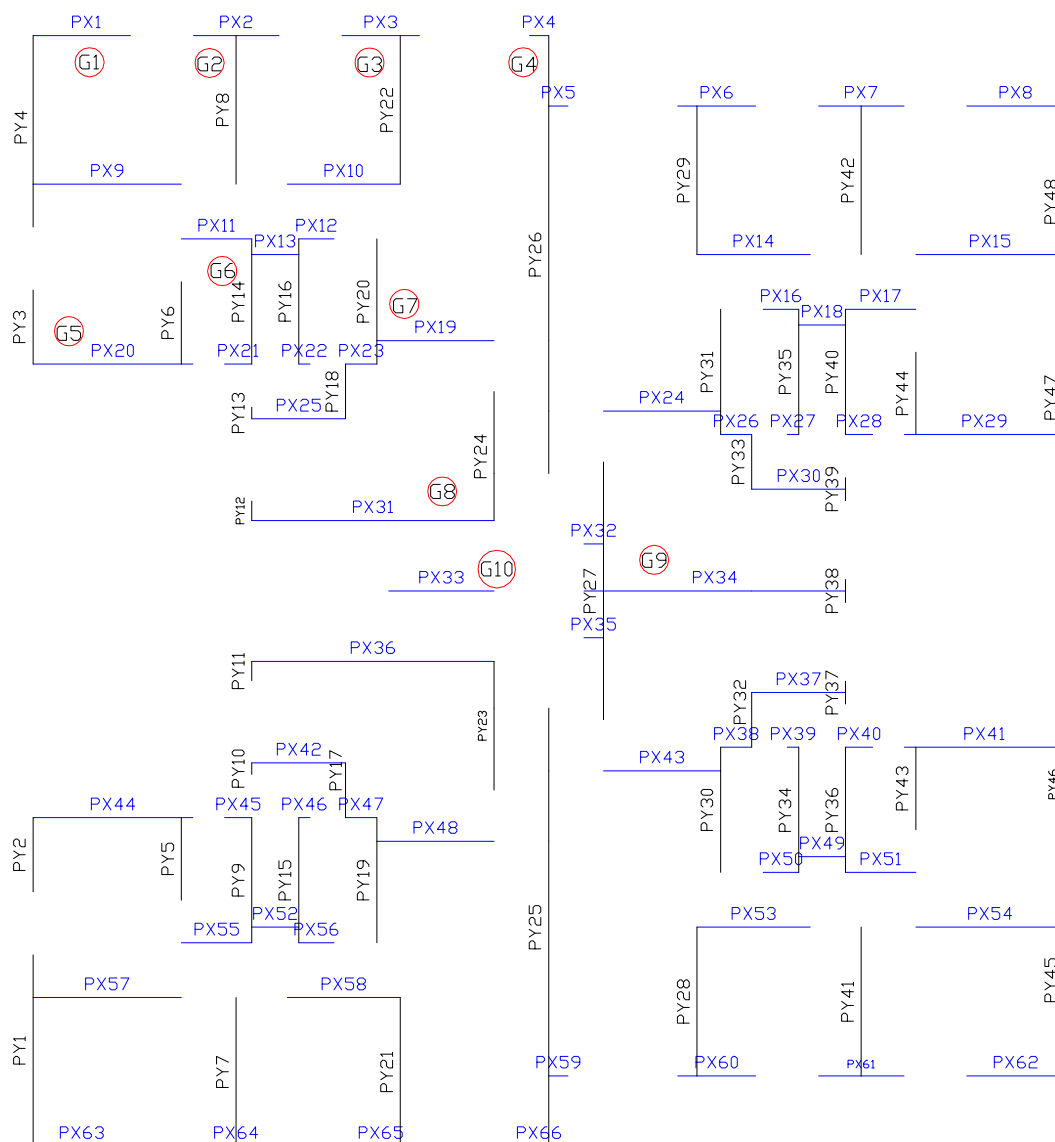


Figura 6.39: Disposição em planta dos grupos e paredes nas direções X e Y do edifício Jardim Portugal.

O número de interfaces que não atenderam aos critérios de resistência normatizados e suas respectivas porcentagens em relação ao total de interfaces do edifício estão descritos na Tabela 6.8.

Tabela 6.8: Número de interfaces que falharam no edifício Jardim Portugal.

Critério	Modelo	Carregamento								
		Vertical	Ações Combinadas							
			4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
			Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa}$ )	1	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	4 (2%)
	2		-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	12 (6%)	18 (9%)	18 (9%)	26 (13%)	18 (9%)	39 (19%)	30 (15%)	43 (21%)	40 (20%)
	2		24 (12%)	16 (8%)	40 (20%)	32 (16%)	44 (22%)	32 (16%)	53 (26%)	40 (20%)
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	12 (6%)	14 (7%)	14 (7%)	31 (15%)	22 (11%)	43 (21%)	24 (12%)	51 (25%)	46 (23%)
	2		12 (6%)	12 (6%)	44 (22%)	24 (12%)	53 (26%)	36 (18%)	97 (48%)	56 (28%)

Da mesma forma que no edifício anterior, a combinação 2 do texto da revisão da NBR 10837 foi a crítica, com exceção do edifício de quatro pavimentos, em que a ação do vento não é preponderante.

A Figura 6.40 mostra uma grande diferença entre os valores dos deslocamentos ao nível dos pavimentos na direção X, obtidos com o Modelo 1 e com o Modelo 2, sendo essa diferença de 34%. Este fato se deve, ainda, ao Modelo 2 incorporar todo o trecho perpendicular à parede de contraventamento como contribuição para rigidez total do pavimento, enquanto o Modelo 1 utiliza apenas o limite de seis vezes a espessura da parede interceptante. Esse fato pode ser avaliado de forma simplificada, eliminando-se o limite de 6t para a contribuição do flange, adotando-se o seu comprimento total, apenas nas três paredes com maiores dimensões na direção X: PX31, PX32 e PX33. Com isso, seria obtido um aumento de 14% na rigidez total do pavimento na referida

direção, o que provocaria redução nos deslocamentos. Isso explica as diferenças encontradas.

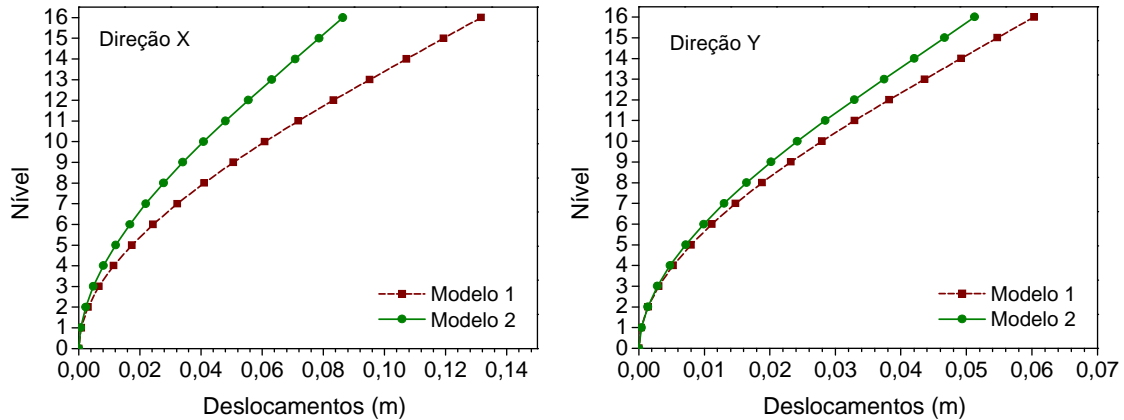


Figura 6.40: Deslocamentos horizontais dos pavimentos nas direções X e Y do edifício Jardim Portugal.

Os diagramas de caixa apresentam as diferenças dos valores obtidos com os dois modelos (ver Figura 6.41). Nota-se claramente uma expressiva diferença entre os valores na direção X. Com as análises estatísticas, ainda assim, as amostras se mostraram semelhantes, não sendo, portanto, essas diferenças significativas.

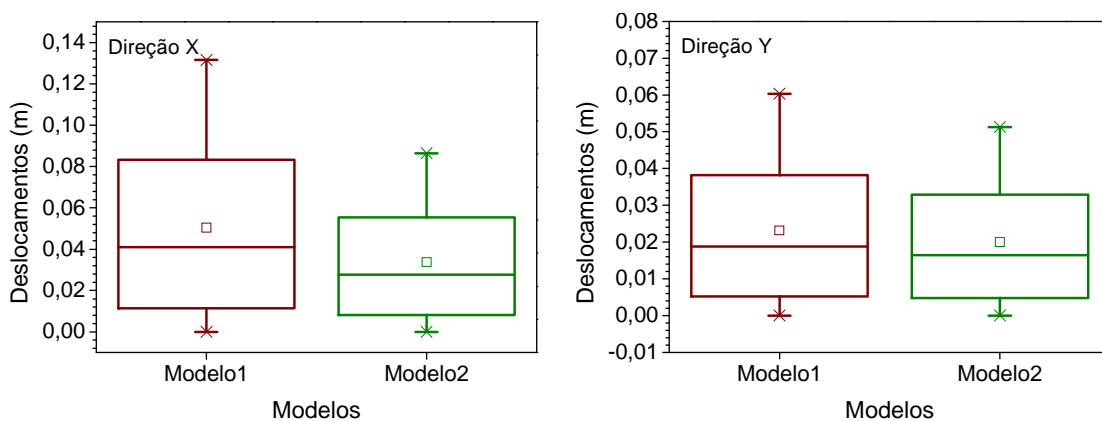


Figura 6.41: Diagrama de caixa dos deslocamentos horizontais nas direções X e Y do edifício Jardim Portugal.

A distribuição dos esforços cortantes também apresenta grandes variações no primeiro pavimento, como pode ser visto nas Figuras 6.42 e 6.44. Observa-se que, para as paredes mais carregadas, essas diferenças são da ordem de 41% e 44% para PX34 e PY25, respectivamente. Os diagramas de caixa apresentados nas Figuras 6.43 e 6.45 mostram essas diferenças, em que se pode observar que alguns valores se afastam muito das médias das amostras.

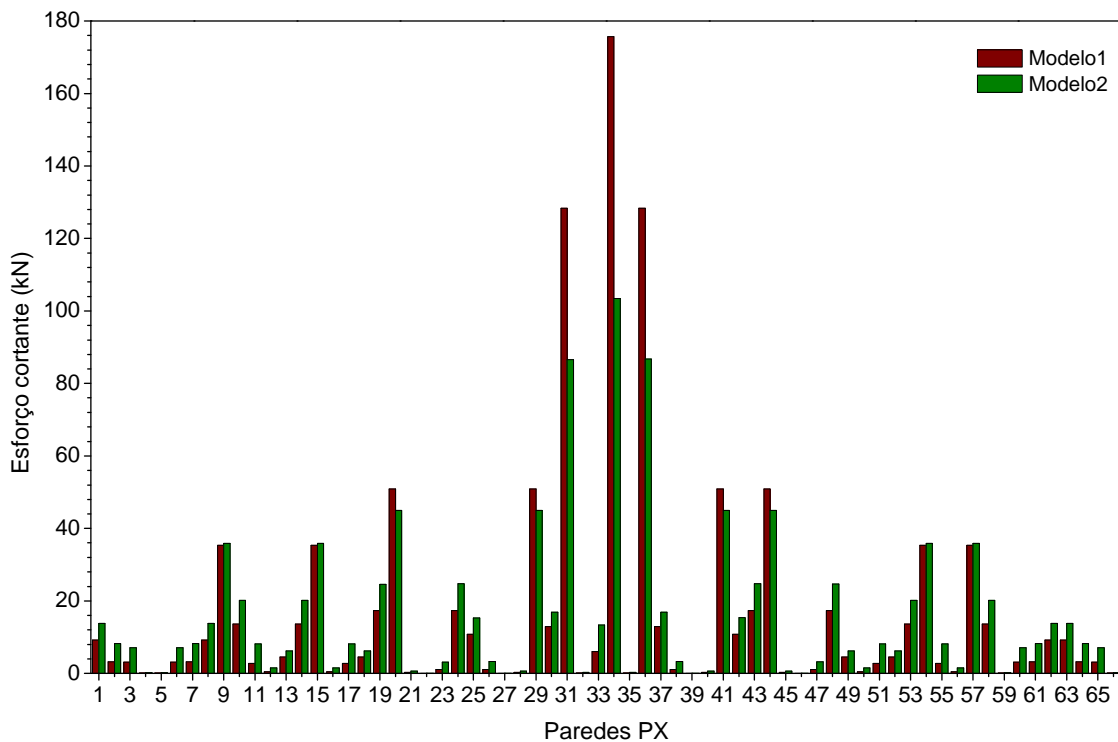


Figura 6.42: Esforços cortantes nas bases das paredes PX do edifício Jardim Portugal.

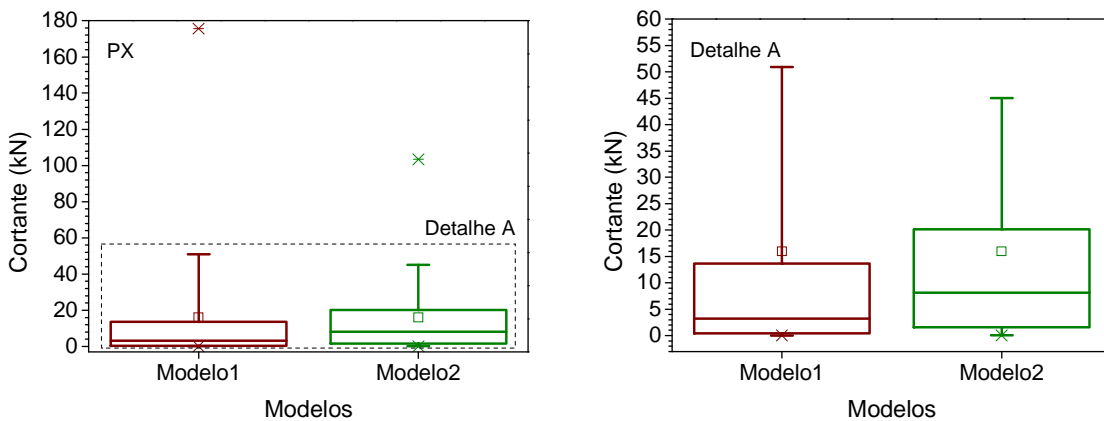


Figura 6.43: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes do primeiro pavimento do edifício Jardim Portugal na direção X e detalhe A.

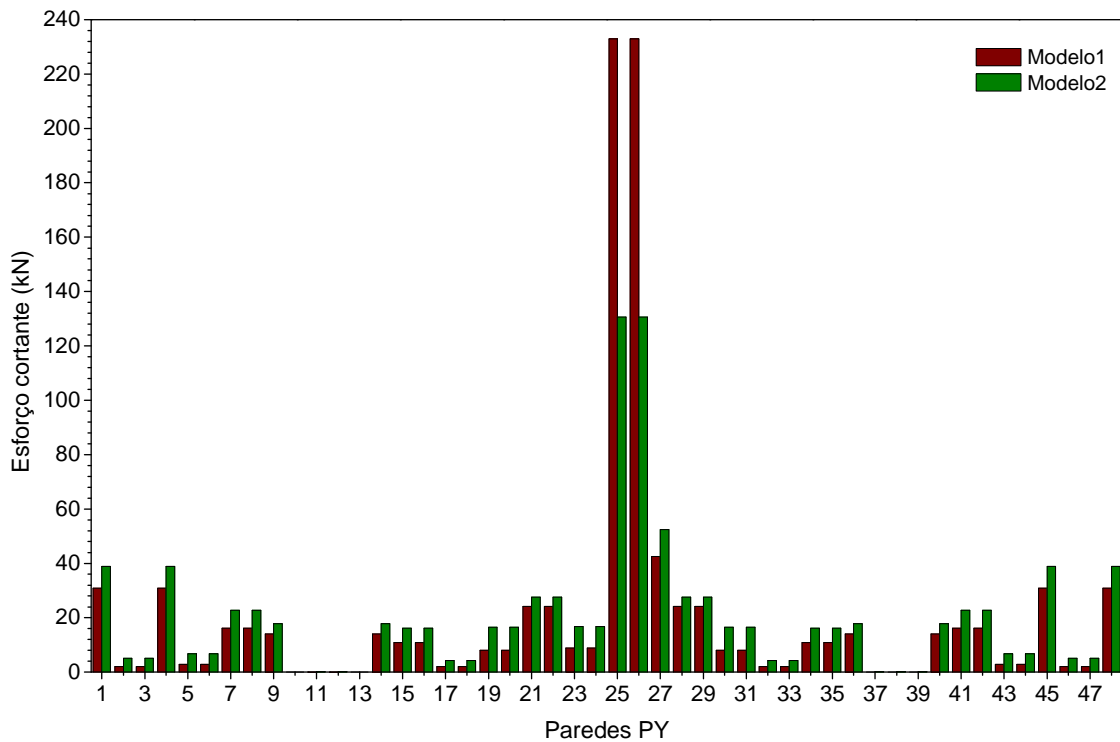


Figura 6.44: Esforços cortantes nas bases das paredes PY do edifício Jardim Portugal.

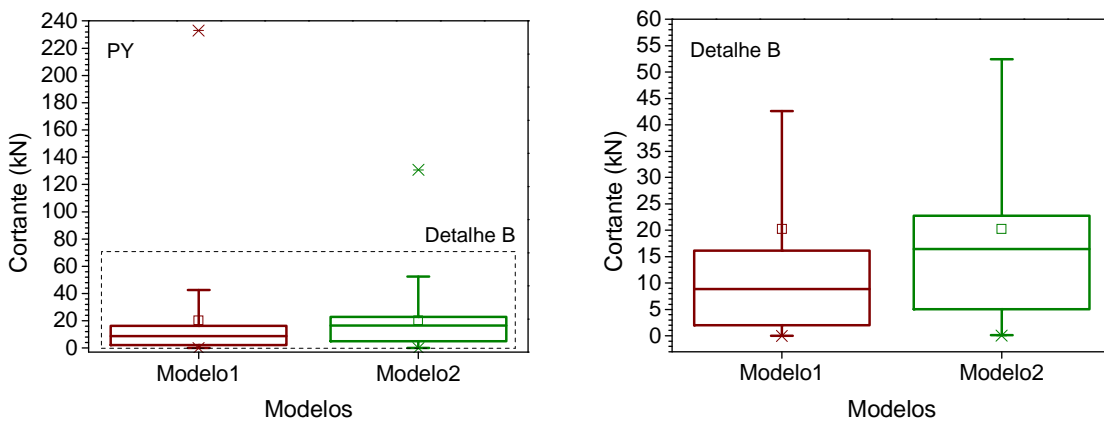


Figura 6.45: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes do primeiro pavimento do edifício Jardim Portugal na direção Y e detalhe B.

Ao considerar o conjunto de todos os pavimentos, as diferenças entre as amostras diminuem, como observado na similaridade dos diagramas de caixa para todas as paredes e para as paredes PX e PY separadamente, apresentados nas Figuras 6.46, 6.47 e 6.48.

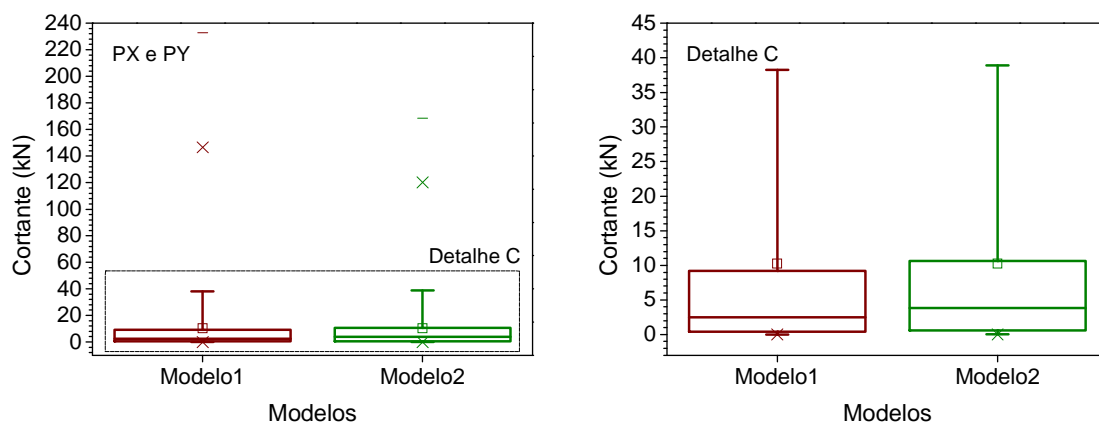


Figura 6.46: Diagrama de caixa dos esforços cortantes de todas as paredes do edifício Jardim Portugal e detalhe C.

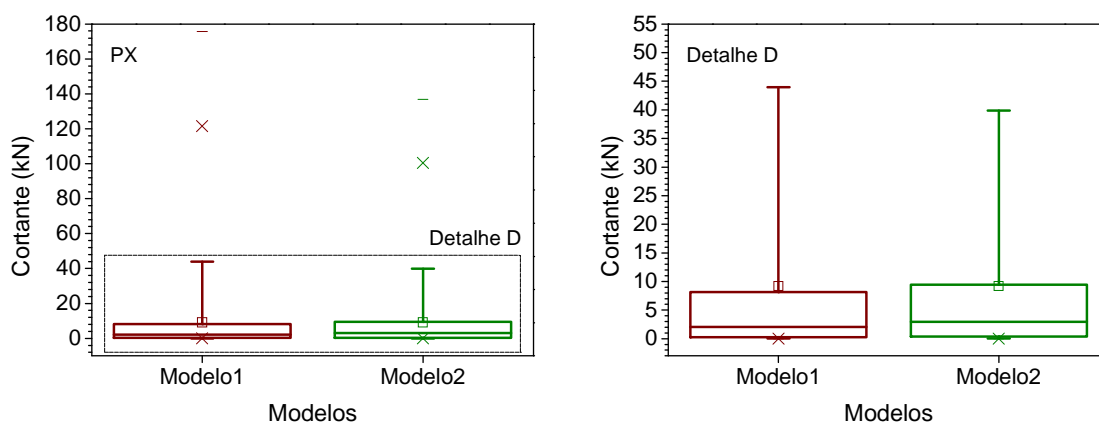


Figura 6.47: Diagrama de caixa para dos esforços cortantes das paredes PX do edifício Jardim Portugal e detalhe D.

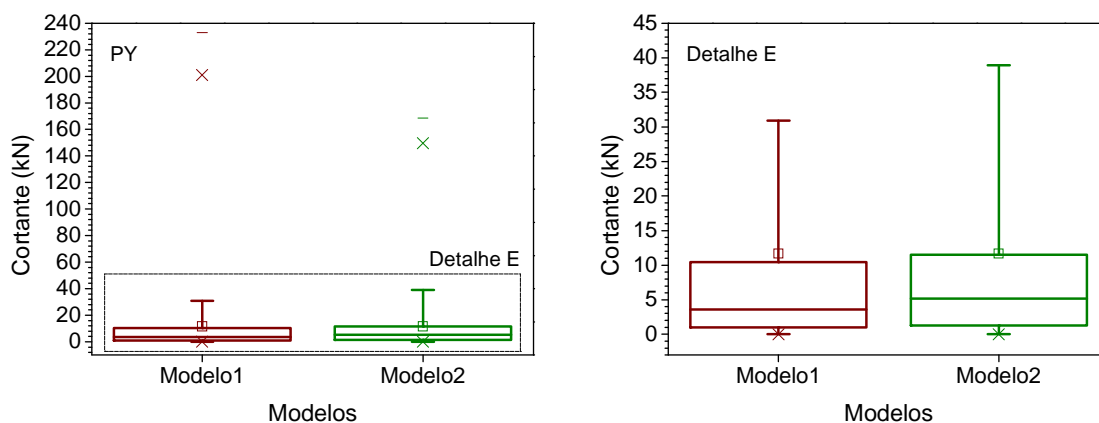


Figura 6.48: Diagrama de caixa para dos esforços cortantes das paredes PY do edifício Jardim Portugal e detalhe E.

Os diagramas de caixa das paredes mais solicitadas PX34 e PY25, apresentam o mesmo comportamento dos diagramas do edifício Golden Club, em que há uma variação dos maiores valores, que são os obtidos na região da base (Figura 6.49).

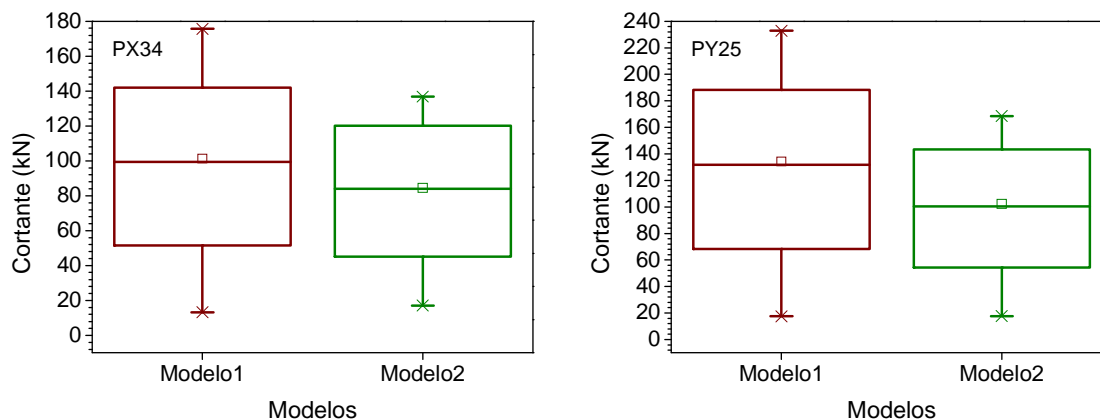


Figura 6.49: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX34 e PY25 do edifício Jardim Portugal.

Para verificação da influência da deformação por cisalhamento no Modelo 1, utilizou-se o Modelo 1C, de maneira semelhante ao que se fez para o edifício Golden Club. As distribuições dos esforços cortantes da PY25 ao longo dos dezesseis pavimentos do edifício podem ser observadas na Figura 6.50. O aspecto da curva referente ao Modelo 1C assemelha-se ao do Modelo 2 e a distribuição dos esforços cortantes no primeiro pavimento devidos a estes dois modelos também se apresentam semelhantes, conforme as Figuras 6.51 e 6.52.

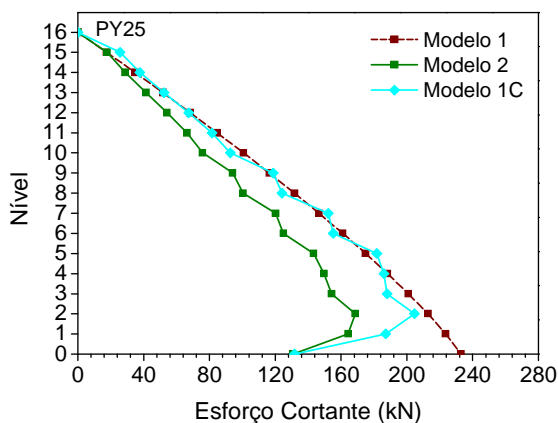


Figura 6.50: Distribuição dos esforços cortantes da PY25 ao longo da altura do edifício do edifício Jardim Portugal, incluindo Modelo 1C.

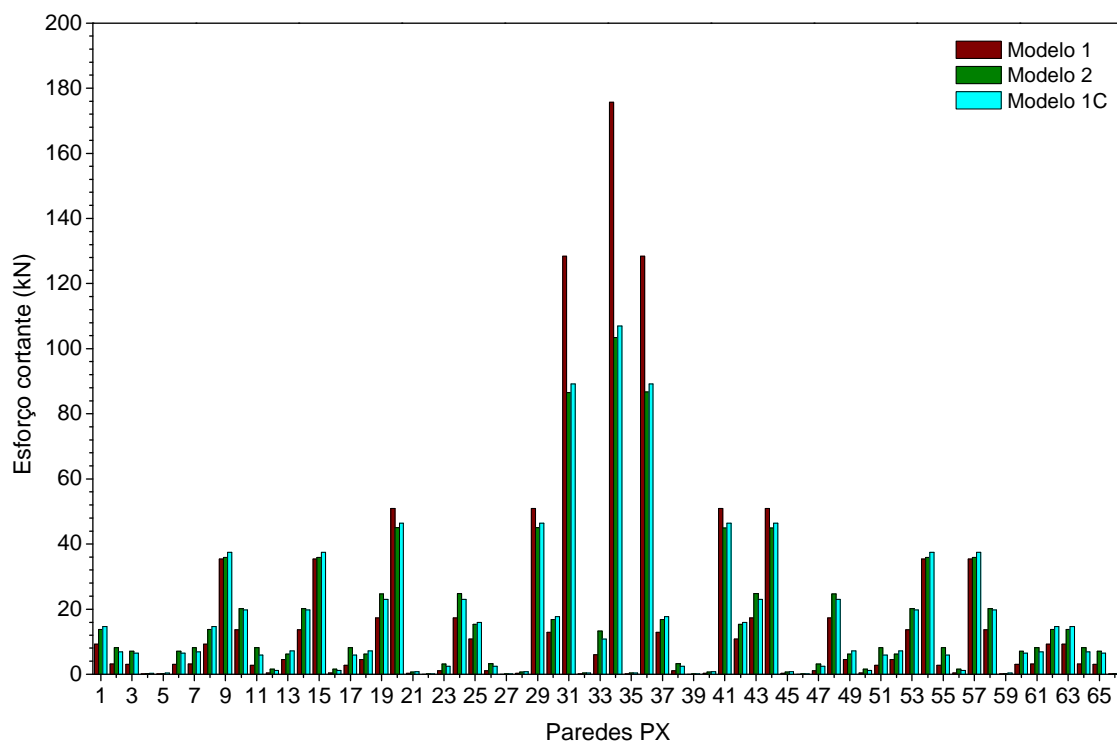


Figura 6.51: Esforços cortantes nas bases das paredes PX do edifício Jardim Portugal, incluindo o Modelo 1C.

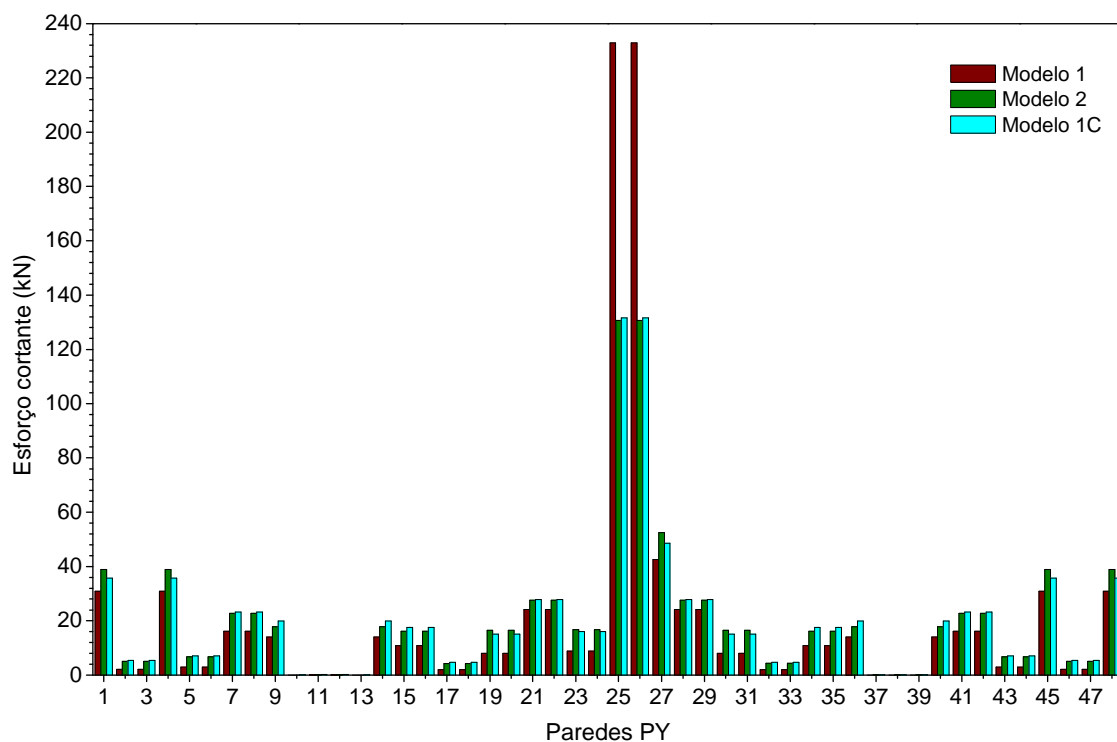


Figura 6.52: Esforços cortantes nas bases das paredes PY do edifício Jardim Portugal, incluindo o Modelo 1C.



Da mesma forma como para o edifício Golden Club, nota-se a importância de se considerar a deformação por cisalhamento nas paredes, principalmente em edifícios que possuam paredes com grandes dimensões em planta em relação à sua altura. Essa influência é mais evidente na base das paredes.

A Figura 6.53 apresenta as tensões normais para as paredes mais solicitadas, PX34 e PY25, considerando apenas o carregamento horizontal.

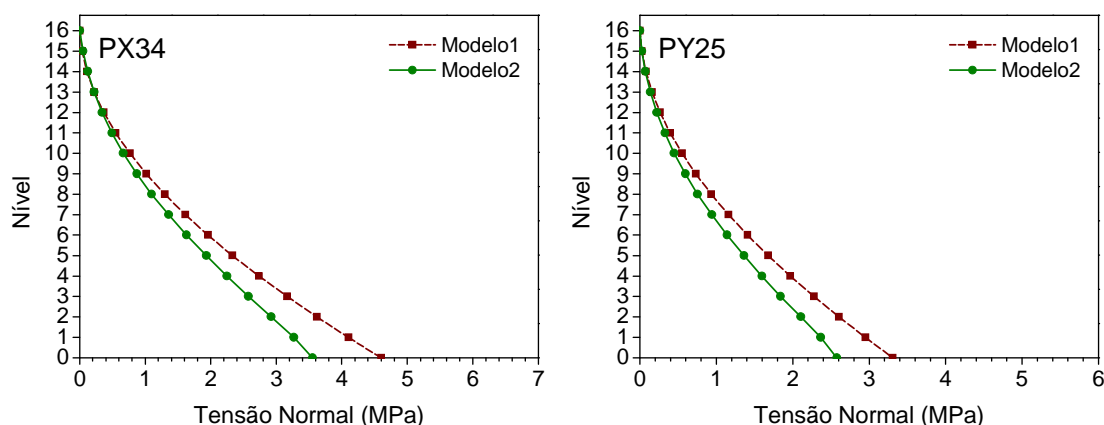


Figura 6.53: Tensões normais nas paredes PX34 e PY25 do edifício Jardim Portugal devidas ações horizontais.

Os gráficos da Figura 6.54 apresentam as tensões normais das paredes PX34 e PY25, considerando, agora, a combinação do carregamento vertical e das ações horizontais. Como nos edifícios anteriores, houve um decréscimo nas diferenças entre os valores dessas tensões obtidas com o Modelo 1 e com o Modelo 2. No caso deste edifício, esse decréscimo foi de 6% e 8% para as respectivas paredes.



### 6.2.4 Edifício Costa do Sol

Este exemplo apresenta um edifício cuja planta do pavimento tipo pode ser visualizada na Figura 6.55 e esquematizada em diagrama unifilar com os grupos analisados na Figura 6.56. As resistências dos blocos e os módulos de elasticidade longitudinais da alvenaria utilizados em cada pavimento para os edifícios analisados estão descritos na Tabela 6.10. O edifício Costa do Sol possui 229 interfaces que são analisadas, a seguir, em relação às tensões de cisalhamento.

Tabela 6.10: Resistência do bloco e o módulo de elasticidade longitudinal da alvenaria do edifício Costa do Sol.

Nível	4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)	$f_{bk}$ (MPa)	E (MPa)
1	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680	16,0	10240
2	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680	16,0	10240
3	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680	16,0	10240
4	4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680	16,0	10240
5			4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680
6			4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680
7			4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680
8			4,5	2880	8,0	5120	12,0	7680
9					4,5	2880	8,0	5120
10					4,5	2880	8,0	5120
11					4,5	2880	8,0	5120
12					4,5	2880	8,0	5120
13							4,5	2880
14							4,5	2880
15							4,5	2880
16							4,5	2880

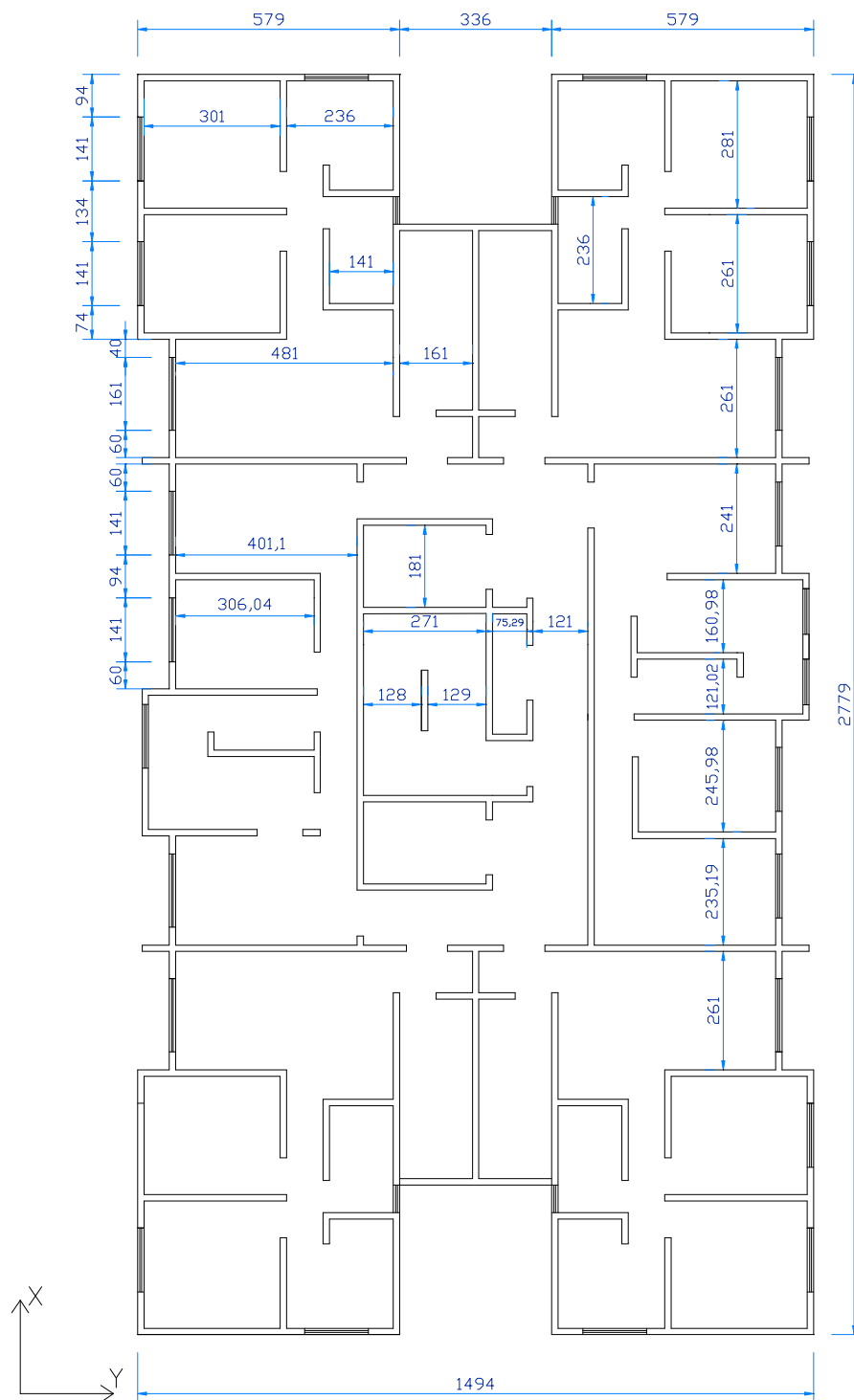


Figura 6.55: Arranjo arquitetônico do pavimento tipo do edifício Costa do Sol (dimensões em cm).

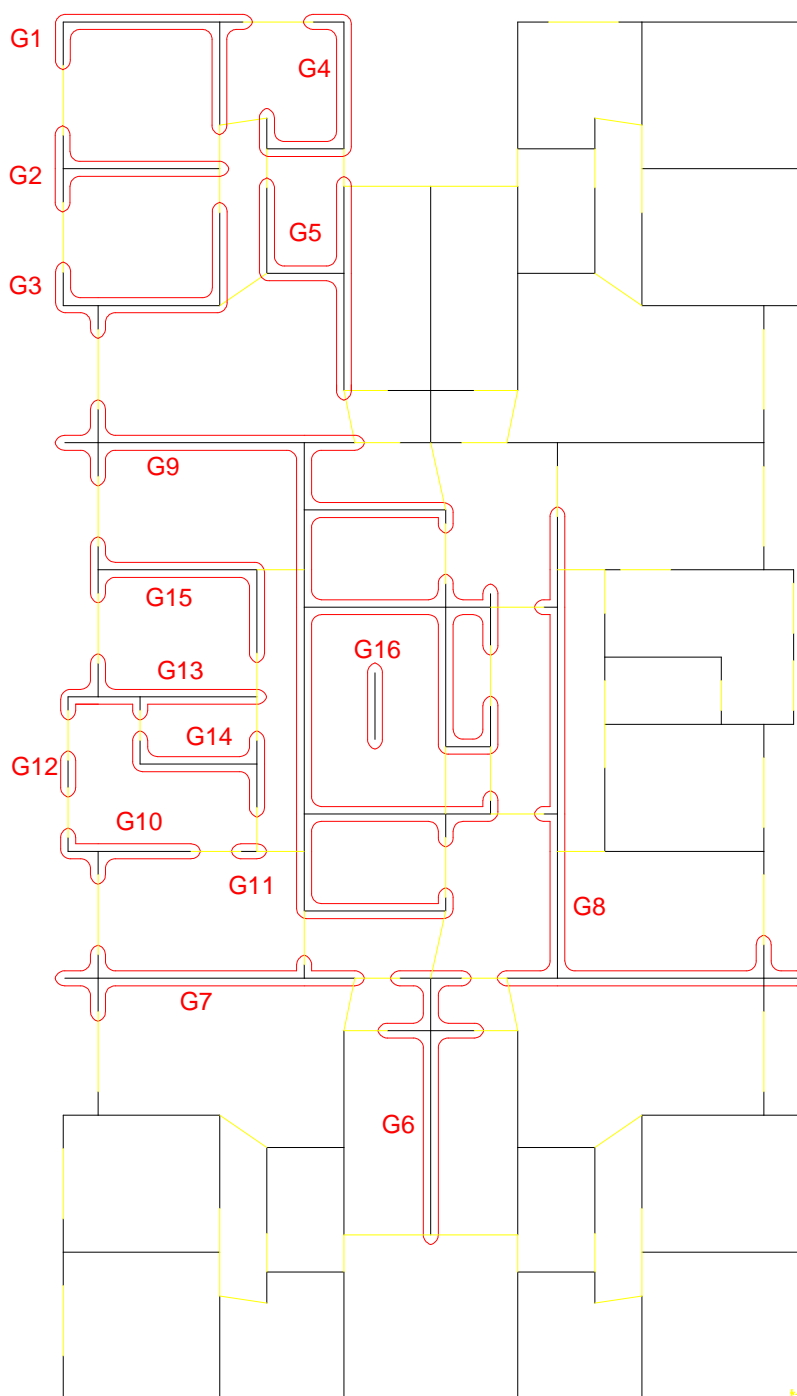


Figura 6.56: Diagrama unifilar do Edifício Costa do Sol e grupos de paredes.

As paredes incluídas na análise são identificadas em planta na Figura 6.57 com seus respectivos nomes indicando suas direções, X ou Y.

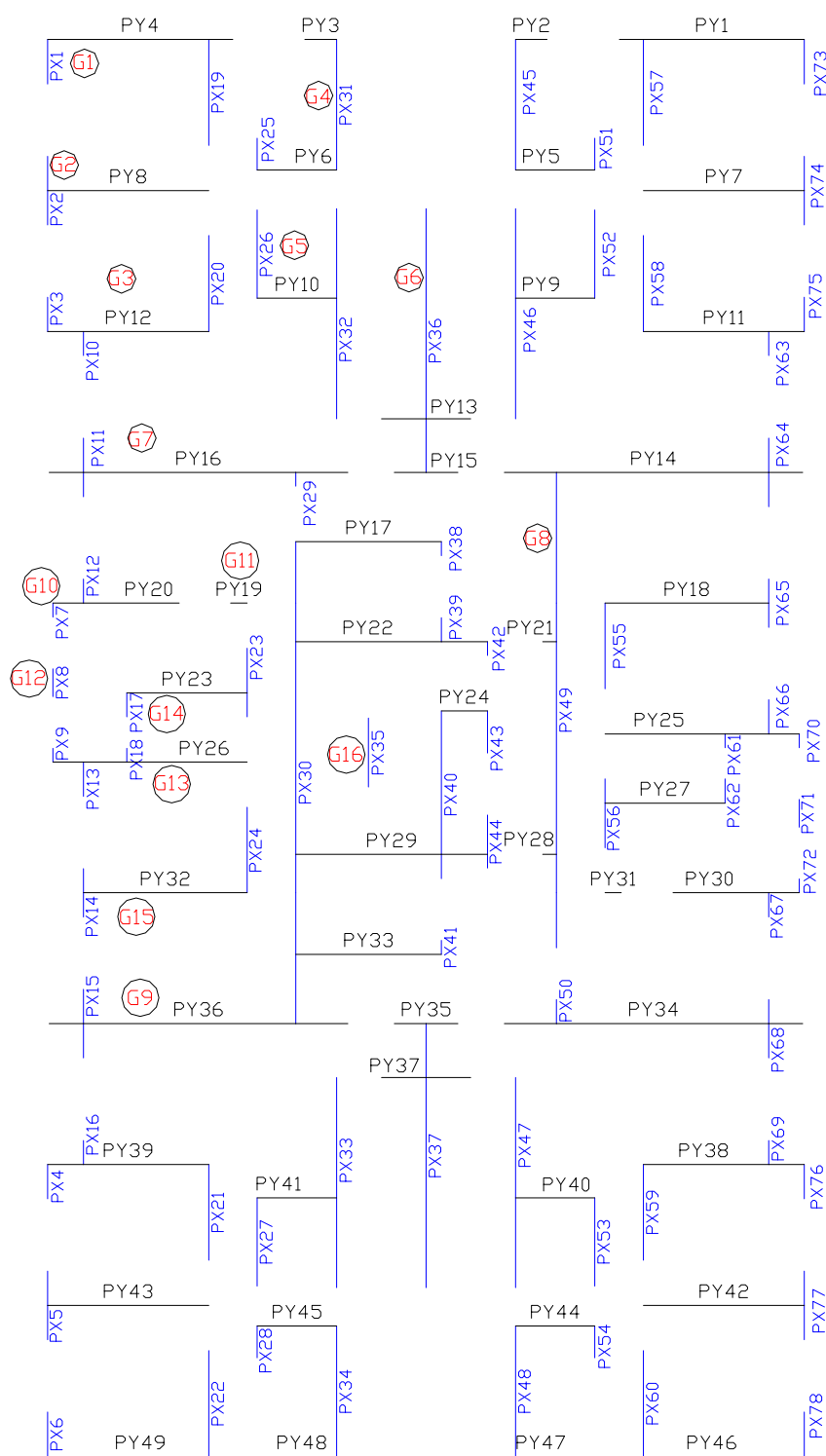


Figura 6.57: Disposição em planta dos grupos e paredes nas direções X e Y do edifício Costa do Sol.

Quanto às tensões de cisalhamento nas interfaces verticais das paredes, o resultado das verificações daquelas que não atenderam aos critérios de resistência estabelecidos pelas normas, encontram-se resumidos na Tabela 6.11.

Tabela 6.11: Número de interfaces que falharam no edifício Costa do Sol.

Critério	Modelo	Carregamento										
		Vertical	Ações Combinadas									
			4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV			
			Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy		
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa}$ )	1	-	-	-	-	-	1 (0%)	1 (0%)	8 (3%)	2 (1%)		
	2		-	-	-	-	-	1 (0%)	-	3 (1%)		
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	1 (0%)	2 (1%)	3 (1%)	6 (3%)	3 (1%)	11 (5%)	8 (3%)	12 (5%)	18 (8%)		
	2		1 (0%)	3 (1%)	2 (1%)	3 (1%)	2 (1%)	3 (1%)	3 (1%)	5 (2%)		
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	1 (0%)	2 (1%)	2 (1%)	10 (4%)	3 (1%)	12 (5%)	24 (10%)	17 (7%)	35 (15%)		
	2		1 (0%)	2 (1%)	1 (0%)	3 (1%)	2 (1%)	6 (3%)	3 (1%)	11 (5%)		

Neste edifício, também, as interfaces que não atenderam ao limite de resistência ao cisalhamento previsto pelo texto da revisão da NBR 10837 foi predominante, principalmente para a combinação 2. Sendo, mais uma vez, justificado o uso dessa combinação como combinação final pela referida norma.

Os resultados dos deslocamentos ao nível dos pavimentos, obtidos com o Modelo 2 mostrou um ganho de rigidez em relação ao Modelo 1, com diferenças de 15% e 22% para as direções X e Y, respectivamente (ver Figura 6.58). Essas diferenças também podem ser explicadas pelo mesmo motivo das diferenças

ocorridas nos edifícios anteriores: a forma de consideração da contribuição dos trechos ortogonais às paredes de contraventamento na rigidez do conjunto. Nos diagramas de caixa da Figura 6.59, nota-se uma diferença dos valores na direção Y, porém, pouco significativa segundo as análises estatísticas. Os resultados dessas análises (ver Apêndice B) mostraram que apenas para o edifício de oito pavimentos as amostras dos deslocamentos horizontais na direção X obtidos com os modelos 1 e 2, não são consideradas iguais a um nível de 5% de significância, entretanto, nas demais análises os resultados foram favoráveis à igualdade das amostras.

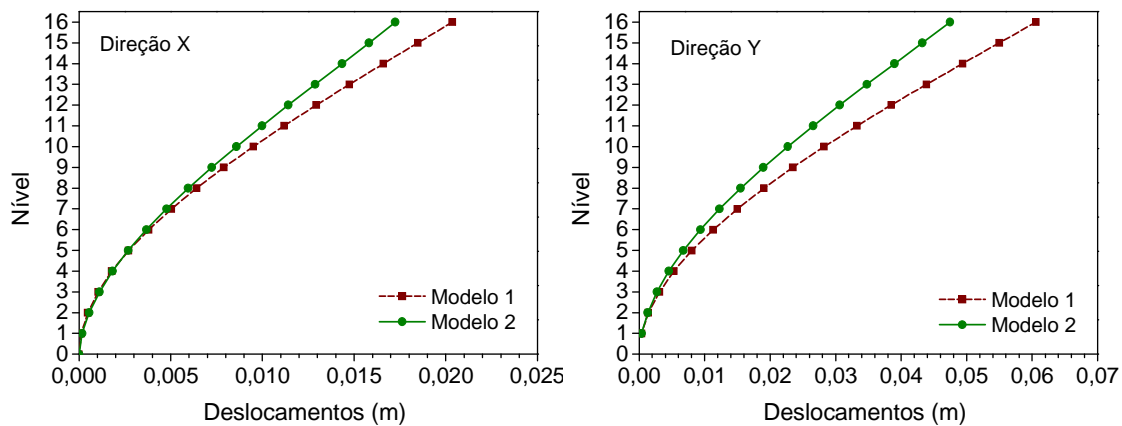


Figura 6.58: Deslocamentos horizontais dos pavimentos nas direções X e Y do edifício Costa do Sol.

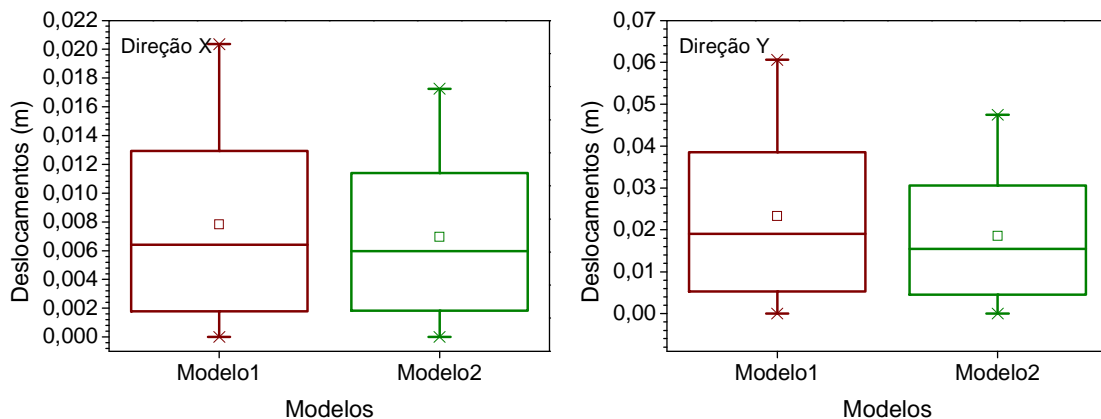


Figura 6.59: Diagrama de caixa dos deslocamentos horizontais nas direções X e Y do edifício Costa do Sol.

No primeiro pavimento, a distribuição dos esforços cortantes também apresenta diferenças elevadas entre os valores obtidos pelos dois modelos,



como observado nas Figuras 6.60 e 6.61, chegando a diferenças de 53% para PX30 e 24% para PY24.

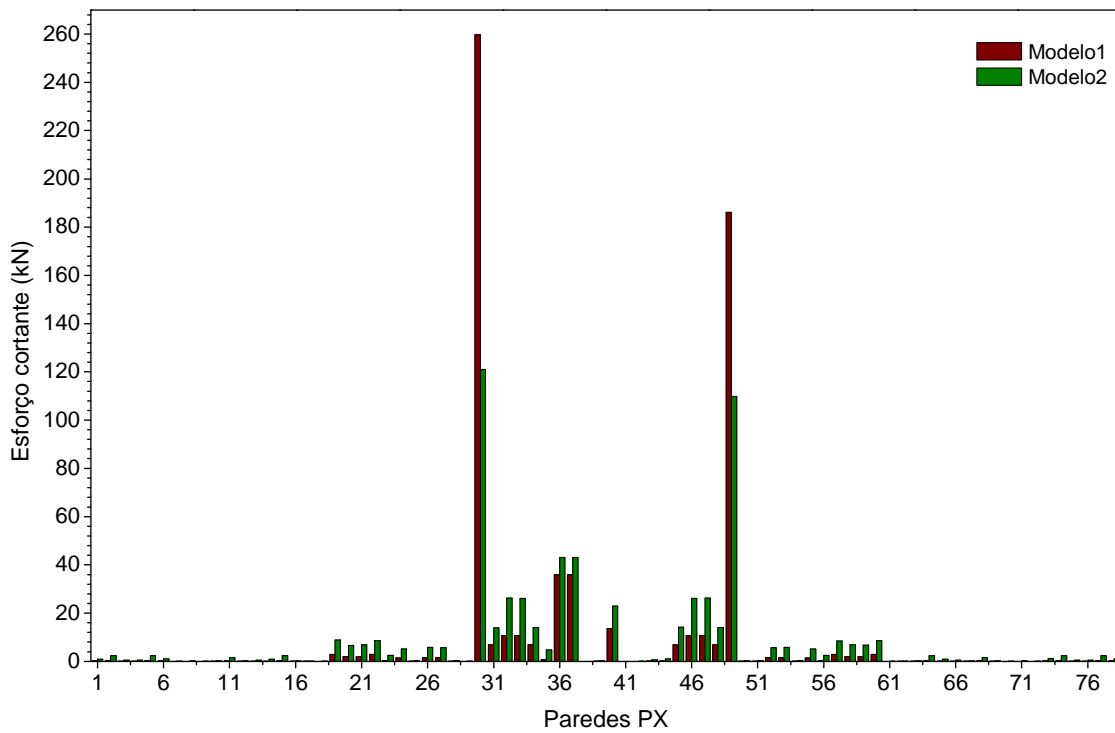


Figura 6.60: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Costa do Sol na direção X.

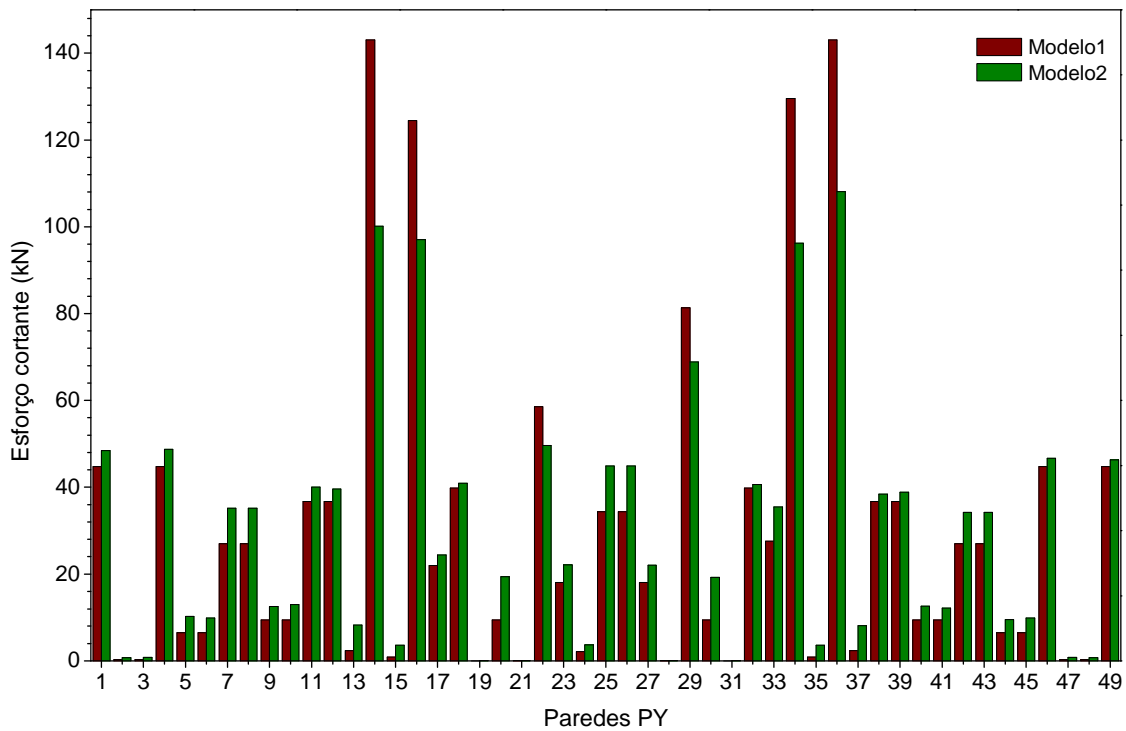


Figura 6.61: Esforços cortantes nas bases das paredes do edifício Costa do Sol na direção Y.

Apesar dos diagramas de caixa dos esforços cortantes das paredes do primeiro pavimento na direção X (ver Figura 6.62) apresentarem algumas diferenças entre as amostras, as médias ainda estão ao mesmo nível e as análises estatísticas mostraram que elas podem ser consideradas semelhantes ao nível de 5% de significância. Para a direção Y, essas diferenças não são muito acentuadas, como mostra a Figura 6.63, indicando, também, a similaridade das amostras.

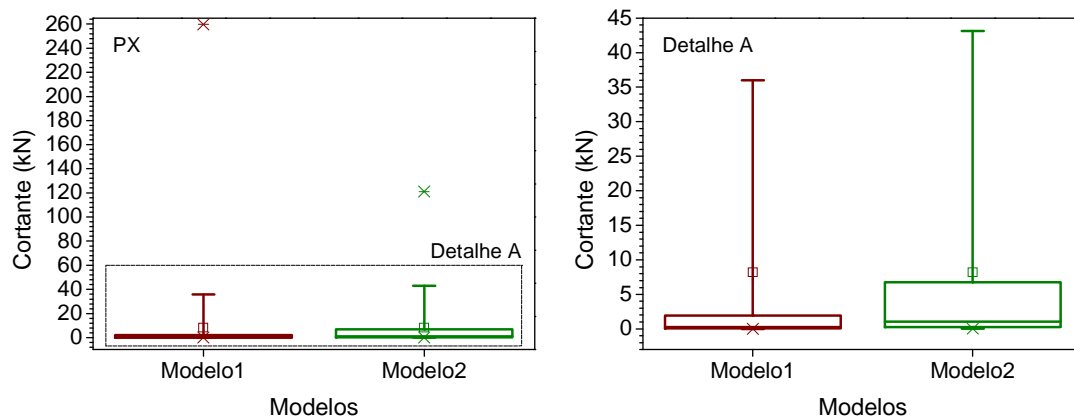


Figura 6.62: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes do primeiro pavimento do edifício Costa do Sol na direção X e detalhe A.

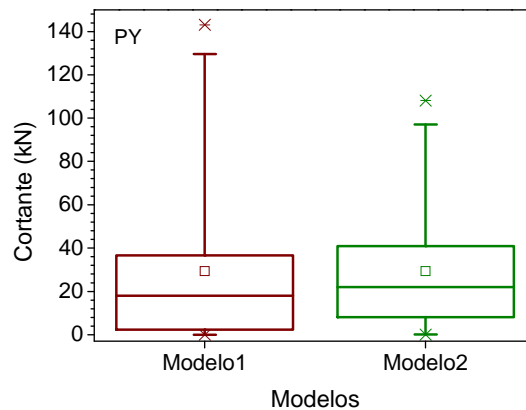


Figura 6.63: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes do primeiro pavimento do edifício Costa do Sol na direção Y.

As diferenças tendem a diminuir ao considerar o conjunto de todos os pavimentos, da mesma forma como ocorreu com os demais edifícios analisados. Os diagramas de caixa para o conjunto das paredes e para as paredes PX e PY separadamente, apresentados nas Figuras 6.64, 6.65 e 6.66, ilustram melhor

esse fato, quando se observam as linhas dos diagramas e os símbolos indicadores das médias das amostras equiparados.

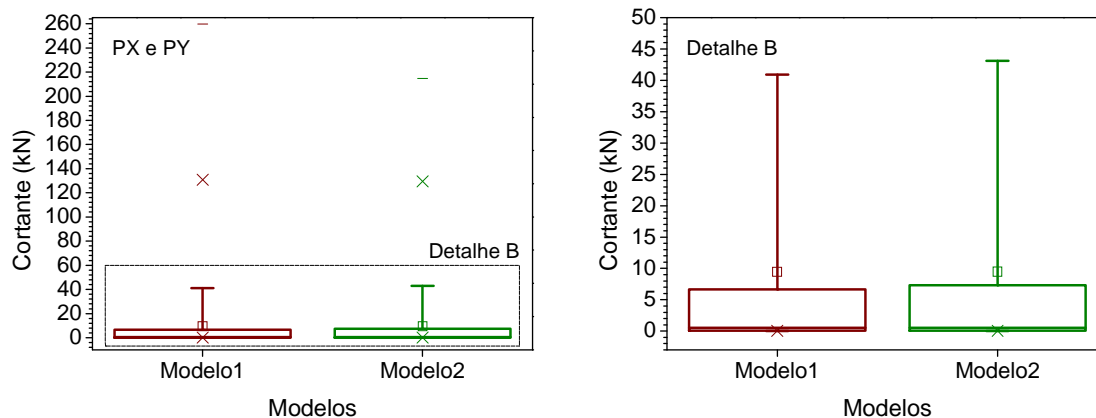


Figura 6.64: Diagrama de caixa dos esforços cortantes de todas as paredes para o edifício Costa do Sol e detalhe B.

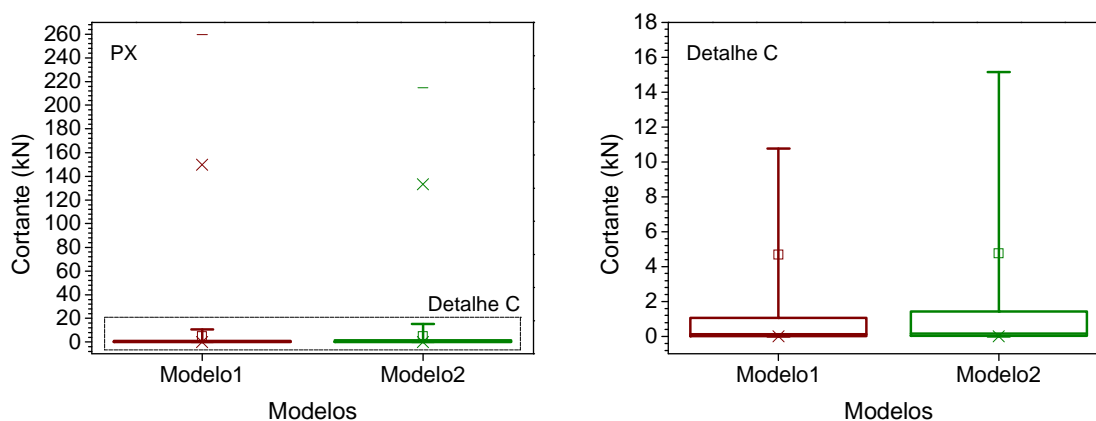


Figura 6.65: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX do edifício Costa do Sol e detalhe C.

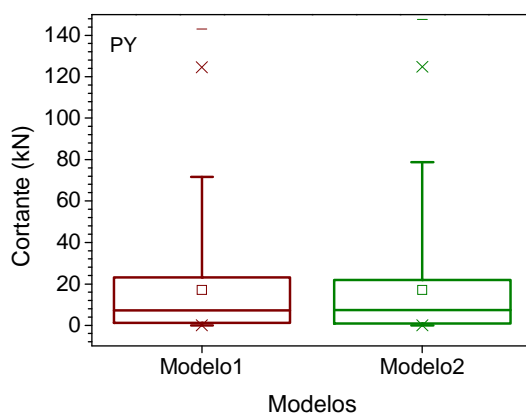


Figura 6.66: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PY do edifício Costa do Sol.

A Figura 6.67 apresenta o diagrama de caixa das paredes PX30 e PY36, que são as mais solicitadas na base. Esse diagrama mostra pequenas diferenças na dispersão das amostras, sem comprometer, portanto, a igualdade entre elas, segundo as verificações estatísticas.

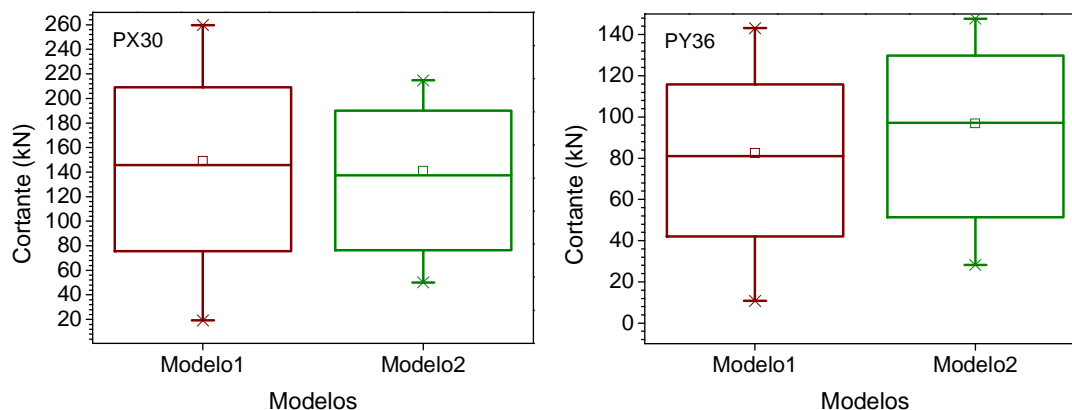


Figura 6.67: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX30 e PY36 do edifício Costa do Sol.

A inclusão da deformação por cisalhamento tem considerável influência, principalmente na base do edifício, como mostram as Figuras 6.68, 6.69 e 6.70. As figuras apresentam a comparação entre os modelos simplificados com e sem deformação por cisalhamento e entre o modelo tridimensional que também inclui essa deformação.

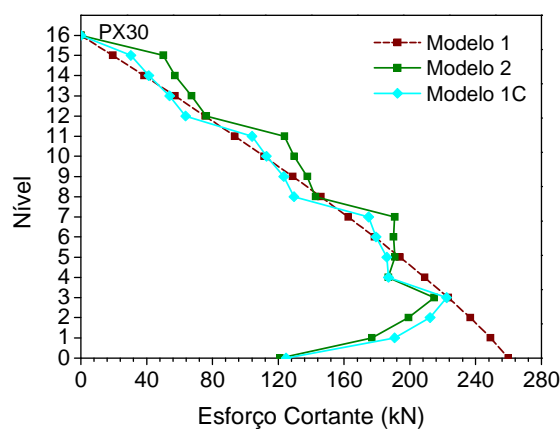


Figura 6.68: Distribuição dos esforços cortantes da PX30 ao longo da altura do edifício Costa do Sol, incluindo Modelo 1C.

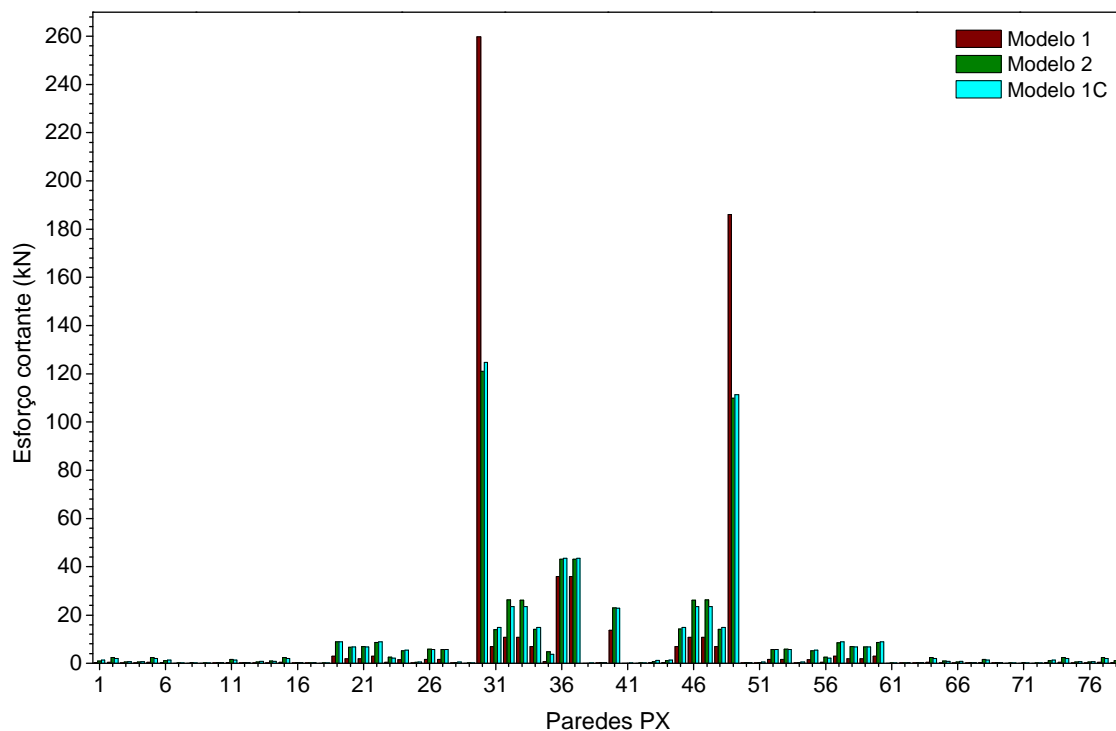


Figura 6.69: Esforços cortantes nas bases das paredes PX do edifício Costa do Sol, incluindo o Modelo 1C.

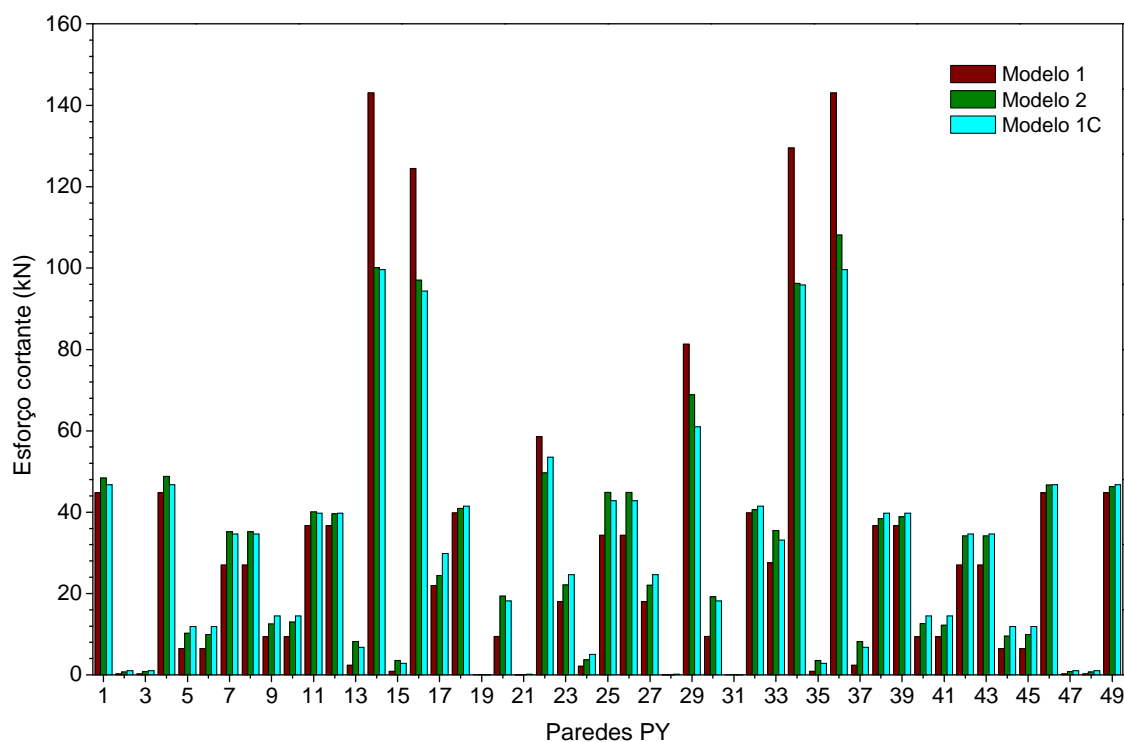


Figura 6.70: Esforços cortantes nas bases das paredes PY do edifício Costa do Sol, incluindo o Modelo 1C.

Os diagramas de caixa das Figuras 6.71 e 6.72 apresentam claramente a aproximação do comportamento entre os modelos 2 e 1C no primeiro pavimento. No entanto, as médias obtidas com os três modelos continuam equiparadas e as análises estatísticas mostraram que as amostras podem ser consideradas semelhantes a um nível de 5% de significância.

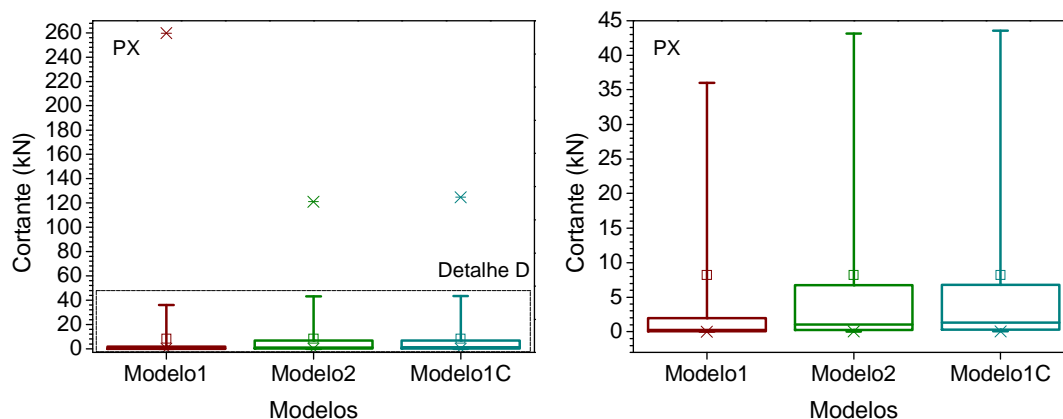


Figura 6.71: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PX do primeiro pavimento do edifício Costa do Sol, incluindo o Modelo 1C e detalhe D.

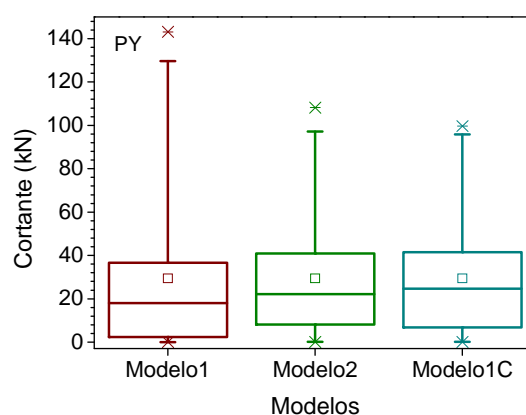


Figura 6.72: Diagrama de caixa dos esforços cortantes das paredes PY do primeiro pavimento do edifício Costa do Sol, incluindo o Modelo 1C.

As diferenças das tensões normais na base das paredes mais solicitadas, PX49 e PY16, obtidas com os dois modelos e considerando apenas as ações horizontais são de 11% e 16%, respectivamente (ver Figura 6.73). Essa diferença diminui quando as ações horizontais são combinadas com o carregamento vertical.

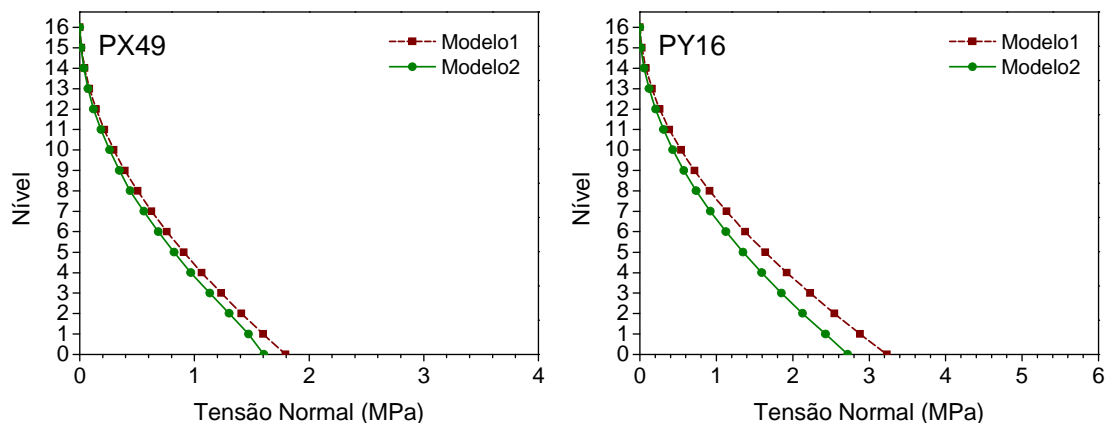


Figura 6.73: Tensões normais nas paredes PX49 e PY16 do edifício Costa do Sol devidas ações horizontais.

A Figura 6.74 apresenta as tensões normais das paredes PX49 e PY16, obtidas a partir da combinação do carregamento vertical e das ações horizontais. Observe-se que as diferenças entre os modelos se reduzem para 5% e 10%, respectivamente. Essa redução é devida a parcela do carregamento vertical ser igual nos dois modelos, como já mencionado anteriormente.

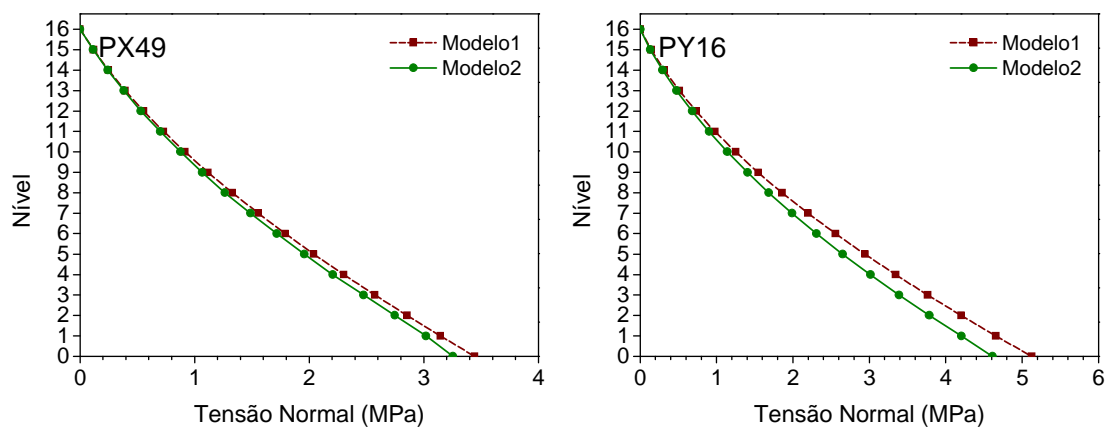


Figura 6.74: Tensões normais nas paredes PX49 e PY16 do edifício Costa do Sol considerando carregamento vertical e ações horizontais.

A Tabela 6.12 apresenta o resultado das análises estatísticas realizadas. As amostras dos deslocamentos horizontais em X do edifício de oito pavimentos não foram consideradas iguais a um nível de 5% de significância, como mencionado anteriormente. As demais análises mostraram estatisticamente que não há diferenças entre os modelos 1 e 2, a um nível de significância de 5% em todas as propriedades consideradas.





## 6.3 Análise dos resultados

### 6.3.1 Cisalhamento nas interfaces verticais das paredes

De acordo com os resultados apresentados, observou-se um alto índice de interfaces que não atenderam aos limites de resistência ao cisalhamento estabelecidos pelas normas em questão, principalmente em relação às combinações do texto base para revisão da NBR 10837. Diante disso, serão discutidas algumas possíveis razões para tais resultados. Primeiramente, para obtenção das tensões de cisalhamento nas interfaces quando submetidas às ações verticais, o procedimento utilizado teve como base o proposto por Corrêa e Page (2001), que utiliza um valor de pico de tensão igual ao triplo da tensão média. Entretanto, os autores comentam que simulações alternativas realizadas com dobro do valor médio também se mostraram satisfatórias para a representação da força total transferida pela interface (item 2.5.1). É necessário acrescentar que as análises que embasaram o método foram lineares, não contemplando, portanto, a plastificação ou a redistribuição de tensões, o que favoreceria a redução dos picos de tensão.

Para efeito de comparação, foram feitas novas análises considerando, para as ações verticais, o dobro da tensão média na obtenção das tensões de cisalhamento atuantes nas interfaces das paredes para o edifício Jardim Portugal, que foi o que apresentou o maior número de interfaces que não atenderam aos limites normativos. Os valores obtidos com essa nova consideração são apresentados na Tabela 6.13 em confronto com os encontrados anteriormente. Observa-se que para os dois modelos de análise da estrutura de contraventamento sob ações horizontais, os valores das tensões devidas ao carregamento vertical, a serem combinadas, são os mesmos, o que leva a uma repetição nas tabelas.

Tabela 6.13: Interfaces que falharam considerando as tensões atuantes igual ao triplo e dobro da tensão média.

Critério	Modelo	Tensão máxima	Carregamento								
			Vertical	Ações Combinadas							
				4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
				Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	4 (2%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	2 (1%)
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	12 (6%)	18 (9%)	18 (9%)	26 (13%)	18 (9%)	39 (19%)	30 (15%)	43 (21%)	40 (20%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	8 (4%)	8 (4%)	11 (5%)	12 (6%)	19 (9%)	18 (9%)
	2	$3\tau_{med}$	12 (6%)	24 (12%)	16 (8%)	40 (20%)	32 (16%)	44 (22%)	32 (16%)	53 (26%)	40 (20%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	12 (6%)	8 (4%)	8 (4%)	8 (4%)	9 (4%)	12 (6%)
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	12 (6%)	14 (7%)	14 (7%)	31 (15%)	22 (11%)	43 (21%)	24 (12%)	51 (25%)	46 (23%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	9 (4%)	10 (5%)	23 (11%)	14 (7%)	35 (17%)	20 (10%)
	2	$3\tau_{med}$	12 (6%)	12 (6%)	12 (6%)	44 (22%)	24 (12%)	53 (26%)	36 (18%)	97 (48%)	56 (28%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	12 (6%)	8 (4%)	25 (12%)	12 (6%)	57 (28%)	16 (8%)

Além da forma de obtenção das tensões de cisalhamento, outro ponto que pode influenciar o número de interfaces que falharam, é a consideração das interfaces que devem ser efetivamente comparadas, que são as de tipo alma/flange. Isso se deve ao fato de que no plano da parede a tensão de cisalhamento a ser verificada, segundo o espírito do texto normalizado, é convencional e igual ao valor médio, calculado como a razão entre a força cortante atuante e a área da seção da alma da parede (Equação (2.1)). Assim, entende-se que apenas nas interfaces do tipo alma/flange, a tensão de cisalhamento deve ser obtida com a teoria da flexão (Equação (2.13), conforme se percebe no ACI 530 (ACI, 1999)).

Com base nas últimas ponderações, essas interfaces de interesse foram reagrupadas, considerando-se separadamente as direções X e Y. O número de interfaces que falharam, segundo essa nova visão, são apresentados nas tabelas que se seguem (Tabelas 6.14 e 6.15). Para a direção X, existe um total de 106 interfaces de tipo alma/flange e para a direção Y, 97. Para efeitos de comparação, as percentagens apresentadas nas citadas tabelas, referem-se ao total de interfaces inicialmente indicado.

Tabela 6.14: Interfaces do tipo alma/flange que falharam para ação do vento na direção X.

Critério	Modelo	Tensão máxima	Carregamento								
			Vertical	Ações Combinadas							
				4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
				Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (1%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	8 (4%)	14 (7%)	14 (7%)	18 (9%)	14 (7%)	22 (11%)	18 (9%)	24 (12%)	24 (12%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	6 (3%)	10 (5%)
	2	$3\tau_{med}$	8 (4%)	16 (8%)	12 (6%)	24 (12%)	20 (10%)	28 (14%)	20 (10%)	30 (15%)	28 (14%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	8 (4%)	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	8 (4%)
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,14 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	8 (4%)	10 (5%)	10 (5%)	18 (9%)	18 (9%)	20 (10%)	20 (10%)	24 (12%)	20 (10%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	4 (2%)	4 (2%)	8 (4%)	10 (5%)	12 (6%)	16 (8%)
	2	$3\tau_{med}$	8 (4%)	8 (4%)	8 (4%)	28 (14%)	16 (8%)	30 (15%)	24 (12%)	50 (25%)	32 (16%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	8 (4%)	4 (2%)	12 (6%)	8 (4%)	23 (13%)	12 (6%)

Tabela 6.15: Interfaces do tipo alma/flange que falharam para ação do vento na direção Y.

Critério	Modelo	Tensão máxima	Carregamento								
			Vertical	Ações Combinadas							
				4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
				Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 MPa$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,14 MPa$ )	1	$3\tau_{med}$	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	8 (4%)	4 (2%)	13 (6%)	4 (2%)	15 (7%)	8 (4%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	4 (2%)	4 (2%)	5 (2%)	4 (2%)	9 (4%)	4 (2%)
	2	$3\tau_{med}$	4 (2%)	8 (4%)	4 (2%)	16 (8%)	12 (6%)	16 (8%)	12 (6%)	23 (11%)	12 (6%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	5 (2%)	4 (2%)
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,14 MPa$ )	1	$3\tau_{med}$	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	9 (4%)	4 (2%)	15 (7%)	4 (2%)	19 (9%)	4 (2%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	5 (2%)	4 (2%)	11 (5%)	4 (2%)	15 (7%)	4 (2%)
	2	$3\tau_{med}$	4 (2%)	4 (2%)	4 (2%)	16 (8%)	8 (4%)	23 (11%)	12 (6%)	47 (23%)	24 (12%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	4 (2%)	4 (2%)	13 (6%)	4 (2%)	31 (15%)	4 (2%)

Com o refinamento das análises, observa-se a uma redução substancial do número de interfaces que não atendem às prescrições normativas. Ainda nesse contexto, pode-se incluir como uma das razões para este grande número de interfaces que não se enquadram nos padrões normatizados, os próprios valores de resistência que essas normas estabelecem. Tomando como exemplo o texto base para revisão da NBR 10837 (ABNT, 1989), que é o mais restritivo, tem-se  $0,35 MPa$  como valor característico da resistência ao cisalhamento nas interfaces de paredes. Este valor é preliminar, adaptado da norma britânica, sendo, portanto, passível de discussão quando se refere aos materiais nacionais, que ainda não são largamente conhecidos.

Diante dessa necessidade, buscou-se encontrar alguns valores característicos das tensões de cisalhamento obtidos através de alguns poucos testes já realizados no Brasil. Os valores característicos das tensões de cisalhamento encontrados por alguns autores são apresentados em resumo na Tabela 6.16. Os resultados apresentados referem-se à alvenaria com amarração direta e estão relacionados ao cisalhamento nas interfaces, mas foram determinados com modelos experimentais distintos, a menos de Moreira (2007) e Capuzzo Neto (2005) que utilizaram o corpo de prova proposto por este último autor. O fator de escala utilizado por Moreira (2007) foi o mesmo de Capuzzo Neto (2005), enquanto nos outros trabalhos, essa informação não é fornecida. Dessa forma, os valores aqui apresentados são os encontrados para os ensaios em escala natural ou os da escala reduzida afetados pelo fator de escala, que correspondem a um reduzido número de ensaios. É, pois, importante lembrar que a comparação aqui realizada é apenas um estudo preliminar.

Para a estimativa dos valores característicos, a NBR 8798 (ABNT, 1985) sugere uma amostra mínima de seis exemplares para se obter estatisticamente a resistência característica do material. Para os trabalhos em que não se tem a quantidade mínima de exemplares, adotou-se o valor característico como sendo o valor médio dividido por 1,2. Esse valor está baseado na estimativa proposta pela norma britânica (BS 5628 (BSI, 1992)).

Além dos valores médios e característicos das amostras, a última coluna da Tabela 6.16 apresenta o valor da resistência de cálculo. Esse valor corresponde à resistência característica dividida pelo coeficiente de ponderação das resistências, que para as combinações normais vale 2,5 segundo texto base da revisão da NBR 10837 (ABNT, 1989) (ver item 2.4.2).

Tabela 6.16: Valores característicos de tensão de cisalhamento obtidos experimentalmente.

Autor	Qtde CP	Escala	Material	Fator	$f_{vm}$ (MPa) ( $f_m \times fator$ )	$f_{vk,est}$ (MPa) ( $f_{vm}/1,2$ )	$f_v$ (MPa) ( $f_{vk,est}/2,5$ )
SILVA (2003)	2	Natural	Cerâmica	-	0,91	0,76	0,30
MAURÍCIO (2005)	3	Natural	Concreto	-	0,88	0,73	0,29
CAPUZZO NETO (2005)	5	1:3	Cerâmica	0,48	1,32**	1,1	0,44
MOREIRA (2007)	6	1:3	Cerâmica	0,48	1,20**	0,92*	0,37

\* Valor obtido estatisticamente segundo NBR 8798 (ABNT, 1985).

\*\* Valor convertido para escala natural.

Ao analisar os resultados mostrados na tabela anterior, verificam-se valores característicos acima dos adotados pelas normas. Isso também pode ser uma das razões pela qual houve um grande número de interfaces que não atingiram os limites fornecidos, sendo, portanto, necessárias maiores investigações para se chegar a um valor a ser utilizado em projetos. Cabe ressaltar que na prática usual no Brasil não se tem informações sobre um grande número de paredes que apresentem patologias devidas ao cisalhamento nas interfaces. Isso parece indicar a necessidade de calibração do valor normalizado.

A tensão de cisalhamento admissível segundo a NBR 10837 (ABNT, 1989) é  $0,15 MPa$ . Quando se incluem as ações horizontais, pode-se majorar esse valor em 33%, chegando a  $0,20 MPa$ . O valor prescrito pelo texto base para revisão da referida norma é  $0,35 MPa$  que quando dividido pelos coeficientes  $\gamma_m$ , correspondente ao material e  $\gamma_f$ , para obter-se a combinação crítica das ações (combinação 2), assume o valor aproximado de  $0,11 MPa$ , que seria o correspondente à tensão admissível. Esse valor equivale a aproximadamente 50% do utilizado pelo texto da atual NBR 10837 (ABNT, 1989). Isso significa que para se obter um valor de referência equivalente ao da atual norma, o texto base da revisão poderia adotar, no mínimo,  $0,70 MPa$  como valor característico da resistência de cisalhamento da interface. Observe-se que esse valor é menor que todos os apresentados na Tabela 6.16 e se aproxima do resultado disponível para bloco de concreto.

Admitindo-se  $0,70 \text{ MPa}$  como valor característico da resistência ao cisalhamento da interface vertical, pode-se avaliar novamente a condição das interfaces do edifício Jardim Portugal. O resumo dessa análise para as direções X e Y, encontra-se nas Tabelas 6.17 e 6.18, respectivamente.

Tabela 6.17: Interfaces do tipo alma/flange que falharam para ação do vento na direção X, com nova proposta para valor limite de resistência.

Critério	Modelo	Tensão máxima	Carregamento									
			Vertical	Ações Combinadas								
				4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV		
				Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (1%)
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,28 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,28 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: O limite  $0,28 \text{ MPa}$  é o novo valor proposto para a resistência de cálculo que equivale ao valor característico de  $0,70 \text{ MPa}$  dividido por 2,5.

Tabela 6.18: Interfaces do tipo alma/flange que falharam para ação do vento na direção Y, com nova proposta para valor limite de resistência.

Critério	Modelo	Tensão máxima	Carregamento								
			Vertical	Ações Combinadas							
				4 PAV		8 PAV		12 PAV		16 PAV	
				Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy	Hx	Hy
NBR 10837 ( $\tau_V + \tau_H \leq 0,20 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 1 ( $1,4\tau_V + 0,84\tau_H \leq 0,28 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Texto para revisão da NBR 10837 Combinação 2 ( $1,3\tau_V + 1,4\tau_H \leq 0,28 \text{ MPa}$ )	1	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	1 (0%)	-
	2	$3\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$2\tau_{med}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: O limite  $0,28 \text{ MPa}$  é o novo valor proposto para a resistência de cálculo que equivale ao valor característico de  $0,70 \text{ MPa}$  dividido por 2,5.

Observa-se o decréscimo acentuado do número das interfaces que não atendem aos novos limites de resistência normalizados, observando-se os valores das tabelas 6.12 a 6.17. Ao se comparar o pior caso que foi o da combinação 2 para o edifício de dezesseis pavimentos na direção X, tem-se uma redução de 48% para 28% quando se avalia a tensão máxima como o dobro da tensão média ao invés do triplo desse valor. Quando se consideram somente as interfaces de interesse, que são as do tipo alma/flange, tem-se uma redução de 25% para 13%, com a mesma mudança no valor máximo da tensão. Finalmente, ao se dobrar e ao aumentar o limite de resistência característica para o texto



base da NBR 10837 (ABNT, 1989), não houve nenhuma interface que ultrapassasse o limite estabelecido nessa direção (X), embora na direção Y ainda houvesse uma interface com problema.

### 6.3.2 Comparação dos modelos apresentados

Na comparação entre os modelos 1 e 2, os seus comportamentos foram distintos para distribuição dos esforços cortantes ao longo da altura do edifício, como visto na Figura 6.19, sendo que as maiores diferenças encontram-se na base dos edifícios. Por isso, foram apresentadas as comparações desses esforços nessa região. Os máximos esforços cortantes ocorrem, normalmente, com o Modelo 1, na base, enquanto que o Modelo 2 apresenta os esforços máximos a um nível intermediário (primeiro e segundo pavimentos).

O Modelo 1C é utilizado para avaliar a redistribuição dos esforços devida à inclusão da deformação por cisalhamento no Modelo 1, verificando as alterações nos valores dos esforços cortantes nas paredes de contraventamento. O Modelo 1C assemelha-se ao Modelo 2, quanto ao aspecto do diagrama, mas com solicitações próximas ao do Modelo 1 nos pavimentos superiores. Essa consideração apresentou modificações apreciáveis principalmente nos esforços cortantes na região da base dos edifícios com paredes que possuam grandes dimensões em planta em relação à sua altura (ver Figuras 6.30, 6.33, 6.50 e 6.68), o que justifica sua inclusão quando se tratar de edifícios com arranjos arquitetônicos desse tipo. Adicionalmente, foi verificada a influência da consideração da deformação por cisalhamento nos deslocamentos horizontais dos pavimentos. Observou-se não haver diferenças significativas entre os modelos 1 e 1C, como observado na Figura 6.36.

Os resultados dos esforços cortantes na base dos edifícios foram apresentados em forma de gráficos de barras para a visualização das diferenças entre os dois modelos. Observou-se situações críticas em que as diferenças chegaram a 53%, como o caso da PX30 do edifício Costa do Sol. Essas diferenças diminuem para 3% com a inclusão da deformação por cisalhamento no modelo. Apesar da grande diferença dos valores dos esforços cortantes na

base do edifício obtidos com os modelos 1 e 2, quando realizada a análise de variância, não se obteve diferenças entre as amostras, ao nível de significância de 5%.

As translações horizontais dos andares apresentaram o mesmo padrão de distribuição, porém as obtidas com o Modelo 2 foram menores que com o Modelo 1 em todos os edifícios analisados. Essa diferença é devida ao Modelo 2 incorporar todo o comprimento da parede interceptante no enrijecimento do conjunto, e o Modelo 1 considerar apenas o limite de  $6t$  para esse enrijecimento. No caso do edifício Jardim Portugal, essa diferença chegou a 34% no topo da edificação na direção X, sendo este fato avaliado, simplificadamente, eliminando-se o limite de  $6t$  para a contribuição do flange e adotando-se o seu comprimento total nas três paredes com maiores dimensões na direção X. Com isso, se obteria um ganho de 14% na rigidez total do pavimento nesta direção e consequentemente os deslocamentos se reduziriam. Ao se considerar todas as paredes contribuindo com seus comprimentos totais no enrijecimento do conjunto, as diferenças entre os modelos 1 e 2 cairiam ainda mais.

As tensões normais também apresentaram o mesmo padrão de comportamento e com maiores diferenças nas bases dos edifícios, onde elas são críticas, principalmente, quando consideradas apenas as ações horizontais. Essas diferenças se reduziram ao longo do edifício, especialmente ao se acrescentar a parcela das ações verticais, já que estas são iguais nos dois modelos. As tensões normais são as principais a serem observadas no projeto, pois elas definirão a resistência dos blocos das paredes no pavimento. Diante da necessidade em aferir o modelo simplificado para sua utilização prática, foram feitas análises estatísticas com os dois modelos, para verificar a sua semelhança. Os resultados apresentados no Apêndice B mostraram a similaridade entre o modelo simplificado e o modelo tridimensional ao nível de significância de 5%. Isso é importante quando o projetista necessite optar pela utilização do modelo simplificado.

Os diagramas de caixa apresentados indicam visualmente várias características importantes dos conjuntos de dados analisados, tais como centro, dispersão, desvio da simetria e identificação das observações mais afastadas das médias da amostra, que são os *outliers*. Os diagramas de caixa mostram

---

que as médias estão, na maioria das vezes, equiparadas em todas as propriedades consideradas e, em geral, apresentam *outliers* muito distantes dessas médias. Entretanto, ao realizarem-se testes de hipóteses para as propriedades mencionadas anteriormente para todos os edifícios, os modelos se mostram estatisticamente semelhantes, ao nível de significância de 5%. Foram realizadas análises de variância (ANalysis Of VAriance) e o Test de Student que avalia a igualdade das médias das amostras. Os resultados dos testes estão resumidos nas Tabelas 6.3, 6.6, 6.9 e 6.12, e mostram que, apesar das diferenças entre alguns resultados dos modelos, eles podem ser considerados semelhantes.

## 7 CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões obtidas das análises dos resultados discutidos nos capítulos anteriores. Primeiramente as conclusões referentes à avaliação das tensões de cisalhamento nas interfaces de paredes interconectadas e então, as conclusões a respeito dos dois modelos utilizados para obtenção dos esforços e deslocamentos dos edifícios analisados sob carregamento horizontal. Ainda neste capítulo são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar as tensões de cisalhamento nas interfaces de paredes interconectadas quando atuam simultaneamente os carregamentos verticais e as ações horizontais. Como forma de obtenção dessas tensões utilizou-se um procedimento simplificado para as ações verticais e dois modelos distintos para as ações horizontais. Estes dois últimos modelos são também objeto de análise do presente trabalho, Adotou-se como metodologia a comparação de resultados, tais como esforços cortantes, tensões normais e deslocamentos horizontais dos pavimentos. Para avaliação das tensões de cisalhamento nas interfaces, foram utilizadas como referência as resistências prescritas pela norma técnica NBR 10837 (ABNT,1989) e o texto base para sua revisão.

Com relação às tensões nas interfaces das paredes, foram feitas análises utilizando o procedimento proposto por Corrêa e Page (2001) para carregamento vertical. Para a distribuição de ações horizontais, utilizaram-se dois modelos distintos. O primeiro, um modelo simplificado, tratando-se de associação plana de paredes e o segundo, mais refinado, correspondente a um modelo em pórtico tridimensional. Quanto às ações verticais, as tensões de cisalhamento foram obtidas considerando-se, inicialmente, o triplo da tensão média, calculada pela razão entre a força de cisalhamento transferida pela interface vertical e sua área bruta. Esse valor pareceu conservador, pois muitas interfaces apresentaram problemas, ou seja, ultrapassaram os limites normativos, o que não se verifica usualmente na prática. Refinou-se o procedimento e ao utilizar o dobro da tensão média de cisalhamento como tensão atuante na interface, obteve-se uma redução expressiva do número de interfaces que falharam. Isso permite observar

que a condição do triplo da tensão média pode estar superestimada, o que torna este valor muito rigoroso.

Ainda com a intenção de averiguar as tensões cisalhantes nas interfaces das paredes, foram realizadas novas análises considerando apenas as interfaces de tipo alma/flange, que na visão da autora são as que efetivamente devem ser verificadas com o procedimento aqui estudado.

Foram realizadas comparações das resistências de cisalhamento estabelecidas pelas normas de referência com valores característicos obtidos experimentalmente por alguns pesquisadores brasileiros. Apesar de serem poucos os valores experimentais disponíveis, foi feita uma análise crítica preliminar do valor que a norma brasileira poderia adotar como resistência característica, de modo a contemplar simultaneamente a economia a segurança das estruturas de alvenaria.

As análises realizadas mostraram que o texto base para revisão da norma brasileira é mais restritivo quando comparado com o texto da norma atualmente em vigor. Como na prática não se tem informações de grandes problemas na região da interface das paredes dos edifícios de alvenaria estrutural, buscou-se um valor de resistência característica que correspondesse ao da NBR 10837 (ABNT, 1989) atual, levando em conta os valores experimentais disponíveis. O valor encontrado foi de  $0,70\text{ MPa}$ , que corresponde ao dobro do valor proposto pelo texto base. Com esse novo valor de resistência, foram feitas análises adicionais que levaram a uma significativa redução do número de interfaces com problemas. Observa-se, porém, que como o número de experimentos é pequeno, ainda se faz necessário estender as investigações experimentais para os materiais utilizados no Brasil.

Na comparação entre os modelos utilizados para as paredes de contraventamento, o Modelo 2, de pórtico tridimensional, pode ser considerado como uma alternativa mais apurada, conforme proposto por Nascimento Neto (1999). Os resultados obtidos com esse modelo se mostraram consistentes, gerando menores tensões e deslocamentos e uma tendência de distribuição mais uniforme dos esforços entre as paredes. No entanto, alguns aspectos devem ser salientados antes da adoção deste modelo na prática.

Primeiramente, essa modelagem é mais trabalhosa que a do Modelo 1 e muitas vezes o projetista não dispõe dos recursos necessários para implementá-la. Outro ponto de interesse é que apesar do Modelo 1 ser mais simples sob o ponto de vista geral, o Modelo 2 gera resultados mais simples para o dimensionamento, pois cada parede é tratada como um elemento de seção transversal retangular. Já com a utilização do Modelo 1, a fase posterior de dimensionamento é feita para seção composta por alma e flanges.

Nos edifícios em que há paredes com dimensões em planta comparáveis à sua altura é necessário que o modelo incorpore a deformação por cisalhamento. Essa consideração implica em um melhor comportamento da estrutura, pois há uma significativa redistribuição dos esforços cortantes, principalmente na base do edifício.

Ao analisar estatisticamente os resultados dos esforços cortantes, tensões normais e deslocamentos horizontais, obtidos com os modelos 1 e 2, concluiu-se que não há diferenças entre eles a um nível de 5% de significância. Isso quer dizer que a utilização do modelo simplificado na análise estrutural das paredes é suficiente para modelagem de edifícios usuais, semelhantes aos que foram analisados neste trabalho, ressalvando-se a necessidade de inclusão da deformação por cisalhamento para alguns casos, como citado no parágrafo anterior.

Com base no que se observou no presente trabalho, sugerem-se os seguintes temas a serem pesquisados no futuro:

- Estudo experimental em escala natural da resistência de cisalhamento de interfaces verticais de paredes confeccionadas com materiais produzidos no Brasil.
- Avaliar outras ligações usuais de blocos intercalados que diferem da amarração direta.
- Utilização de armaduras complementares que atravessem as interfaces verticais como elementos de reforço para a transmissão das forças cisalhantes.

- Utilização de modelos teóricos mais refinados para a simulação do fenômeno aqui analisado, baseados em elementos finitos com a inclusão de não-linearidades e a representação de juntas.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ACCETI, K. M. (1998). *Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (1999). ACI 530-99. *Building code requirements for masonry structures*. Detroit, Michigan.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA (1990). *Manual técnico de alvenaria*. São Paulo, ABCI / Projeto.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1980). *NBR 6120 - Cargas para cálculo de estruturas de edificações*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1985). *NBR 8798 - Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). *NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2008). *NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1989). *NBR 10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto* (Texto base para revisão). Rio de Janeiro.
- BARBOSA, J. A. (1978). *Edifícios com paredes de seção aberta contraventadas por lintéis, sob carga lateral*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BLESSMANN, J. (1978). *Efeitos do vento em edificações*. 1. ed. Porto Alegre, UFRGS. Volume 7.
- BRISOT, G. (2001). *Modelagem de lajes na análise tridimensional de edifícios de alvenaria estrutural*. Dissertação (Mestrado). Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (1992). *BS 5628 – Code of practice for Structural use of masonry. Part 1. Unreinforced masonry*. Londres, Inglaterra.
- CAMACHO, J. S. (1986). *Alvenaria estrutural não armada – Parâmetros básicos a serem considerados no projeto dos elementos resistentes*. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



- CAMACHO, J. S. (2006). *Projeto de edifícios de alvenaria estrutural*. Relatório científico. Ilha Solteira. Universidade Estadual Paulista.
- CAMACHO, J. S.; RAMALHO, M. A.; ANDOLFATO, R. P. (2001). *An experimental study of the interaction among walls submitted to vertical loads*. In: AUSTRALASIAN MASONRY CONFERENCE, 6, Adelaide, Australia, 12 - 13 July 2001. Proceedings. Adelaide, South Australia, Adelaide University, p. 95-104.
- CAPUZZO NETO, V. (2000). *Estudo teórico e experimental da interação de paredes de alvenaria estrutural submetidas a ações verticais*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CAPUZZO NETO, V. (2005). *Interação de paredes em alvenaria estrutural sob ações verticais*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CAPUZZO NETO, V.; CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. (2001). *Influence of number of floors on vertical load distribution in masonry walls*. In: AUSTRALASIAN MASONRY CONFERENCE, 6, Adelaide, Australia, 12 - 13 July 2001. Proceedings. Adelaide, South Australia, Adelaide University, p. 105-114.
- CAPUZZO NETO, V.; CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. (2007). *Shear strength of vertical interfaces of intersecting walls*. In: *10th North American Masonry Conference, 2007, Saint Louis. 10th North American Masonry Conference. Boulder, CO : The Masonry Society, 2007. v. 1. p. 872-883*.
- COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON (1991). *CEB-FIP model code 1990: final draft. Bulletin D'Information*.
- CORRÊA, M. R. S. & RAMALHO, M. A. (1994b). *Procedimento para análise de edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações verticais*. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., Florianópolis, Brazil, 21-24 Aug. 1994. Proceedings. Florianópolis, Univ. Fed. Santa Catarina / University of Edinburgh / ANTAC, p. 305-314.
- CORRÊA, M. R. S. & RAMALHO, M. A. (2007). *Notas de aulas*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CORRÊA, M. R. S. (2003). *Fluxo de forças em edifícios de alvenaria estrutural*. Tese (Livre-docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CORRÊA, M. R. S.; PAGE, A. W. (2001). *The interaction of load-bearing masonry walls subjected to vertical loads*. Callaghan, Australia, The University of Newcastle, 2001. 62p. (Research report n. 218.12.2001)

- CORRÊA, M. R. S.; PAGE, A. W. (2005). *A novel approach for assessing the interaction of masonry walls under vertical loads*. In: CANADIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING, Canadá, v. 32, n. 4, p.601-614.
- CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. (2004). *A simple finite element based model for evaluating the interaction of load bearing walls subjected to vertical loading*. In: CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, Elsevier, v. 18, p. 77-89.
- DEFENDI, R. A. (2006). *Cisalhamento na interface vertical de paredes de alvenaria estrutural*. Relatório de Iniciação Científica – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- DEUTSCH INDUSTRIE NORMEN (1974). DIN 1053. *Alvenaria: Cálculo e Execução*.
- DICKEY, W. L.; SCHNEIDER R. (1994). *Reinforced Masonry design*. Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- DRYSDALE, R. G.; HAMID, A. A.; BAKER, L. R. (1994). *Masonry Structures*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- HENDRY A. W. (1981). *Structural Brickwork*. - London, The Macmillan Press Ltd.
- HENDRY, A. W.; SINHA, B. P.; DAVIES, S. R. (1981). *An introduction to load bearing brickwork design*. England, Ellis Horwood Ltd.
- HENDRY, A. W.; SINHA, B.P.; DAVIES, S.R (1996). *Design of masonry structures*. E & FN SPON, 1996.
- LAIER, J. E.; BARREIRO, J. C. (2005). *Complementos de resistência dos materiais*. 1a. parte, São Carlos.
- LOURENÇO P. B. (1996). *Computacional strategies for masonry structures*. Delft, Netherlands, Delft University Press.
- LOURENÇO P. B. (1999). *Dimensionamento de Alvenarias Estruturais*. Relatório científico 99-DEC/E-7, Minho.
- MANNING, T. A. JR. (1970). *The analysis of tier buildings with shear walls*. Dissertação (mestrado). Stanford University, Stanford, California.
- MARTHA, L. F. (2008). *Métodos básicos da análise de estruturas*. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.
- MATA, R. C. (2006). *Influência do padrão de argamassamento na resistência à compressão de prismas e mini-paredes de alvenaria estrutural de blocos de concreto*. Dissertação (mestrado). Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina.

- MAURÍCIO, R. M. (2005). *Estudo teórico e experimental das ligações diretas contrafiadas entre paredes de blocos de concreto em escala real e reduzida 1:4*. Ilha Solteira. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.
- MOREIRA, Elian M. S. (2006). *Análise experimental em escala reduzida de ligações entre paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos submetidas a ações verticais*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- NASCIMENTO NETO, J. A. (1999). *Investigação das solicitações de cisalhamento em edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações horizontais*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- NASCIMENTO NETO, J. A.; CAPUZZO NETO, V.; CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. (2004). *Experimental study of hollow blockwork walls using small-scale models.. In: AUSTRALASIAN MASONRY CONFERENCE, 7., 2004, Newcastle, Australia. Proceedings. Newcastle, Australia : The University of Newcastle, 2004. v. 1. p. 33-41.*
- NASCIMENTO NETO, J. A.; CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. (2002). *Verificação de modelagem simplificada para simulação do sistema de contraventamento de edifícios em alvenaria*. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 7., Belo Horizonte, Brazil, 18-20 Sep. 2002. Proceedings. Belo Horizonte, CEFETMG, University of Edinburgh, 2002. p.261-371.
- NASCIMENTO NETO, J. A.; CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. (2006). *Efeitos do vento sobre edifícios de alvenaria estrutural*. *Téchne*, São Paulo - Brasil, v. 14, n. 108, p. 56-61.
- OLIVEIRA JR, V. & PINHEIRO, L.M. (1994a). *Análise de paredes de alvenaria estrutural calculadas no estado limite último*. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., Florianópolis, Brazil, 21-24 Aug. 1994. Proceedings. Florianopolis, Univ. Fed. Santa Catarina / University of Edinburgh / ANTAC, pp.295-304.
- PALÁCIO, K. (2001). *Desenvolvimento e implementação de um software para análise tridimensional de edifícios altos em alvenaria estrutural*. Dissertação (Mestrado). Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais.
- PELETEIRO S. C. (2002) *Contribuições à modelagem numérica de alvenaria estrutural*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

- PEREIRA, G. S. (1997). *Contribuições à análise de estruturas de contraventamento de edifícios em concreto armado*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. (2003). *Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural*. 1. ed. São Paulo: Editora PINI Ltda, 2003. v. 1.
- SILVA, F. A. N. (2006). *Contribuição ao entendimento do comportamento estrutural de paredes de contraventamento de alvenaria não armada dotadas de aberturas submetidas a carregamento lateral*. Tese (Doutorado). Recife. Universidade Federal de Pernambuco.
- SILVA, I. M. (1996). *Análise de edifícios de alvenaria estrutural sujeitos as ações do vento*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SILVA, W. J. (2003). *Estudo experimental de ligações entre paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos sujeitas a ações verticais*. Ilha Solteira, 114p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.
- SINHA, B. P.; HENDRY, A. W. (1979). *Compressive strength of axially loaded brick walls stiffened along their vertical edges*. In: INTERNATIONAL BRICK MASONRY CONFERENCE, 5., Washington, USA, 05-10 Oct. 1979 Proceedings. Washington, Brick Institute of America, p.254-261.
- STAMATO, M. C. (1980). *Associação contínua de painéis de contraventamento*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- STOCKBRIDGE J. G. (1967). *A Study of High-Rise Load Bearing Brickwork in Britain*. PhD Thesis, University of Edinburgh.
- TORRES I. F. R. (1999). *Efeito da deformação por cortante no cálculo de edifícios de andares múltiplos com núcleos estruturais*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- VILATÓ, R. R. (1998). *Estudo da metodologia do projeto para edifícios em alvenaria estrutural*. Dissertação (Mestrado). São Paulo. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- YAGUI, T. (1978). *Análise de estruturas de edifícios constituídas de núcleo de concreto armado e pilares ou pendurais de aço*. Tese (Livre docência) – Universidade Estadual de Campinas.



**Apêndice A: Tensões de cisalhamento na interface das paredes – Ações combinadas, comparação com NBR 10837 (ABNT, 1989) e texto base para sua revisão.**

**A.1 Edificação Padrão - Oito Pavimentos**

DIREÇÃO X - Edificação Padrão - Oito Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0258	0,0223	0,0283	0,0253	0,0350	0,0300
		2	0,0258	0,0223	0,0283	0,0253	0,0350	0,0300
	II	2	0,0646	0,0457	0,0753	0,0595	0,0866	0,0602
		3	0,0320	0,0292	0,0387	0,0364	0,0426	0,0388
2	I	4	0,0326	0,0165	0,0366	0,0231	0,0440	0,0214
		1	0,0222	0,0157	0,0274	0,0220	0,0295	0,0204
	I	2	0,0349	0,0377	0,0350	0,0374	0,0478	0,0517
		3	0,0366	0,0330	0,0338	0,0308	0,0507	0,0456
	II	3	0,0610	0,0648	0,0680	0,0712	0,0824	0,0877
		4	0,0288	0,0224	0,0367	0,0313	0,0381	0,0291
	II	5	0,0322	0,0424	0,0313	0,0399	0,0443	0,0586
		5	0,0265	0,0398	0,0319	0,0430	0,0355	0,0540
	III	6	0,0163	0,0271	0,0162	0,0252	0,0224	0,0375
		7	0,0152	0,0127	0,0198	0,0178	0,0200	0,0165
3	I	1	0,0257	0,0194	0,0325	0,0272	0,0340	0,0252
		2	0,0655	0,0640	0,0748	0,0735	0,0882	0,0860
	I	3	0,0787	0,0834	0,0967	0,1007	0,1047	0,1113
		3	0,0242	0,0269	0,0232	0,0255	0,0333	0,0371
	II	4	0,0242	0,0269	0,0232	0,0255	0,0333	0,0371
4	I	1	0,0113	0,0041	0,0118	0,0058	0,0154	0,0053
		2	0,0135	0,0071	0,0132	0,0078	0,0186	0,0096
	I	3	0,0038	0,0046	0,0037	0,0043	0,0053	0,0063
		3	0,0152	0,0152	0,0209	0,0208	0,0199	0,0198
	II	4	0,0152	0,0152	0,0209	0,0208	0,0199	0,0198
5	I	1	0,0183	0,0174	0,0251	0,0243	0,0239	0,0226
		2	0,0479	0,0469	0,0665	0,0657	0,0623	0,0610
	I	3	0,0643	0,0647	0,0900	0,0903	0,0836	0,0841
		3	0,0302	0,0308	0,0423	0,0428	0,0393	0,0401
	II	4	0,0178	0,0151	0,0234	0,0212	0,0234	0,0197
6	I	5	0,0178	0,0151	0,0234	0,0212	0,0234	0,0197
		1	0,0645	0,0282	0,0700	0,0395	0,0874	0,0367
	I	2	0,1700	0,1403	0,2044	0,1795	0,2270	0,1854
		3	0,1055	0,1121	0,1345	0,1400	0,1395	0,1487
	II	2	0,1000	0,1009	0,1173	0,1181	0,1340	0,1353
4		0,1000	0,1009	0,1173	0,1181	0,1340	0,1353	
7	I	1	0,0546	0,0543	0,0566	0,0564	0,0746	0,0742
		2	0,0528	0,0392	0,0663	0,0549	0,0700	0,0510
	I	3	0,0803	0,0936	0,1001	0,1113	0,1066	0,1252
		3	0,0296	0,0273	0,0352	0,0333	0,0396	0,0364
	II	4	0,0528	0,0266	0,0543	0,0322	0,0722	0,0354
II	5	0,0248	0,0008	0,0212	0,0011	0,0346	0,0010	
9	I	1	0,0172	0,0187	0,0204	0,0216	0,0230	0,0251
		2	0,0172	0,0187	0,0204	0,0216	0,0230	0,0251

## DIREÇÃO Y - Edificação Padrão - Oito Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0139	0,0143	0,0183	0,0186	0,0182	0,0189
		2	0,0139	0,0143	0,0183	0,0186	0,0182	0,0189
	II	2	0,0403	0,0436	0,0549	0,0577	0,0526	0,0573
		3	0,0254	0,0271	0,0332	0,0346	0,0334	0,0358
		4	0,0181	0,0165	0,0245	0,0231	0,0237	0,0214
2	I	1	0,0294	0,0157	0,0335	0,0220	0,0397	0,0204
		2	0,0139	0,0188	0,0174	0,0215	0,0184	0,0253
		3	0,0156	0,0141	0,0162	0,0149	0,0212	0,0192
	II	3	0,0544	0,0628	0,0625	0,0695	0,0732	0,0849
		4	0,0298	0,0224	0,0376	0,0313	0,0395	0,0291
	III	5	0,0395	0,0404	0,0374	0,0382	0,0546	0,0558
		5	0,0491	0,0459	0,0508	0,0481	0,0670	0,0626
	6	0,0289	0,0332	0,0268	0,0304	0,0401	0,0461	
7	0,0201	0,0127	0,0240	0,0178	0,0269	0,0165		
3	I	1	0,0282	0,0194	0,0345	0,0272	0,0375	0,0252
		2	0,0845	0,0943	0,0907	0,0989	0,1147	0,1284
	II	3	0,1127	0,1137	0,1253	0,1261	0,1523	0,1537
		3	0,0595	0,0637	0,0529	0,0564	0,0828	0,0887
		4	0,0595	0,0637	0,0529	0,0564	0,0828	0,0887
4	I	1	0,0296	0,0041	0,0271	0,0058	0,0410	0,0053
		2	0,0434	0,0559	0,0383	0,0488	0,0605	0,0780
	II	3	0,0664	0,0534	0,0562	0,0453	0,0928	0,0747
		3	0,0323	0,0274	0,0352	0,0312	0,0437	0,0370
		4	0,0323	0,0274	0,0352	0,0312	0,0437	0,0370
5	I	1	0,0319	0,0174	0,0366	0,0243	0,0430	0,0226
		2	0,0615	0,0469	0,0779	0,0657	0,0814	0,0610
		3	0,0934	0,0910	0,1145	0,1124	0,1244	0,1209
	II	3	0,0724	0,0678	0,0778	0,0739	0,0984	0,0919
		4	0,0362	0,0151	0,0389	0,0212	0,0492	0,0197
		5	0,0362	0,0151	0,0389	0,0212	0,0492	0,0197
6	I	1	0,0566	0,0282	0,0634	0,0395	0,0765	0,0367
		2	0,1392	0,1668	0,1786	0,2017	0,1839	0,2225
		3	0,1394	0,1385	0,1629	0,1622	0,1870	0,1858
	II	2	0,0831	0,0863	0,1032	0,1058	0,1105	0,1148
		4	0,0831	0,0863	0,1032	0,1058	0,1105	0,1148
7	I	1	0,0727	0,0800	0,0718	0,0779	0,0999	0,1102
		2	0,0783	0,0392	0,0877	0,0549	0,1056	0,0510
		3	0,1509	0,1193	0,1595	0,1329	0,2055	0,1612
	II	3	0,1172	0,0997	0,1088	0,0941	0,1622	0,1377
		4	0,0677	0,0989	0,0668	0,0930	0,0930	0,1367
		5	0,0495	0,0008	0,0420	0,0011	0,0693	0,0010
9	I	1	0,0459	0,0412	0,0445	0,0405	0,0632	0,0566
		2	0,0459	0,0412	0,0445	0,0405	0,0632	0,0566

## A.2 Edificação Padrão - Doze Pavimentos

## DIREÇÃO X - Edificação Padrão - Doze Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0350	0,0294	0,0360	0,0313	0,0478	0,0400
		2	0,0350	0,0294	0,0360	0,0313	0,0478	0,0400
	II	2	0,0820	0,0511	0,0900	0,0640	0,1110	0,0678
		3	0,0390	0,0346	0,0446	0,0409	0,0524	0,0463
		4	0,0430	0,0165	0,0454	0,0231	0,0586	0,0214

**DIREÇÃO X - Edificação Padrão - Doze Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
2	I	1	0,0264	0,0157	0,0309	0,0220	0,0353	0,0204
	I	2	0,0509	0,0556	0,0484	0,0524	0,0702	0,0768
	I	3	0,0568	0,0509	0,0508	0,0459	0,0790	0,0707
	II	3	0,0812	0,0872	0,0850	0,0900	0,1107	0,1191
	II	4	0,0330	0,0224	0,0402	0,0313	0,0440	0,0291
	II	5	0,0482	0,0649	0,0447	0,0587	0,0667	0,0901
	III	5	0,0327	0,0546	0,0370	0,0554	0,0440	0,0747
3	III	6	0,0241	0,0419	0,0227	0,0377	0,0333	0,0582
	III	7	0,0168	0,0127	0,0212	0,0178	0,0222	0,0165
	I	1	0,0298	0,0194	0,0359	0,0272	0,0397	0,0252
	I	2	0,0852	0,0846	0,0913	0,0908	0,1157	0,1149
	I	3	0,0942	0,1040	0,1098	0,1180	0,1264	0,1402
	II	3	0,0365	0,0426	0,0336	0,0387	0,0506	0,0592
	II	4	0,0365	0,0426	0,0336	0,0387	0,0506	0,0592
4	I	1	0,0159	0,0041	0,0157	0,0058	0,0219	0,0053
	I	2	0,0201	0,0099	0,0188	0,0102	0,0278	0,0136
	I	3	0,0058	0,0074	0,0053	0,0067	0,0080	0,0103
	II	3	0,0157	0,0157	0,0213	0,0213	0,0206	0,0206
	II	4	0,0157	0,0157	0,0213	0,0213	0,0206	0,0206
5	I	1	0,0189	0,0174	0,0256	0,0243	0,0248	0,0226
	I	2	0,0485	0,0469	0,0670	0,0657	0,0632	0,0610
	I	3	0,0643	0,0649	0,0900	0,0905	0,0836	0,0844
	II	3	0,0302	0,0311	0,0423	0,0430	0,0393	0,0405
	II	4	0,0195	0,0151	0,0249	0,0212	0,0258	0,0197
6	II	5	0,0195	0,0151	0,0249	0,0212	0,0258	0,0197
	I	1	0,0880	0,0282	0,0897	0,0395	0,1204	0,0367
	I	2	0,2089	0,1607	0,2371	0,1966	0,2814	0,2140
	I	3	0,1209	0,1325	0,1474	0,1571	0,1610	0,1773
	II	2	0,1262	0,1289	0,1394	0,1416	0,1708	0,1744
7	II	4	0,1262	0,1289	0,1394	0,1416	0,1708	0,1744
	I	1	0,0777	0,0793	0,0759	0,0773	0,1068	0,1091
	I	2	0,0616	0,0392	0,0737	0,0549	0,0823	0,0510
	I	3	0,0945	0,1186	0,1121	0,1323	0,1265	0,1601
	II	3	0,0368	0,0343	0,0413	0,0392	0,0497	0,0462
9	II	4	0,0756	0,0335	0,0734	0,0381	0,1041	0,0452
	II	5	0,0403	0,0008	0,0343	0,0011	0,0564	0,0010
	I	1	0,0215	0,0244	0,0240	0,0264	0,0291	0,0331
9	I	2	0,0215	0,0244	0,0240	0,0264	0,0291	0,0331

**DIREÇÃO Y - Edificação Padrão - Doze Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0153	0,0163	0,0194	0,0203	0,0202	0,0216
	I	2	0,0153	0,0163	0,0194	0,0203	0,0202	0,0216
	II	2	0,0421	0,0482	0,0564	0,0616	0,0551	0,0637
	II	3	0,0283	0,0317	0,0356	0,0385	0,0375	0,0423
	II	4	0,0192	0,0165	0,0254	0,0231	0,0253	0,0214
2	I	1	0,0388	0,0157	0,0414	0,0220	0,0528	0,0204
	I	2	0,0164	0,0267	0,0195	0,0282	0,0219	0,0364
	I	3	0,0224	0,0220	0,0219	0,0216	0,0308	0,0303
	II	3	0,0712	0,0860	0,0765	0,0890	0,0966	0,1174
	II	4	0,0349	0,0224	0,0419	0,0313	0,0467	0,0291
	II	5	0,0614	0,0636	0,0558	0,0577	0,0851	0,0883
	III	5	0,0709	0,0662	0,0691	0,0652	0,0976	0,0910
III	6	0,0457	0,0536	0,0408	0,0475	0,0635	0,0746	
	7	0,0252	0,0127	0,0283	0,0178	0,0341	0,0165	



**DIREÇÃO Y - Edificação Padrão - Doze Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
3	I	1	0,0342	0,0194	0,0396	0,0272	0,0459	0,0252
	I	2	0,1180	0,1357	0,1189	0,1337	0,1617	0,1864
	I	3	0,1522	0,1551	0,1585	0,1609	0,2076	0,2117
	II	3	0,0966	0,1048	0,0840	0,0909	0,1347	0,1462
	II	4	0,0966	0,1048	0,0840	0,0909	0,1347	0,1462
4	I	1	0,0469	0,0041	0,0417	0,0058	0,0653	0,0053
	I	2	0,0708	0,0949	0,0613	0,0816	0,0988	0,1325
	I	3	0,1111	0,0924	0,0938	0,0781	0,1555	0,1293
	II	3	0,0444	0,0360	0,0454	0,0384	0,0607	0,0490
	II	4	0,0444	0,0360	0,0454	0,0384	0,0607	0,0490
5	I	1	0,0419	0,0174	0,0449	0,0243	0,0569	0,0226
	I	2	0,0714	0,0469	0,0863	0,0657	0,0953	0,0610
	I	3	0,1133	0,1105	0,1312	0,1288	0,1522	0,1482
	II	3	0,1012	0,0955	0,1020	0,0971	0,1387	0,1306
	II	4	0,0506	0,0151	0,0510	0,0212	0,0694	0,0197
6	I	1	0,0760	0,0282	0,0797	0,0395	0,1036	0,0367
	I	2	0,1591	0,2092	0,1953	0,2374	0,2117	0,2819
	I	3	0,1787	0,1810	0,1959	0,1979	0,2420	0,2452
	II	2	0,0993	0,1071	0,1167	0,1233	0,1330	0,1440
	II	4	0,0993	0,1071	0,1167	0,1233	0,1330	0,1440
7	I	1	0,1092	0,1220	0,1025	0,1132	0,1510	0,1689
	I	2	0,1049	0,0392	0,1101	0,0549	0,1429	0,0510
	I	3	0,2141	0,1613	0,2125	0,1682	0,2939	0,2200
	II	3	0,1845	0,1600	0,1654	0,1448	0,2565	0,2222
	II	4	0,1017	0,1593	0,0954	0,1437	0,1407	0,2212
9	I	1	0,0701	0,0633	0,0648	0,0591	0,0970	0,0875
	I	2	0,0701	0,0633	0,0648	0,0591	0,0970	0,0875

**A.3 Edificação Padrão - Dezesesseis Pavimentos****DIREÇÃO X - Edificação Padrão - Dezesesseis Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0454	0,0373	0,0448	0,0380	0,0624	0,0511
	I	2	0,0454	0,0373	0,0448	0,0380	0,0624	0,0511
	II	2	0,1021	0,0573	0,1068	0,0692	0,1391	0,0765
	II	3	0,0470	0,0408	0,0514	0,0461	0,0637	0,0550
	II	4	0,0550	0,0165	0,0555	0,0231	0,0754	0,0214
2	I	1	0,0312	0,0157	0,0350	0,0220	0,0421	0,0204
	I	2	0,0693	0,0792	0,0639	0,0722	0,0960	0,1099
	I	3	0,0800	0,0745	0,0703	0,0657	0,1115	0,1037
	II	3	0,1044	0,1179	0,1045	0,1157	0,1432	0,1620
	II	4	0,0378	0,0224	0,0443	0,0313	0,0507	0,0291
	II	5	0,0666	0,0955	0,0602	0,0844	0,0925	0,1329
	III	5	0,0397	0,0740	0,0430	0,0718	0,0539	0,1020
3	III	6	0,0330	0,0614	0,0302	0,0540	0,0458	0,0855
	III	7	0,0186	0,0127	0,0227	0,0178	0,0248	0,0165
	I	1	0,0345	0,0194	0,0398	0,0272	0,0463	0,0252
	I	2	0,1077	0,1055	0,1103	0,1084	0,1473	0,1442
	I	3	0,1121	0,1250	0,1248	0,1356	0,1515	0,1695
	II	3	0,0507	0,0585	0,0455	0,0520	0,0704	0,0814
	II	4	0,0507	0,0585	0,0455	0,0520	0,0704	0,0814

**DIREÇÃO X - Edificação Padrão - Dezesesseis Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
4	I	1	0,0213	0,0041	0,0202	0,0058	0,0294	0,0053
	I	2	0,0277	0,0124	0,0252	0,0123	0,0385	0,0170
	I	3	0,0081	0,0099	0,0072	0,0088	0,0112	0,0138
	II	3	0,0163	0,0161	0,0218	0,0216	0,0213	0,0211
	II	4	0,0163	0,0161	0,0218	0,0216	0,0213	0,0211
5	I	1	0,0197	0,0174	0,0262	0,0243	0,0258	0,0226
	I	2	0,0492	0,0469	0,0676	0,0657	0,0642	0,0610
	I	3	0,0643	0,0653	0,0900	0,0908	0,0836	0,0849
	II	3	0,0302	0,0316	0,0423	0,0435	0,0393	0,0413
	II	4	0,0215	0,0151	0,0266	0,0212	0,0286	0,0197
	II	5	0,0215	0,0151	0,0266	0,0212	0,0286	0,0197
6	I	1	0,1151	0,0282	0,1124	0,0395	0,1583	0,0367
	I	2	0,2536	0,1868	0,2746	0,2185	0,3440	0,2505
	I	3	0,1385	0,1586	0,1622	0,1790	0,1858	0,2138
	II	2	0,1564	0,1637	0,1647	0,1709	0,2130	0,2232
	II	4	0,1564	0,1637	0,1647	0,1709	0,2130	0,2232
7	I	1	0,1042	0,1065	0,0982	0,1002	0,1439	0,1472
	I	2	0,0718	0,0392	0,0822	0,0549	0,0965	0,0510
	I	3	0,1109	0,1458	0,1258	0,1551	0,1494	0,1982
	II	3	0,0451	0,0390	0,0482	0,0431	0,0613	0,0528
	II	4	0,1018	0,0383	0,0955	0,0421	0,1408	0,0518
	II	5	0,0583	0,0008	0,0494	0,0011	0,0815	0,0010
9	I	1	0,0265	0,0305	0,0282	0,0315	0,0360	0,0416
	I	2	0,0265	0,0305	0,0282	0,0315	0,0360	0,0416

**DIREÇÃO Y - Edificação Padrão - Dezesesseis Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0169	0,0180	0,0208	0,0218	0,0224	0,0241
	I	2	0,0169	0,0180	0,0208	0,0218	0,0224	0,0241
	II	2	0,0441	0,0524	0,0581	0,0651	0,0579	0,0696
	II	3	0,0315	0,0359	0,0383	0,0420	0,0420	0,0482
	II	4	0,0205	0,0165	0,0264	0,0231	0,0270	0,0214
2	I	1	0,0494	0,0157	0,0503	0,0220	0,0676	0,0204
	I	2	0,0192	0,0306	0,0219	0,0314	0,0259	0,0418
	I	3	0,0301	0,0259	0,0284	0,0248	0,0417	0,0357
	II	3	0,0900	0,1129	0,0924	0,1116	0,1231	0,1551
	II	4	0,0407	0,0224	0,0467	0,0313	0,0547	0,0291
	II	5	0,0860	0,0906	0,0765	0,0803	0,1196	0,1261
	III	5	0,0955	0,0895	0,0898	0,0848	0,1320	0,1236
	III	6	0,0645	0,0768	0,0567	0,0670	0,0899	0,1071
3	I	1	0,0409	0,0194	0,0452	0,0272	0,0553	0,0252
	I	2	0,1559	0,1870	0,1507	0,1768	0,2147	0,2582
	I	3	0,1968	0,2064	0,1960	0,2040	0,2701	0,2835
	II	3	0,1384	0,1555	0,1192	0,1335	0,1933	0,2172
	II	4	0,1384	0,1555	0,1192	0,1335	0,1933	0,2172
4	I	1	0,0665	0,0041	0,0582	0,0058	0,0927	0,0053
	I	2	0,1017	0,1350	0,0873	0,1152	0,1421	0,1886
	I	3	0,1616	0,1325	0,1362	0,1117	0,2262	0,1854
	II	3	0,0581	0,0468	0,0569	0,0474	0,0798	0,0641
	II	4	0,0581	0,0468	0,0569	0,0474	0,0798	0,0641

**DIREÇÃO Y - Edificação Padrão - Dezesesseis Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
5	I	1	0,0531	0,0174	0,0543	0,0243	0,0726	0,0226
	I	2	0,0826	0,0469	0,0957	0,0657	0,1110	0,0610
	I	3	0,1357	0,1308	0,1500	0,1459	0,1836	0,1767
	II	3	0,1337	0,1239	0,1293	0,1210	0,1842	0,1704
	II	4	0,0669	0,0151	0,0646	0,0212	0,0921	0,0197
	II	5	0,0669	0,0151	0,0646	0,0212	0,0921	0,0197
6	I	1	0,0979	0,0282	0,0981	0,0395	0,1343	0,0367
	I	2	0,1815	0,2518	0,2141	0,2731	0,2431	0,3415
	I	3	0,2230	0,2236	0,2332	0,2336	0,3040	0,3048
	II	2	0,1174	0,1258	0,1320	0,1390	0,1584	0,1702
	II	4	0,1174	0,1258	0,1320	0,1390	0,1584	0,1702
	7	I	1	0,1505	0,1767	0,1371	0,1592	0,2088
I		2	0,1349	0,0392	0,1353	0,0549	0,1849	0,0510
I		3	0,2854	0,2160	0,2724	0,2141	0,3937	0,2965
II		3	0,2606	0,2279	0,2292	0,2018	0,3629	0,3173
II		4	0,1402	0,2272	0,1277	0,2008	0,1945	0,3163
II		5	0,1203	0,0008	0,1015	0,0011	0,1684	0,0010
9	I	1	0,0973	0,0869	0,0876	0,0789	0,1352	0,1207
	I	2	0,0973	0,0869	0,0876	0,0789	0,1352	0,1207

**A.4 Edifício Golden Club - Quatro Pavimentos****DIREÇÃO X - Edifício Golden Club - Quatro Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0146	0,0130	0,0186	0,0173	0,0193	0,0170
	I	2	0,0146	0,0130	0,0186	0,0173	0,0193	0,0170
	II	2	0,0122	0,0158	0,0163	0,0194	0,0160	0,0211
	II	3	0,0122	0,0158	0,0163	0,0194	0,0160	0,0211
	III	3	0,0845	0,0896	0,1168	0,1211	0,1101	0,1172
	III	4	0,0537	0,0598	0,0737	0,0788	0,0701	0,0786
	III	5	0,0360	0,0318	0,0475	0,0439	0,0474	0,0414
	IV	5	0,0115	0,0124	0,0161	0,0168	0,0150	0,0162
3	IV	6	0,0115	0,0124	0,0161	0,0168	0,0150	0,0162
	I	1	0,0163	0,0166	0,0221	0,0223	0,0214	0,0217
	I	2	0,0163	0,0166	0,0221	0,0223	0,0214	0,0217
	II	2	0,0419	0,0455	0,0568	0,0599	0,0548	0,0599
	II	3	0,0419	0,0455	0,0568	0,0599	0,0548	0,0599
	III	3	0,0984	0,1037	0,1368	0,1413	0,1280	0,1355
	III	4	0,1093	0,1156	0,1513	0,1566	0,1424	0,1512
	III	5	0,0109	0,0119	0,0144	0,0153	0,0144	0,0158
4	IV	5	0,0255	0,0313	0,0339	0,0388	0,0334	0,0415
	IV	6	0,0056	0,0047	0,0073	0,0066	0,0074	0,0061
	IV	7	0,0217	0,0266	0,0281	0,0322	0,0286	0,0354
	I	1	0,0147	0,0151	0,0205	0,0208	0,0191	0,0196
	I	2	0,0147	0,0151	0,0205	0,0208	0,0191	0,0196
	II	2	0,0182	0,0196	0,0236	0,0247	0,0240	0,0260
	II	3	0,0182	0,0196	0,0236	0,0247	0,0240	0,0260

**DIREÇÃO X - Edifício Golden Club - Quatro Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_h < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
6	I	1	0,0383	0,0384	0,0516	0,0517	0,0502	0,0502
	I	2	0,0383	0,0384	0,0516	0,0517	0,0502	0,0502
	II	2	0,0302	0,0285	0,0393	0,0379	0,0397	0,0375
	II	3	0,0780	0,0270	0,0806	0,0378	0,1065	0,0351
	II	4	0,1383	0,0930	0,1591	0,1211	0,1860	0,1226
	II	5	0,0302	0,0286	0,0393	0,0379	0,0397	0,0375
7	III	5	0,0383	0,0384	0,0516	0,0517	0,0502	0,0503
	III	6	0,0383	0,0384	0,0516	0,0517	0,0502	0,0503
7	I	1	0,0058	0,0062	0,0079	0,0082	0,0077	0,0082
	I	2	0,0058	0,0062	0,0079	0,0082	0,0077	0,0082
8	I	1	0,0325	0,0339	0,0448	0,0460	0,0423	0,0444
	I	2	0,0300	0,0309	0,0410	0,0418	0,0392	0,0404
	I	3	0,0036	0,0030	0,0047	0,0042	0,0047	0,0039
9	I	1	0,0951	0,1031	0,1327	0,1394	0,1237	0,1350
	I	2	0,0951	0,1031	0,1327	0,1394	0,1237	0,1350
	II	2	0,1119	0,1202	0,1564	0,1633	0,1455	0,1572
	II	3	0,0269	0,0349	0,0366	0,0434	0,0351	0,0463
	II	4	0,0875	0,0872	0,1218	0,1216	0,1139	0,1135
	III	4	0,1229	0,1171	0,1683	0,1633	0,1605	0,1523
	III	5	0,0242	0,0249	0,0262	0,0269	0,0328	0,0339
	III	8	0,1335	0,1401	0,1830	0,1886	0,1742	0,1835
	IV	5	0,0188	0,0183	0,0230	0,0226	0,0250	0,0243
	IV	6	0,0188	0,0183	0,0230	0,0226	0,0250	0,0243
11	V	6	0,0155	0,0170	0,0215	0,0228	0,0201	0,0223
	V	7	0,0155	0,0170	0,0215	0,0228	0,0201	0,0223
	VI	8	0,0474	0,0511	0,0646	0,0677	0,0619	0,0671
	VI	9	0,0153	0,0159	0,0180	0,0185	0,0205	0,0214
	VI	10	0,0383	0,0351	0,0518	0,0492	0,0500	0,0457
	I	1	0,0702	0,0697	0,0980	0,0976	0,0914	0,0906
11	I	2	0,0143	0,0151	0,0191	0,0197	0,0188	0,0199
	I	3	0,0835	0,0848	0,1162	0,1173	0,1086	0,1105
	II	3	0,0529	0,0581	0,0723	0,0767	0,0691	0,0764
	II	4	0,0767	0,0788	0,1038	0,1056	0,1003	0,1032
	II	5	0,0238	0,0207	0,0316	0,0289	0,0313	0,0269

**DIREÇÃO Y - Edifício Golden Club - Quatro Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_h < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0115	0,0120	0,0160	0,0164	0,0149	0,0156
	I	2	0,0115	0,0120	0,0160	0,0164	0,0149	0,0156
	II	2	0,0187	0,0182	0,0218	0,0214	0,0251	0,0245
	III	3	0,0187	0,0182	0,0218	0,0214	0,0251	0,0245
	III	3	0,0957	0,0893	0,1263	0,1209	0,1258	0,1169
	III	4	0,0558	0,0572	0,0755	0,0766	0,0730	0,0749
	III	5	0,0399	0,0322	0,0508	0,0443	0,0528	0,0420
3	IV	5	0,0136	0,0128	0,0178	0,0171	0,0179	0,0168
	IV	6	0,0136	0,0120	0,0178	0,0171	0,0179	0,0168
	I	1	0,0150	0,0155	0,0210	0,0214	0,0196	0,0202
	I	2	0,0150	0,0155	0,0210	0,0214	0,0196	0,0202
	II	2	0,0452	0,0462	0,0596	0,0605	0,0594	0,0608
	II	3	0,0452	0,0462	0,0596	0,0605	0,0594	0,0608
	III	3	0,1096	0,1044	0,1463	0,1419	0,1438	0,1364
	III	4	0,1067	0,1069	0,1491	0,1492	0,1388	0,1390
	III	5	0,0227	0,0176	0,0243	0,0200	0,0308	0,0237
	IV	5	0,0302	0,0301	0,0379	0,0378	0,0400	0,0399
IV	6	0,0064	0,0047	0,0080	0,0066	0,0085	0,0061	
IV	7	0,0238	0,0254	0,0299	0,0312	0,0315	0,0338	

**DIREÇÃO Y - Edifício Golden Club - Quatro Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
4	I	1	0,0152	0,0154	0,0209	0,0211	0,0198	0,0201
		2	0,0152	0,0154	0,0209	0,0211	0,0198	0,0201
	II	2	0,0160	0,0172	0,0217	0,0227	0,0209	0,0226
		3	0,0160	0,0172	0,0217	0,0227	0,0209	0,0226
6	I	1	0,0497	0,0394	0,0612	0,0525	0,0661	0,0516
		2	0,0497	0,0394	0,0612	0,0525	0,0661	0,0516
	II	2	0,0734	0,0295	0,0756	0,0387	0,1002	0,0388
		3	0,0270	0,0270	0,0378	0,0378	0,0351	0,0351
	II	4	0,0767	0,0770	0,1074	0,1076	0,0997	0,1001
		5	0,0734	0,0294	0,0756	0,0386	0,1002	0,0386
	III	5	0,0497	0,0392	0,0612	0,0524	0,0661	0,0514
6		0,0497	0,0392	0,0612	0,0524	0,0661	0,0514	
7	I	1	0,0110	0,0089	0,0122	0,0104	0,0149	0,0119
		2	0,0110	0,0089	0,0122	0,0104	0,0149	0,0119
8	I	1	0,0470	0,0359	0,0570	0,0476	0,0627	0,0471
		2	0,0364	0,0328	0,0464	0,0434	0,0481	0,0431
		3	0,0106	0,0030	0,0106	0,0042	0,0145	0,0039
9	I	1	0,1042	0,0994	0,1403	0,1363	0,1364	0,1298
		2	0,1042	0,0994	0,1403	0,1363	0,1364	0,1298
	II	2	0,1261	0,1165	0,1683	0,1602	0,1654	0,1519
		3	0,0332	0,0276	0,0419	0,0373	0,0440	0,0362
	II	4	0,1091	0,0939	0,1399	0,1272	0,1441	0,1229
		4	0,1480	0,1238	0,1894	0,1690	0,1956	0,1617
	III	5	0,0126	0,0131	0,0165	0,0169	0,0166	0,0173
		8	0,1606	0,1369	0,2058	0,1859	0,2122	0,1790
	IV	5	0,0134	0,0139	0,0185	0,0189	0,0175	0,0182
		6	0,0134	0,0139	0,0185	0,0189	0,0175	0,0182
V	6	0,0158	0,0159	0,0218	0,0218	0,0207	0,0207	
	7	0,0158	0,0159	0,0218	0,0218	0,0207	0,0207	
VI	8	0,0676	0,0517	0,0815	0,0682	0,0902	0,0679	
	9	0,0178	0,0166	0,0201	0,0190	0,0240	0,0223	
VI	10	0,0497	0,0351	0,0615	0,0492	0,0661	0,0457	
		0,0497	0,0351	0,0615	0,0492	0,0661	0,0457	
11	I	1	0,0742	0,0697	0,1014	0,0976	0,0970	0,0906
		2	0,0221	0,0176	0,0256	0,0218	0,0297	0,0234
	I	3	0,0964	0,0873	0,1270	0,1194	0,1267	0,1140
		3	0,0696	0,0564	0,0863	0,0752	0,0925	0,0740
	II	4	0,0776	0,0770	0,1047	0,1041	0,1017	0,1008
5		0,0333	0,0207	0,0396	0,0289	0,0446	0,0269	

**A.5 Edifício Golden Club - Oito Pavimentos****DIREÇÃO X - Edifício Golden Club - Oito Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0185	0,0151	0,0219	0,0190	0,0247	0,0200
		2	0,0185	0,0151	0,0219	0,0190	0,0247	0,0200
	II	2	0,0138	0,0222	0,0177	0,0247	0,0183	0,0301
		3	0,0138	0,0222	0,0177	0,0247	0,0183	0,0301
	III	3	0,0877	0,0985	0,1195	0,1286	0,1145	0,1297
		4	0,0569	0,0697	0,0764	0,0871	0,0745	0,0924
	III	5	0,0424	0,0327	0,0528	0,0447	0,0562	0,0427
		5	0,0117	0,0133	0,0162	0,0176	0,0152	0,0175
IV	6	0,0117	0,0133	0,0162	0,0176	0,0152	0,0175	

## DIREÇÃO X - Edifício Golden Club - Oito Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)		
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	
3	I	1	0,0180	0,0188	0,0235	0,0242	0,0237	0,0248	
	I	2	0,0180	0,0188	0,0235	0,0242	0,0237	0,0248	
	II	2	0,0457	0,0541	0,0601	0,0671	0,0602	0,0718	
	II	3	0,0457	0,0541	0,0601	0,0671	0,0602	0,0718	
	III	3	0,1002	0,1122	0,1384	0,1485	0,1306	0,1474	
	III	4	0,1130	0,1270	0,1544	0,1661	0,1476	0,1672	
	III	5	0,0128	0,0148	0,0160	0,0177	0,0170	0,0197	
	IV	5	0,0292	0,0422	0,0371	0,0479	0,0387	0,0568	
4	IV	6	0,0067	0,0047	0,0083	0,0066	0,0089	0,0061	
	IV	7	0,0265	0,0375	0,0322	0,0414	0,0354	0,0507	
	I	1	0,0148	0,0159	0,0206	0,0215	0,0193	0,0208	
	I	2	0,0148	0,0159	0,0206	0,0215	0,0193	0,0208	
	II	2	0,0224	0,0255	0,0271	0,0297	0,0299	0,0342	
	II	3	0,0224	0,0255	0,0271	0,0297	0,0299	0,0342	
	6	I	1	0,0427	0,0451	0,0553	0,0573	0,0564	0,0596
		I	2	0,0427	0,0451	0,0553	0,0573	0,0564	0,0596
II		2	0,0365	0,0352	0,0446	0,0435	0,0487	0,0468	
II		3	0,1395	0,0270	0,1323	0,0378	0,1926	0,0351	
II		4	0,2126	0,1207	0,2215	0,1443	0,2900	0,1613	
II		5	0,0365	0,0353	0,0446	0,0436	0,0487	0,0469	
III		5	0,0427	0,0451	0,0553	0,0573	0,0564	0,0597	
III		6	0,0427	0,0451	0,0553	0,0573	0,0564	0,0597	
7	I	1	0,0065	0,0073	0,0084	0,0091	0,0086	0,0097	
	I	2	0,0065	0,0073	0,0084	0,0091	0,0086	0,0097	
8	I	1	0,0339	0,0372	0,0460	0,0487	0,0444	0,0489	
	I	2	0,0321	0,0342	0,0428	0,0445	0,0421	0,0450	
	I	3	0,0042	0,0030	0,0052	0,0042	0,0056	0,0039	
9	I	1	0,0961	0,1151	0,1335	0,1495	0,1251	0,1517	
	I	2	0,0961	0,1151	0,1335	0,1495	0,1251	0,1517	
	II	2	0,1125	0,1322	0,1569	0,1734	0,1464	0,1739	
	II	3	0,0290	0,0472	0,0384	0,0537	0,0380	0,0635	
	II	4	0,0890	0,0875	0,1230	0,1218	0,1159	0,1139	
	III	4	0,1312	0,1174	0,1752	0,1636	0,1720	0,1527	
	III	5	0,0406	0,0463	0,0400	0,0448	0,0558	0,0638	
	III	8	0,1417	0,1612	0,1899	0,2063	0,1857	0,2130	
	IV	5	0,0259	0,0272	0,0290	0,0301	0,0349	0,0368	
	IV	6	0,0259	0,0272	0,0290	0,0301	0,0349	0,0368	
	V	6	0,0158	0,0206	0,0217	0,0258	0,0205	0,0273	
	V	7	0,0158	0,0206	0,0217	0,0258	0,0205	0,0273	
	VI	8	0,0511	0,0590	0,0677	0,0743	0,0671	0,0781	
	VI	9	0,0228	0,0238	0,0243	0,0251	0,0311	0,0324	
VI	10	0,0420	0,0351	0,0550	0,0492	0,0553	0,0457		
11	I	1	0,0709	0,0697	0,0986	0,0976	0,0923	0,0906	
	I	2	0,0164	0,0186	0,0208	0,0226	0,0218	0,0248	
	I	3	0,0850	0,0883	0,1174	0,1202	0,1107	0,1154	
	II	3	0,0567	0,0692	0,0754	0,0860	0,0743	0,0919	
	II	4	0,0842	0,0899	0,1102	0,1149	0,1109	0,1188	
II	5	0,0276	0,0207	0,0347	0,0289	0,0365	0,0269		

## DIREÇÃO Y - Edifício Golden Club - Oito Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0116	0,0133	0,0161	0,0175	0,0151	0,0175
	I	2	0,0116	0,0133	0,0161	0,0175	0,0151	0,0175
	II	2	0,0292	0,0313	0,0306	0,0323	0,0398	0,0427
	II	3	0,0292	0,0313	0,0306	0,0323	0,0398	0,0427
	III	3	0,1142	0,1014	0,1418	0,1311	0,1517	0,1338
	III	4	0,0621	0,0678	0,0808	0,0856	0,0818	0,0898
	III	5	0,0521	0,0337	0,0610	0,0455	0,0699	0,0440
IV	5	0,0165	0,0143	0,0202	0,0184	0,0219	0,0189	
	IV	6	0,0165	0,0143	0,0202	0,0184	0,0219	0,0189
3	I	1	0,0152	0,0169	0,0211	0,0225	0,0197	0,0221
	I	2	0,0152	0,0169	0,0211	0,0225	0,0197	0,0221
	II	2	0,0539	0,0589	0,0669	0,0711	0,0715	0,0786
	II	3	0,0539	0,0589	0,0669	0,0711	0,0715	0,0786
	III	3	0,1266	0,1171	0,1606	0,1525	0,1676	0,1542
	III	4	0,1074	0,1078	0,1497	0,1500	0,1397	0,1402
	III	5	0,0404	0,0312	0,0392	0,0315	0,0556	0,0427
	IV	5	0,0406	0,0429	0,0466	0,0485	0,0546	0,0578
IV	6	0,0087	0,0047	0,0099	0,0066	0,0117	0,0061	
	IV	7	0,0319	0,0382	0,0367	0,0420	0,0429	0,0517
4	I	1	0,0160	0,0165	0,0216	0,0220	0,0209	0,0217
	I	2	0,0160	0,0165	0,0216	0,0220	0,0209	0,0217
	II	2	0,0176	0,0205	0,0231	0,0254	0,0232	0,0272
II	3	0,0176	0,0205	0,0231	0,0254	0,0232	0,0272	
	6	I	1	0,0697	0,0504	0,0780	0,0617	0,0941
I		2	0,0697	0,0504	0,0780	0,0617	0,0941	0,0670
II		2	0,1380	0,0405	0,1298	0,0480	0,1907	0,0542
II		3	0,0270	0,0270	0,0378	0,0378	0,0351	0,0351
II		4	0,0767	0,0778	0,1074	0,1083	0,0997	0,1012
II		5	0,1380	0,0400	0,1298	0,0475	0,1907	0,0535
III		5	0,0697	0,0498	0,0780	0,0613	0,0941	0,0663
III	6	0,0697	0,0498	0,0780	0,0613	0,0941	0,0663	
	7	I	1	0,0187	0,0149	0,0186	0,0155	0,0256
I		2	0,0187	0,0149	0,0186	0,0155	0,0256	0,0204
8	I	1	0,0680	0,0441	0,0746	0,0546	0,0920	0,0586
	I	2	0,0473	0,0411	0,0555	0,0503	0,0633	0,0547
	I	3	0,0207	0,0030	0,0191	0,0042	0,0287	0,0039
9	I	1	0,1174	0,1109	0,1514	0,1460	0,1549	0,1458
	I	2	0,1174	0,1109	0,1514	0,1460	0,1549	0,1458
	II	2	0,1457	0,1280	0,1847	0,1699	0,1928	0,1680
	II	3	0,0440	0,0325	0,0510	0,0414	0,0590	0,0430
	II	4	0,1394	0,1103	0,1654	0,1410	0,1866	0,1458
	III	4	0,1905	0,1402	0,2250	0,1828	0,2551	0,1846
	III	5	0,0154	0,0176	0,0188	0,0207	0,0205	0,0237
	III	8	0,2059	0,1578	0,2439	0,2035	0,2756	0,2083
	IV	5	0,0141	0,0155	0,0191	0,0203	0,0184	0,0205
	IV	6	0,0141	0,0155	0,0191	0,0203	0,0184	0,0205
	V	6	0,0167	0,0317	0,0225	0,0352	0,0219	0,0429
	V	7	0,0167	0,0317	0,0225	0,0352	0,0219	0,0429
	VI	8	0,0986	0,0661	0,1076	0,0803	0,1337	0,0881
	VI	9	0,0294	0,0309	0,0298	0,0311	0,0403	0,0424
VI	10	0,0692	0,0351	0,0778	0,0492	0,0934	0,0457	
11	I	1	0,0803	0,0697	0,1065	0,0976	0,1054	0,0906
	I	2	0,0349	0,0270	0,0363	0,0297	0,0476	0,0365
	I	3	0,1152	0,0967	0,1428	0,1273	0,1530	0,1271
	II	3	0,0961	0,0685	0,1086	0,0854	0,1296	0,0909
	II	4	0,0873	0,0891	0,1128	0,1143	0,1152	0,1177
II	5	0,0502	0,0207	0,0537	0,0289	0,0682	0,0269	

## A.6 Edifício Golden Club - Doze Pavimentos

DIREÇÃO X - Edifício Golden Club - Doze Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0229	0,0176	0,0256	0,0212	0,0309	0,0235
	I	2	0,0229	0,0176	0,0256	0,0212	0,0309	0,0235
	II	2	0,0157	0,0296	0,0193	0,0309	0,0209	0,0403
	II	3	0,0157	0,0296	0,0193	0,0309	0,0209	0,0403
	III	3	0,0913	0,1090	0,1225	0,1374	0,1196	0,1444
	III	4	0,0605	0,0818	0,0794	0,0973	0,0796	0,1094
	III	5	0,0496	0,0344	0,0589	0,0461	0,0663	0,0451
3	IV	5	0,0118	0,0150	0,0163	0,0190	0,0154	0,0199
	IV	6	0,0118	0,0150	0,0163	0,0190	0,0154	0,0199
	I	1	0,0199	0,0214	0,0251	0,0264	0,0263	0,0285
	I	2	0,0199	0,0214	0,0251	0,0264	0,0263	0,0285
	II	2	0,0501	0,0639	0,0638	0,0754	0,0663	0,0856
	II	3	0,0501	0,0639	0,0638	0,0754	0,0663	0,0856
	III	3	0,1023	0,1221	0,1402	0,1568	0,1336	0,1612
4	III	4	0,1172	0,1403	0,1580	0,1773	0,1535	0,1858
	III	5	0,0149	0,0182	0,0178	0,0205	0,0199	0,0245
	IV	5	0,0335	0,0549	0,0406	0,0586	0,0446	0,0746
	IV	6	0,0080	0,0047	0,0093	0,0066	0,0107	0,0061
	IV	7	0,0320	0,0502	0,0368	0,0521	0,0431	0,0685
	I	1	0,0150	0,0169	0,0207	0,0223	0,0195	0,0222
	I	2	0,0150	0,0169	0,0207	0,0223	0,0195	0,0222
6	II	2	0,0272	0,0323	0,0311	0,0354	0,0365	0,0438
	II	3	0,0272	0,0323	0,0311	0,0354	0,0365	0,0438
	I	1	0,0477	0,0529	0,0595	0,0639	0,0634	0,0706
	I	2	0,0477	0,0529	0,0595	0,0639	0,0634	0,0706
	II	2	0,0438	0,0431	0,0507	0,0501	0,0588	0,0578
	II	3	0,2094	0,0270	0,1910	0,0378	0,2905	0,0351
	II	4	0,2970	0,1513	0,2924	0,1700	0,4081	0,2041
7	II	5	0,0438	0,0431	0,0507	0,0501	0,0588	0,0578
	III	5	0,0477	0,0529	0,0595	0,0639	0,0634	0,0706
8	III	6	0,0477	0,0529	0,0595	0,0639	0,0634	0,0706
	I	1	0,0073	0,0082	0,0091	0,0099	0,0097	0,0110
9	I	2	0,0073	0,0082	0,0091	0,0099	0,0097	0,0110
	I	1	0,0356	0,0417	0,0474	0,0525	0,0467	0,0552
	I	2	0,0345	0,0386	0,0448	0,0483	0,0455	0,0513
11	I	3	0,0049	0,0030	0,0058	0,0042	0,0066	0,0039
	I	1	0,0972	0,1287	0,1344	0,1609	0,1266	0,1708
	I	2	0,0972	0,1287	0,1344	0,1609	0,1266	0,1708
	II	2	0,1133	0,1458	0,1575	0,1848	0,1475	0,1930
	II	3	0,0314	0,0612	0,0404	0,0654	0,0414	0,0831
	III	4	0,0906	0,0879	0,1244	0,1222	0,1182	0,1145
	III	4	0,1405	0,1178	0,1831	0,1640	0,1851	0,1533
	III	5	0,0593	0,0702	0,0557	0,0649	0,0820	0,0973
	III	8	0,1510	0,1847	0,1978	0,2261	0,1988	0,2459
	IV	5	0,0339	0,0368	0,0357	0,0382	0,0462	0,0503
	IV	6	0,0339	0,0368	0,0357	0,0382	0,0462	0,0503
	V	6	0,0161	0,0243	0,0220	0,0289	0,0210	0,0325
	V	7	0,0161	0,0243	0,0220	0,0289	0,0210	0,0325
	VI	8	0,0554	0,0680	0,0713	0,0819	0,0731	0,0907
VI	9	0,0314	0,0328	0,0314	0,0327	0,0430	0,0451	
11	VI	10	0,0463	0,0351	0,0585	0,0492	0,0613	0,0457
	I	1	0,0716	0,0697	0,0992	0,0976	0,0933	0,0906
	I	2	0,0188	0,0226	0,0229	0,0260	0,0251	0,0303
	I	3	0,0866	0,0923	0,1188	0,1236	0,1130	0,1210
	II	3	0,0610	0,0819	0,0791	0,0966	0,0804	0,1096
11	II	4	0,0928	0,1025	0,1174	0,1255	0,1229	0,1365
	II	5	0,0319	0,0207	0,0383	0,0289	0,0426	0,0269



## DIREÇÃO Y - Edifício Golden Club - Doze Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0117	0,0147	0,0162	0,0188	0,0153	0,0195
	I	2	0,0117	0,0147	0,0162	0,0188	0,0153	0,0195
	II	2	0,0416	0,0455	0,0410	0,0442	0,0572	0,0626
	II	3	0,0416	0,0455	0,0410	0,0442	0,0572	0,0626
	III	3	0,1360	0,1156	0,1601	0,1430	0,1822	0,1537
	III	4	0,0695	0,0786	0,0870	0,0947	0,0922	0,1050
	III	5	0,0665	0,0370	0,0731	0,0483	0,0900	0,0487
IV	5	0,0199	0,0176	0,0231	0,0212	0,0267	0,0235	
IV	6	0,0199	0,0176	0,0231	0,0212	0,0267	0,0235	
3	I	1	0,0153	0,0183	0,0212	0,0238	0,0199	0,0241
	I	2	0,0153	0,0183	0,0212	0,0238	0,0199	0,0241
	II	2	0,0641	0,0730	0,0755	0,0830	0,0859	0,0984
	II	3	0,0641	0,0730	0,0755	0,0830	0,0859	0,0984
	III	3	0,1467	0,1312	0,1775	0,1644	0,1957	0,1740
	III	4	0,1082	0,1088	0,1504	0,1509	0,1409	0,1417
	III	5	0,0613	0,0463	0,0567	0,0442	0,0848	0,0639
	IV	5	0,0528	0,0571	0,0569	0,0605	0,0717	0,0776
IV	6	0,0114	0,0047	0,0122	0,0066	0,0155	0,0061	
IV	7	0,0415	0,0524	0,0447	0,0539	0,0563	0,0715	
4	I	1	0,0170	0,0181	0,0224	0,0233	0,0223	0,0238
	I	2	0,0170	0,0181	0,0224	0,0233	0,0223	0,0238
	II	2	0,0196	0,0244	0,0247	0,0288	0,0259	0,0327
II	3	0,0196	0,0244	0,0247	0,0288	0,0259	0,0327	
6	I	1	0,0933	0,0641	0,0978	0,0733	0,1271	0,0863
	I	2	0,0933	0,0641	0,0978	0,0733	0,1271	0,0863
	II	2	0,2142	0,0543	0,1939	0,0595	0,2974	0,0735
	II	3	0,0270	0,0270	0,0378	0,0378	0,0351	0,0351
	II	4	0,0767	0,0787	0,1074	0,1090	0,0997	0,1024
	II	5	0,2142	0,0532	0,1939	0,0586	0,2974	0,0720
	III	5	0,0933	0,0631	0,0978	0,0724	0,1271	0,0848
III	6	0,0933	0,0631	0,0978	0,0724	0,1271	0,0848	
7	I	1	0,0277	0,0215	0,0262	0,0210	0,0382	0,0296
	I	2	0,0277	0,0215	0,0262	0,0210	0,0382	0,0296
8	I	1	0,0927	0,0534	0,0954	0,0624	0,1267	0,0717
	I	2	0,0601	0,0504	0,0663	0,0582	0,0813	0,0678
	I	3	0,0326	0,0030	0,0291	0,0042	0,0453	0,0039
9	I	1	0,1329	0,1251	0,1645	0,1579	0,1767	0,1656
	I	2	0,1329	0,1251	0,1645	0,1579	0,1767	0,1656
	II	2	0,1688	0,1421	0,2041	0,1817	0,2252	0,1878
	II	3	0,0567	0,0381	0,0617	0,0460	0,0769	0,0508
	II	4	0,1753	0,1300	0,1955	0,1575	0,2368	0,1734
	III	4	0,2406	0,1598	0,2671	0,1993	0,3252	0,2122
	III	5	0,0187	0,0225	0,0216	0,0248	0,0251	0,0305
	III	8	0,2593	0,1824	0,2887	0,2241	0,3503	0,2426
	IV	5	0,0149	0,0174	0,0197	0,0219	0,0196	0,0231
	IV	6	0,0149	0,0174	0,0197	0,0219	0,0196	0,0231
V	6	0,0177	0,0180	0,0234	0,0237	0,0233	0,0237	
V	7	0,0177	0,0180	0,0234	0,0237	0,0233	0,0237	
VI	8	0,1353	0,0824	0,1384	0,0940	0,1850	0,1109	
VI	9	0,0431	0,0473	0,0413	0,0448	0,0595	0,0653	
VI	10	0,0922	0,0351	0,0971	0,0492	0,1255	0,0457	
11	I	1	0,0874	0,0697	0,1125	0,0976	0,1154	0,0906
	I	2	0,0499	0,0372	0,0489	0,0383	0,0686	0,0509
	I	3	0,1373	0,1069	0,1614	0,1359	0,1840	0,1415
	II	3	0,1274	0,0818	0,1349	0,0966	0,1734	0,1096
	II	4	0,0987	0,1025	0,1223	0,1255	0,1311	0,1365
II	5	0,0700	0,0207	0,0704	0,0289	0,0960	0,0269	

## A.7 Edifício Golden Club - Dezesesseis Pavimentos

DIREÇÃO X - Edifício Golden Club - Dezesesseis Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0281	0,0200	0,0300	0,0232	0,0382	0,0269
	I	2	0,0281	0,0200	0,0300	0,0232	0,0382	0,0269
	II	2	0,0180	0,0396	0,0212	0,0393	0,0241	0,0543
	II	3	0,0180	0,0396	0,0212	0,0393	0,0241	0,0543
	III	3	0,0956	0,1236	0,1261	0,1497	0,1256	0,1649
	III	4	0,0648	0,0970	0,0830	0,1101	0,0856	0,1307
	III	5	0,0582	0,0349	0,0661	0,0465	0,0784	0,0458
IV	5	0,0121	0,0155	0,0165	0,0194	0,0157	0,0206	
IV	6	0,0121	0,0155	0,0165	0,0194	0,0157	0,0206	
3	I	1	0,0221	0,0239	0,0270	0,0284	0,0295	0,0319
	I	2	0,0221	0,0239	0,0270	0,0284	0,0295	0,0319
	II	2	0,0554	0,0772	0,0682	0,0865	0,0737	0,1042
	II	3	0,0554	0,0772	0,0682	0,0865	0,0737	0,1042
	III	3	0,1049	0,1353	0,1423	0,1679	0,1371	0,1798
	III	4	0,1223	0,1573	0,1622	0,1916	0,1606	0,2096
	III	5	0,0174	0,0220	0,0199	0,0237	0,0235	0,0298
IV	5	0,0386	0,0715	0,0449	0,0726	0,0517	0,0979	
IV	6	0,0094	0,0047	0,0106	0,0066	0,0127	0,0061	
IV	7	0,0386	0,0668	0,0423	0,0660	0,0523	0,0918	
4	I	1	0,0152	0,0175	0,0209	0,0228	0,0198	0,0230
	I	2	0,0152	0,0175	0,0209	0,0228	0,0198	0,0230
	II	2	0,0328	0,0409	0,0358	0,0426	0,0445	0,0558
II	3	0,0328	0,0409	0,0358	0,0426	0,0445	0,0558	
6	I	1	0,0537	0,0626	0,0645	0,0720	0,0717	0,0842
	I	2	0,0537	0,0626	0,0645	0,0720	0,0717	0,0842
	II	2	0,0525	0,0528	0,0580	0,0582	0,0710	0,0714
	II	3	0,2929	0,0270	0,2612	0,0378	0,4074	0,0351
	II	4	0,3978	0,1886	0,3771	0,2013	0,5493	0,2563
	II	5	0,0525	0,0528	0,0580	0,0582	0,0710	0,0714
III	5	0,0537	0,0626	0,0645	0,0720	0,0717	0,0842	
III	6	0,0537	0,0626	0,0645	0,0720	0,0717	0,0842	
7	I	1	0,0082	0,0105	0,0099	0,0117	0,0110	0,0141
	I	2	0,0082	0,0105	0,0099	0,0117	0,0110	0,0141
8	I	1	0,0376	0,0462	0,0491	0,0563	0,0495	0,0615
	I	2	0,0374	0,0432	0,0472	0,0521	0,0495	0,0576
	I	3	0,0058	0,0030	0,0066	0,0042	0,0078	0,0039
9	I	1	0,0985	0,1462	0,1355	0,1757	0,1285	0,1953
	I	2	0,0985	0,1462	0,1355	0,1757	0,1285	0,1953
	II	2	0,1142	0,1633	0,1583	0,1995	0,1487	0,2175
	II	3	0,0342	0,0788	0,0428	0,0802	0,0454	0,1078
	III	4	0,0926	0,0880	0,1261	0,1222	0,1210	0,1146
	III	4	0,1517	0,1179	0,1924	0,1640	0,2007	0,1534
	III	5	0,0816	0,0995	0,0745	0,0894	0,1132	0,1382
	III	8	0,1622	0,2138	0,2072	0,2505	0,2144	0,2867
	IV	5	0,0435	0,0471	0,0438	0,0468	0,0596	0,0647
	IV	6	0,0435	0,0471	0,0438	0,0468	0,0596	0,0647
V	6	0,0165	0,0277	0,0224	0,0318	0,0216	0,0372	
V	7	0,0165	0,0277	0,0224	0,0318	0,0216	0,0372	
VI	8	0,0605	0,0807	0,0756	0,0926	0,0802	0,1085	
VI	9	0,0416	0,0456	0,0400	0,0434	0,0573	0,0629	
VI	10	0,0514	0,0351	0,0628	0,0492	0,0684	0,0457	
11	I	1	0,0725	0,0697	0,0999	0,0976	0,0945	0,0906
	I	2	0,0217	0,0278	0,0253	0,0304	0,0291	0,0376
	I	3	0,0886	0,0975	0,1205	0,1279	0,1158	0,1282
	II	3	0,0661	0,0984	0,0834	0,1105	0,0875	0,1328
	II	4	0,1031	0,1190	0,1260	0,1394	0,1373	0,1596
II	5	0,0370	0,0207	0,0427	0,0289	0,0497	0,0269	

## DIREÇÃO Y - Edifício Golden Club - Dezesseis Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0119	0,0155	0,0164	0,0194	0,0155	0,0205
	I	2	0,0119	0,0155	0,0164	0,0194	0,0155	0,0205
	II	2	0,0555	0,0621	0,0527	0,0582	0,0766	0,0858
	II	3	0,0555	0,0621	0,0527	0,0582	0,0766	0,0858
	III	3	0,1604	0,1285	0,1806	0,1538	0,2163	0,1718
	III	4	0,0778	0,0931	0,0939	0,1069	0,1038	0,1253
	III	5	0,0826	0,0354	0,0866	0,0469	0,1126	0,0465
IV	5	0,0237	0,0160	0,0263	0,0198	0,0321	0,0213	
IV	6	0,0237	0,0160	0,0263	0,0198	0,0321	0,0213	
3	I	1	0,0155	0,0190	0,0214	0,0243	0,0202	0,0251
	I	2	0,0155	0,0190	0,0214	0,0243	0,0202	0,0251
	II	2	0,0755	0,0889	0,0851	0,0964	0,1019	0,1206
	II	3	0,0755	0,0889	0,0851	0,0964	0,1019	0,1206
	III	3	0,1692	0,1471	0,1963	0,1778	0,2272	0,1962
	III	4	0,1091	0,1100	0,1511	0,1519	0,1421	0,1434
	III	5	0,0846	0,0634	0,0764	0,0585	0,1176	0,0879
	IV	5	0,0666	0,0731	0,0684	0,0739	0,0910	0,1000
IV	6	0,0144	0,0047	0,0147	0,0066	0,0197	0,0061	
IV	7	0,0522	0,0684	0,0537	0,0673	0,0713	0,0939	
4	I	1	0,0180	0,0192	0,0233	0,0243	0,0238	0,0255
	I	2	0,0180	0,0192	0,0233	0,0243	0,0238	0,0255
	II	2	0,0217	0,0290	0,0265	0,0326	0,0290	0,0391
II	3	0,0217	0,0290	0,0265	0,0326	0,0290	0,0391	
6	I	1	0,1197	0,0788	0,1200	0,0856	0,1641	0,1069
	I	2	0,1197	0,0788	0,1200	0,0856	0,1641	0,1069
	II	2	0,2995	0,0690	0,2655	0,0719	0,4168	0,0941
	II	3	0,0270	0,0270	0,0378	0,0378	0,0351	0,0351
	II	4	0,0767	0,0795	0,1074	0,1098	0,0997	0,1037
	II	5	0,2995	0,0675	0,2655	0,0706	0,4168	0,0920
	III	5	0,1197	0,0773	0,1200	0,0844	0,1641	0,1047
III	6	0,1197	0,0773	0,1200	0,0844	0,1641	0,1047	
7	I	1	0,0377	0,0290	0,0347	0,0273	0,0523	0,0400
	I	2	0,0377	0,0290	0,0347	0,0273	0,0523	0,0400
8	I	1	0,1204	0,0631	0,1186	0,0705	0,1654	0,0852
	I	2	0,0744	0,0601	0,0783	0,0663	0,1014	0,0813
	I	3	0,0459	0,0030	0,0403	0,0042	0,0640	0,0039
9	I	1	0,1503	0,1404	0,1791	0,1707	0,2010	0,1871
	I	2	0,1503	0,1404	0,1791	0,1707	0,2010	0,1871
	II	2	0,1946	0,1574	0,2259	0,1946	0,2614	0,2093
	II	3	0,0709	0,0441	0,0736	0,0511	0,0968	0,0593
	II	4	0,2154	0,1514	0,2292	0,1755	0,2929	0,2033
	III	4	0,2967	0,1812	0,3142	0,2173	0,4037	0,2421
	III	5	0,0223	0,0278	0,0247	0,0292	0,0302	0,0379
	III	8	0,3190	0,2090	0,3389	0,2465	0,4340	0,2800
	IV	5	0,0158	0,0193	0,0205	0,0235	0,0208	0,0258
	IV	6	0,0158	0,0193	0,0205	0,0235	0,0208	0,0258
V	6	0,0189	0,0192	0,0244	0,0246	0,0249	0,0254	
V	7	0,0189	0,0192	0,0244	0,0246	0,0249	0,0254	
VI	8	0,1763	0,0997	0,1729	0,1085	0,2424	0,1352	
VI	9	0,0585	0,0646	0,0542	0,0593	0,0809	0,0895	
VI	10	0,1179	0,0351	0,1187	0,0492	0,1615	0,0457	
11	I	1	0,0954	0,0697	0,1192	0,0976	0,1266	0,0906
	I	2	0,0667	0,0485	0,0631	0,0478	0,0921	0,0667
	I	3	0,1621	0,1182	0,1822	0,1454	0,2187	0,1573
	II	3	0,1624	0,0963	0,1643	0,1087	0,2224	0,1298
	II	4	0,1114	0,1170	0,1330	0,1377	0,1490	0,1567
II	5	0,0923	0,0207	0,0891	0,0289	0,1271	0,0269	

## A.8 Edifício Jardim Portugal - Quatro Pavimentos

DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Quatro Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0735	0,0742	0,0996	0,1001	0,0962	0,0971
	I	2	0,0735	0,0742	0,0996	0,1001	0,0962	0,0971
	II	2	0,0095	0,0155	0,0086	0,0136	0,0131	0,0215
	II	3	0,0678	0,0657	0,0857	0,0839	0,0897	0,0868
2	II	4	0,0606	0,0525	0,0804	0,0736	0,0796	0,0683
	I	1	0,0600	0,0563	0,0819	0,0788	0,0784	0,0732
	I	2	0,0600	0,0563	0,0819	0,0788	0,0784	0,0732
3	I	3	0,1126	0,1126	0,1576	0,1576	0,1464	0,1464
	I	1	0,0620	0,0617	0,0846	0,0843	0,0810	0,0805
	I	2	0,0082	0,0065	0,0105	0,0091	0,0108	0,0084
	I	3	0,0555	0,0552	0,0755	0,0752	0,0726	0,0721
4	II	3	0,1475	0,1500	0,2025	0,2046	0,1925	0,1959
	II	4	0,1475	0,1500	0,2025	0,2046	0,1925	0,1959
5	I	1	0,0008	0,0010	0,0008	0,0010	0,0011	0,0014
	I	2	0,0008	0,0010	0,0008	0,0010	0,0011	0,0014
	II	2	0,0436	0,0440	0,0608	0,0612	0,0567	0,0572
	II	3	0,0009	0,0013	0,0009	0,0013	0,0012	0,0018
6	II	4	0,0439	0,0439	0,0612	0,0612	0,0570	0,0570
	I	1	0,0666	0,0636	0,0855	0,0830	0,0879	0,0838
	I	2	0,0666	0,0636	0,0855	0,0830	0,0879	0,0838
	II	2	0,0990	0,0936	0,1296	0,1251	0,1303	0,1228
7	II	3	0,0968	0,0950	0,1285	0,1270	0,1271	0,1245
	II	4	0,0049	0,0013	0,0048	0,0019	0,0067	0,0017
	I	1	0,0660	0,0736	0,0915	0,0978	0,0860	0,0966
	I	2	0,0660	0,0736	0,0915	0,0978	0,0860	0,0966
	II	2	0,0637	0,0716	0,0884	0,0950	0,0830	0,0940
	II	3	0,0139	0,0104	0,0171	0,0142	0,0185	0,0135
	II	5	0,0581	0,0625	0,0782	0,0819	0,0761	0,0822
	III	3	0,0091	0,0100	0,0122	0,0129	0,0119	0,0131
	III	4	0,0091	0,0100	0,0122	0,0129	0,0119	0,0131
	IV	6	0,0173	0,0207	0,0237	0,0266	0,0225	0,0274
	IV	7	0,0173	0,0207	0,0237	0,0266	0,0225	0,0274
	V	5	0,0282	0,0311	0,0363	0,0388	0,0372	0,0413
V	6	0,0191	0,0218	0,0259	0,0282	0,0249	0,0288	
V	8	0,0091	0,0093	0,0104	0,0106	0,0122	0,0125	
V	8	0,0031	0,0034	0,0042	0,0045	0,0040	0,0045	
V	9	0,0031	0,0034	0,0042	0,0045	0,0040	0,0045	
8	I	1	0,0226	0,0222	0,0301	0,0298	0,0296	0,0290
	I	2	0,0226	0,0222	0,0301	0,0298	0,0296	0,0290
	II	2	0,0502	0,0525	0,0666	0,0686	0,0659	0,0692
	II	3	0,0502	0,0525	0,0666	0,0686	0,0659	0,0692
	III	3	0,0987	0,1027	0,1370	0,1403	0,1285	0,1341
	III	4	0,0987	0,1027	0,1370	0,1403	0,1285	0,1341
	IV	4	0,0942	0,1008	0,1309	0,1365	0,1227	0,1319
	IV	5	0,0942	0,1008	0,1309	0,1365	0,1227	0,1319
V	5	0,0873	0,0921	0,1202	0,1243	0,1138	0,1206	
V	6	0,1042	0,1049	0,1422	0,1428	0,1362	0,1370	
V	7	0,0240	0,0295	0,0279	0,0325	0,0322	0,0399	
9	I	1	0,0130	0,0074	0,0125	0,0078	0,0179	0,0101
	I	2	0,0130	0,0074	0,0125	0,0078	0,0179	0,0101
	II	2	0,0780	0,0700	0,0982	0,0915	0,1034	0,0922
II	3	0,0780	0,0700	0,0982	0,0915	0,1034	0,0922	

**DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Quatro Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0330	0,0327	0,0461	0,0458	0,0430	0,0426
	I	2	0,0285	0,0298	0,0396	0,0406	0,0372	0,0389
	I	3	0,0610	0,0625	0,0852	0,0865	0,0793	0,0814
	II	3	0,1079	0,0932	0,1418	0,1294	0,1419	0,1213
	II	4	0,0359	0,0279	0,0458	0,0391	0,0475	0,0363
	II	5	0,0689	0,0459	0,0735	0,0542	0,0937	0,0615
	II	6	0,1079	0,0932	0,1418	0,1294	0,1419	0,1213
	III	6	0,0610	0,0625	0,0852	0,0865	0,0793	0,0814
	III	7	0,0285	0,0298	0,0396	0,0406	0,0372	0,0389
	III	8	0,0330	0,0327	0,0461	0,0458	0,0430	0,0426
IV	5	0,0259	0,0182	0,0285	0,0221	0,0350	0,0243	
IV	9	0,0129	0,0060	0,0143	0,0085	0,0175	0,0079	
IV	10	0,0129	0,0060	0,0143	0,0085	0,0175	0,0079	

**DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Quatro Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0748	0,0754	0,1007	0,1012	0,0980	0,0988
	I	2	0,0748	0,0754	0,1007	0,1012	0,0980	0,0988
	II	2	0,0125	0,0081	0,0111	0,0074	0,0174	0,0112
	II	3	0,0562	0,0582	0,0760	0,0777	0,0736	0,0764
2	II	4	0,0590	0,0525	0,0790	0,0736	0,0773	0,0683
	I	1	0,0601	0,0563	0,0820	0,0788	0,0784	0,0732
	I	2	0,0601	0,0563	0,0820	0,0788	0,0784	0,0732
3	I	3	0,1201	0,1208	0,1639	0,1645	0,1569	0,1578
	I	1	0,0637	0,0659	0,0860	0,0879	0,0833	0,0865
	I	2	0,0089	0,0065	0,0111	0,0091	0,0119	0,0084
	I	3	0,0597	0,0595	0,0790	0,0788	0,0784	0,0781
4	II	3	0,1468	0,1478	0,2019	0,2028	0,1915	0,1929
	II	4	0,1468	0,1478	0,2019	0,2028	0,1915	0,1929
	I	1	0,0076	0,0019	0,0066	0,0017	0,0106	0,0026
	I	2	0,0076	0,0019	0,0066	0,0017	0,0106	0,0026
5	II	2	0,0727	0,0448	0,0853	0,0619	0,0975	0,0584
	II	3	0,0051	0,0016	0,0044	0,0015	0,0071	0,0022
	II	4	0,0778	0,0464	0,0897	0,0634	0,1046	0,0606
	I	1	0,0547	0,0565	0,0755	0,0771	0,0713	0,0739
6	I	2	0,0547	0,0565	0,0755	0,0771	0,0713	0,0739
	II	2	0,0850	0,0877	0,1179	0,1201	0,1107	0,1145
	II	3	0,0868	0,0890	0,1202	0,1220	0,1132	0,1162
	II	4	0,0019	0,0013	0,0023	0,0019	0,0025	0,0017
6	I	1	0,0683	0,0693	0,0933	0,0942	0,0892	0,0906
	I	2	0,0683	0,0693	0,0933	0,0942	0,0892	0,0906
	II	2	0,0675	0,0673	0,0915	0,0913	0,0883	0,0879
	II	3	0,0178	0,0166	0,0204	0,0194	0,0239	0,0222
	II	5	0,0553	0,0543	0,0758	0,0750	0,0721	0,0708
	III	3	0,0120	0,0115	0,0146	0,0142	0,0159	0,0153
	III	4	0,0120	0,0115	0,0146	0,0142	0,0159	0,0153
	IV	6	0,0195	0,0197	0,0256	0,0257	0,0257	0,0259
	IV	7	0,0195	0,0197	0,0256	0,0257	0,0257	0,0259
	V	5	0,0250	0,0250	0,0336	0,0336	0,0328	0,0327
	V	6	0,0217	0,0208	0,0281	0,0273	0,0287	0,0273
	V	8	0,0116	0,0106	0,0125	0,0116	0,0157	0,0143
VI	8	0,0046	0,0044	0,0054	0,0053	0,0061	0,0059	
VI	9	0,0046	0,0044	0,0054	0,0053	0,0061	0,0059	

## DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Quatro Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
7	I	1	0,0200	0,0245	0,0280	0,0317	0,0260	0,0323
	I	2	0,0200	0,0245	0,0280	0,0317	0,0260	0,0323
	II	2	0,0457	0,0477	0,0628	0,0646	0,0596	0,0625
	II	3	0,0457	0,0477	0,0628	0,0646	0,0596	0,0625
	III	3	0,0983	0,1007	0,1366	0,1386	0,1279	0,1313
	III	4	0,0983	0,1007	0,1366	0,1386	0,1279	0,1313
	IV	4	0,0950	0,0974	0,1316	0,1336	0,1238	0,1271
	IV	5	0,0950	0,0974	0,1316	0,1336	0,1238	0,1271
	V	5	0,0878	0,0887	0,1206	0,1214	0,1145	0,1158
V	6	0,1033	0,1050	0,1415	0,1429	0,1349	0,1372	
V	7	0,0156	0,0163	0,0209	0,0215	0,0204	0,0215	
8	I	1	0,0031	0,0033	0,0041	0,0043	0,0040	0,0043
	I	2	0,0031	0,0033	0,0041	0,0043	0,0040	0,0043
	II	2	0,0622	0,0636	0,0849	0,0861	0,0813	0,0832
	II	3	0,0622	0,0636	0,0849	0,0861	0,0813	0,0832
9	I	1	0,0461	0,0327	0,0571	0,0458	0,0613	0,0426
	I	2	0,0296	0,0293	0,0405	0,0402	0,0387	0,0382
	I	3	0,0757	0,0620	0,0976	0,0860	0,0999	0,0807
	II	3	0,1085	0,0927	0,1423	0,1290	0,1427	0,1206
	II	4	0,0279	0,0279	0,0391	0,0391	0,0363	0,0363
	II	5	0,0279	0,0279	0,0391	0,0391	0,0363	0,0363
	II	6	0,1085	0,0927	0,1423	0,1290	0,1427	0,1206
	III	6	0,0757	0,0620	0,0976	0,0860	0,0999	0,0807
	III	7	0,0296	0,0293	0,0405	0,0402	0,0387	0,0382
	III	8	0,0461	0,0327	0,0571	0,0458	0,0613	0,0426
IV	5	0,0121	0,0121	0,0169	0,0169	0,0157	0,0157	
IV	9	0,0062	0,0060	0,0086	0,0085	0,0080	0,0079	
IV	10	0,0062	0,0060	0,0086	0,0085	0,0080	0,0079	

## A.9 Edifício Jardim Portugal - Oito Pavimentos

## DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Oito Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0816	0,0828	0,1063	0,1074	0,1074	0,1092
	I	2	0,0816	0,0828	0,1063	0,1074	0,1074	0,1092
	II	2	0,0207	0,0369	0,0181	0,0316	0,0289	0,0515
	II	3	0,0900	0,0871	0,1044	0,1019	0,1208	0,1168
2	IV	4	0,0716	0,0525	0,0896	0,0736	0,0950	0,0683
	I	1	0,0650	0,0563	0,0861	0,0788	0,0853	0,0732
	I	2	0,0650	0,0563	0,0861	0,0788	0,0853	0,0732
3	I	3	0,1126	0,1666	0,1576	0,2030	0,1464	0,2220
	I	1	0,0673	0,0650	0,0891	0,0871	0,0885	0,0851
	I	2	0,0105	0,0065	0,0125	0,0091	0,0141	0,0084
	I	3	0,0609	0,0585	0,0800	0,0780	0,0800	0,0767
	II	3	0,1573	0,1642	0,2107	0,2165	0,2062	0,2159
4	II	4	0,1573	0,1642	0,2107	0,2165	0,2062	0,2159
	I	1	0,0015	0,0020	0,0014	0,0018	0,0021	0,0027
	I	2	0,0015	0,0020	0,0014	0,0018	0,0021	0,0027
	II	2	0,0440	0,0449	0,0612	0,0620	0,0572	0,0586
4	II	3	0,0017	0,0026	0,0016	0,0024	0,0024	0,0037
	II	4	0,0443	0,0442	0,0616	0,0615	0,0576	0,0575

**DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Oito Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
5	I	1	0,0853	0,0827	0,1012	0,0991	0,1141	0,1105
		2	0,0853	0,0827	0,1012	0,0991	0,1141	0,1105
	II	2	0,1207	0,1116	0,1478	0,1402	0,1606	0,1479
		3	0,1137	0,1129	0,1427	0,1421	0,1507	0,1496
	II	4	0,0096	0,0013	0,0089	0,0019	0,0134	0,0017
6	I	1	0,0685	0,0874	0,0935	0,1094	0,0895	0,1159
		2	0,0685	0,0874	0,0935	0,1094	0,0895	0,1159
	II	2	0,0657	0,0854	0,0900	0,1066	0,0858	0,1133
		3	0,0195	0,0135	0,0218	0,0168	0,0263	0,0179
	II	5	0,0657	0,0794	0,0846	0,0961	0,0868	0,1059
	III	3	0,0103	0,0125	0,0132	0,0150	0,0136	0,0166
		4	0,0103	0,0125	0,0132	0,0150	0,0136	0,0166
	IV	6	0,0183	0,0271	0,0246	0,0320	0,0240	0,0362
		7	0,0183	0,0271	0,0246	0,0320	0,0240	0,0362
	V	5	0,0358	0,0462	0,0427	0,0514	0,0479	0,0624
		6	0,0211	0,0282	0,0276	0,0335	0,0278	0,0377
	V	8	0,0147	0,0180	0,0151	0,0179	0,0201	0,0247
		8	0,0034	0,0044	0,0044	0,0053	0,0044	0,0058
VI	9	0,0034	0,0044	0,0044	0,0053	0,0044	0,0058	
7	I	1	0,0262	0,0260	0,0331	0,0330	0,0346	0,0344
		2	0,0262	0,0260	0,0331	0,0330	0,0346	0,0344
	II	2	0,0590	0,0679	0,0740	0,0815	0,0782	0,0907
		3	0,0590	0,0679	0,0740	0,0815	0,0782	0,0907
	III	3	0,1017	0,1157	0,1395	0,1513	0,1327	0,1524
		4	0,1017	0,1157	0,1395	0,1513	0,1327	0,1524
	IV	4	0,0967	0,1162	0,1330	0,1494	0,1261	0,1535
		5	0,0967	0,1162	0,1330	0,1494	0,1261	0,1535
	V	5	0,0921	0,1075	0,1242	0,1372	0,1205	0,1422
		6	0,1132	0,1133	0,1497	0,1498	0,1487	0,1488
V	7	0,0377	0,0533	0,0395	0,0526	0,0514	0,0732	
8	I	1	0,0268	0,0154	0,0241	0,0145	0,0373	0,0212
		2	0,0268	0,0154	0,0241	0,0145	0,0373	0,0212
	II	2	0,1047	0,0926	0,1206	0,1105	0,1408	0,1239
3		0,1047	0,0926	0,1206	0,1105	0,1408	0,1239	
9	I	1	0,0335	0,0327	0,0464	0,0458	0,0436	0,0426
		2	0,0294	0,0329	0,0403	0,0433	0,0383	0,0433
	I	3	0,0614	0,0657	0,0855	0,0891	0,0799	0,0858
		3	0,1302	0,0963	0,1605	0,1321	0,1732	0,1258
	II	4	0,0468	0,0279	0,0550	0,0391	0,0627	0,0363
		5	0,1245	0,0807	0,1202	0,0835	0,1715	0,1102
	II	6	0,1302	0,0963	0,1605	0,1321	0,1732	0,1258
		6	0,0614	0,0657	0,0855	0,0891	0,0799	0,0858
	III	7	0,0294	0,0329	0,0403	0,0433	0,0383	0,0433
		8	0,0335	0,0327	0,0464	0,0458	0,0436	0,0426
IV	5	0,0446	0,0287	0,0442	0,0309	0,0612	0,0390	
	9	0,0223	0,0060	0,0221	0,0085	0,0306	0,0079	
IV	10	0,0223	0,0060	0,0221	0,0085	0,0306	0,0079	

**DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Oito Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0845	0,0890	0,1088	0,1126	0,1115	0,1178
		2	0,0845	0,0890	0,1088	0,1126	0,1115	0,1178
	II	2	0,0275	0,0201	0,0238	0,0176	0,0385	0,0281
		3	0,0627	0,0703	0,0814	0,0878	0,0827	0,0933
	II	4	0,0676	0,0525	0,0862	0,0736	0,0894	0,0683

## DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Oito Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
2	I	1	0,0651	0,0563	0,0862	0,0788	0,0854	0,0732
	I	2	0,0651	0,0563	0,0862	0,0788	0,0854	0,0732
	I	3	0,1301	0,1319	0,1724	0,1739	0,1709	0,1734
3	I	1	0,0711	0,0782	0,0923	0,0982	0,0938	0,1037
	I	2	0,0122	0,0065	0,0139	0,0091	0,0165	0,0084
	I	3	0,0704	0,0718	0,0880	0,0892	0,0934	0,0953
	II	3	0,1555	0,1605	0,2092	0,2134	0,2037	0,2107
	II	4	0,1555	0,1605	0,2092	0,2134	0,2037	0,2107
4	I	1	0,0174	0,0055	0,0148	0,0048	0,0243	0,0076
	I	2	0,0174	0,0055	0,0148	0,0048	0,0243	0,0076
	II	2	0,1120	0,0484	0,1183	0,0649	0,1524	0,0635
	II	3	0,0115	0,0037	0,0098	0,0032	0,0161	0,0051
	II	4	0,1234	0,0521	0,1281	0,0681	0,1685	0,0686
5	I	1	0,0572	0,0612	0,0776	0,0810	0,0748	0,0804
	I	2	0,0572	0,0612	0,0776	0,0810	0,0748	0,0804
	II	2	0,0877	0,0937	0,1201	0,1251	0,1144	0,1228
	II	3	0,0902	0,0950	0,1230	0,1270	0,1179	0,1246
	II	4	0,0026	0,0013	0,0029	0,0019	0,0034	0,0017
6	I	1	0,0737	0,0770	0,0979	0,1007	0,0967	0,1014
	I	2	0,0737	0,0770	0,0979	0,1007	0,0967	0,1014
	II	2	0,0745	0,0750	0,0974	0,0978	0,0981	0,0988
	II	3	0,0285	0,0264	0,0294	0,0277	0,0389	0,0360
	II	5	0,0590	0,0564	0,0789	0,0768	0,0773	0,0737
	III	3	0,0170	0,0165	0,0189	0,0184	0,0230	0,0223
	III	4	0,0170	0,0165	0,0189	0,0184	0,0230	0,0223
	IV	6	0,0236	0,0242	0,0290	0,0295	0,0313	0,0322
	IV	7	0,0236	0,0242	0,0290	0,0295	0,0313	0,0322
	V	5	0,0283	0,0281	0,0364	0,0362	0,0374	0,0371
	V	6	0,0273	0,0253	0,0328	0,0311	0,0364	0,0337
	V	8	0,0204	0,0182	0,0199	0,0181	0,0281	0,0250
VI	8	0,0068	0,0069	0,0073	0,0074	0,0093	0,0093	
VI	9	0,0068	0,0069	0,0073	0,0074	0,0093	0,0093	
7	I	1	0,0202	0,0201	0,0281	0,0281	0,0262	0,0262
	I	2	0,0202	0,0201	0,0281	0,0281	0,0262	0,0262
	II	2	0,0484	0,0547	0,0651	0,0704	0,0634	0,0723
	II	3	0,0484	0,0547	0,0651	0,0704	0,0634	0,0723
	III	3	0,1006	0,1087	0,1385	0,1453	0,1312	0,1425
	III	4	0,1006	0,1087	0,1385	0,1453	0,1312	0,1425
	IV	4	0,0985	0,1063	0,1345	0,1411	0,1286	0,1396
	IV	5	0,0985	0,1063	0,1345	0,1411	0,1286	0,1396
V	5	0,0931	0,0976	0,1251	0,1289	0,1219	0,1283	
V	6	0,1109	0,1163	0,1478	0,1524	0,1455	0,1530	
V	7	0,0178	0,0187	0,0228	0,0235	0,0236	0,0247	
8	I	1	0,0034	0,0037	0,0044	0,0047	0,0044	0,0049
	I	2	0,0034	0,0037	0,0044	0,0047	0,0044	0,0049
	II	2	0,0675	0,0722	0,0893	0,0933	0,0886	0,0953
	II	3	0,0675	0,0722	0,0893	0,0933	0,0886	0,0953
9	I	1	0,0640	0,0327	0,0721	0,0458	0,0863	0,0426
	I	2	0,0319	0,0314	0,0424	0,0420	0,0418	0,0411
	I	3	0,0958	0,0641	0,1144	0,0878	0,1281	0,0837
	II	3	0,1313	0,0948	0,1614	0,1308	0,1747	0,1236
	II	4	0,0279	0,0279	0,0391	0,0391	0,0363	0,0363
	II	5	0,0279	0,0279	0,0391	0,0391	0,0363	0,0363
	II	6	0,1313	0,0948	0,1614	0,1308	0,1747	0,1236
	III	6	0,0958	0,0641	0,1144	0,0878	0,1281	0,0837
	III	7	0,0319	0,0314	0,0424	0,0420	0,0418	0,0411
	III	8	0,0640	0,0327	0,0721	0,0458	0,0863	0,0426
IV	5	0,0121	0,0121	0,0169	0,0169	0,0157	0,0157	
IV	9	0,0063	0,0060	0,0087	0,0085	0,0083	0,0079	
IV	10	0,0063	0,0060	0,0087	0,0085	0,0083	0,0079	



## A.10 Edifício Jardim Portugal - Doze Pavimentos

DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Doze Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_h < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0910	0,0929	0,1143	0,1159	0,1207	0,1233
	I	2	0,0910	0,0929	0,1143	0,1159	0,1207	0,1233
	II	2	0,0339	0,0617	0,0292	0,0525	0,0474	0,0863
	II	3	0,1161	0,1119	0,1263	0,1228	0,1574	0,1516
2	II	4	0,0845	0,0525	0,1004	0,0736	0,1131	0,0683
	I	1	0,0709	0,0563	0,0911	0,0788	0,0936	0,0732
	I	2	0,0709	0,0563	0,0911	0,0788	0,0936	0,0732
3	I	3	0,1126	0,1126	0,1576	0,1577	0,1464	0,1464
	I	1	0,0736	0,0693	0,0943	0,0907	0,0972	0,0912
	I	2	0,0133	0,0065	0,0148	0,0091	0,0179	0,0084
	I	3	0,0671	0,0628	0,0853	0,0817	0,0888	0,0828
4	II	3	0,1688	0,1810	0,2204	0,2306	0,2223	0,2394
	II	4	0,1688	0,1810	0,2204	0,2306	0,2223	0,2394
	I	1	0,0024	0,0031	0,0021	0,0028	0,0033	0,0044
	I	2	0,0024	0,0031	0,0021	0,0028	0,0033	0,0044
5	II	2	0,0445	0,0461	0,0616	0,0630	0,0579	0,0602
	II	3	0,0027	0,0042	0,0025	0,0037	0,0038	0,0059
	II	4	0,0448	0,0446	0,0620	0,0619	0,0583	0,0581
	I	1	0,1072	0,1024	0,1196	0,1156	0,1448	0,1381
6	I	2	0,1072	0,1024	0,1196	0,1156	0,1448	0,1381
	II	2	0,1462	0,1319	0,1693	0,1572	0,1964	0,1763
	II	3	0,1336	0,1332	0,1594	0,1591	0,1786	0,1781
	II	4	0,0153	0,0013	0,0136	0,0019	0,0213	0,0017
7	I	1	0,0714	0,1036	0,0960	0,1230	0,0936	0,1386
	I	2	0,0714	0,1036	0,0960	0,1230	0,0936	0,1386
	II	2	0,0681	0,1016	0,0920	0,1202	0,0891	0,1360
	II	3	0,0261	0,0173	0,0274	0,0199	0,0356	0,0232
	II	5	0,0747	0,0994	0,0922	0,1129	0,0994	0,1339
	III	3	0,0118	0,0157	0,0145	0,0178	0,0157	0,0212
	III	4	0,0118	0,0157	0,0145	0,0178	0,0157	0,0212
	IV	6	0,0195	0,0346	0,0256	0,0383	0,0257	0,0467
	IV	7	0,0195	0,0346	0,0256	0,0383	0,0257	0,0467
	V	5	0,0448	0,0639	0,0502	0,0663	0,0604	0,0871
	V	6	0,0234	0,0357	0,0295	0,0398	0,0311	0,0482
	V	8	0,0213	0,0282	0,0207	0,0264	0,0294	0,0390
8	VI	8	0,0037	0,0055	0,0047	0,0062	0,0049	0,0074
	VI	9	0,0037	0,0055	0,0047	0,0062	0,0049	0,0074
	I	1	0,0304	0,0288	0,0367	0,0354	0,0405	0,0384
	I	2	0,0304	0,0288	0,0367	0,0354	0,0405	0,0384
	II	2	0,0693	0,0867	0,0827	0,0973	0,0927	0,1170
	II	3	0,0693	0,0867	0,0827	0,0973	0,0927	0,1170
	III	3	0,1052	0,1323	0,1424	0,1652	0,1376	0,1756
	III	4	0,1052	0,1323	0,1424	0,1652	0,1376	0,1756
	IV	4	0,0995	0,1360	0,1354	0,1660	0,1301	0,1811
9	IV	5	0,0995	0,1360	0,1354	0,1660	0,1301	0,1811
	V	5	0,0977	0,1273	0,1290	0,1538	0,1284	0,1698
	V	6	0,1237	0,1221	0,1586	0,1573	0,1634	0,1612
	V	7	0,0538	0,0818	0,0530	0,0765	0,0740	0,1132
	I	1	0,0431	0,0240	0,0378	0,0217	0,0600	0,0333
	I	2	0,0431	0,0240	0,0378	0,0217	0,0600	0,0333
	II	2	0,1361	0,1193	0,1470	0,1329	0,1848	0,1612
II	3	0,1361	0,1193	0,1470	0,1329	0,1848	0,1612	

**DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Doze Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_h < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0340	0,0327	0,0469	0,0458	0,0443	0,0426
	I	2	0,0304	0,0367	0,0411	0,0464	0,0397	0,0485
	I	3	0,0619	0,0694	0,0859	0,0923	0,0806	0,0911
	II	3	0,1565	0,1001	0,1826	0,1352	0,2100	0,1310
	II	4	0,0596	0,0279	0,0657	0,0391	0,0806	0,0363
	II	5	0,1900	0,1225	0,1752	0,1186	0,2631	0,1688
	II	6	0,1565	0,1001	0,1826	0,1352	0,2100	0,1310
	III	6	0,0619	0,0694	0,0859	0,0923	0,0806	0,0911
	III	7	0,0304	0,0367	0,0411	0,0464	0,0397	0,0485
	III	8	0,0340	0,0327	0,0469	0,0458	0,0443	0,0426
IV	5	0,0666	0,0411	0,0627	0,0413	0,0920	0,0563	
IV	9	0,0333	0,0060	0,0314	0,0085	0,0460	0,0079	
IV	10	0,0333	0,0060	0,0314	0,0085	0,0460	0,0079	

**DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Doze Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_h < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0959	0,1044	0,1184	0,1256	0,1274	0,1395
	I	2	0,0959	0,1044	0,1184	0,1256	0,1274	0,1395
	II	2	0,0453	0,0340	0,0387	0,0292	0,0633	0,0475
	II	3	0,0703	0,0842	0,0878	0,0995	0,0933	0,1128
2	II	4	0,0777	0,0525	0,0947	0,0736	0,1035	0,0683
	I	1	0,0709	0,0563	0,0911	0,0788	0,0937	0,0732
	I	2	0,0709	0,0563	0,0911	0,0788	0,0937	0,0732
3	I	3	0,1419	0,1448	0,1822	0,1847	0,1874	0,1915
	I	1	0,0799	0,0923	0,0996	0,1100	0,1061	0,1234
	I	2	0,0161	0,0065	0,0171	0,0091	0,0219	0,0084
	I	3	0,0831	0,0858	0,0987	0,1010	0,1111	0,1150
4	II	3	0,1657	0,1748	0,2178	0,2254	0,2180	0,2306
	II	4	0,1657	0,1748	0,2178	0,2254	0,2180	0,2306
	I	1	0,0289	0,0097	0,0244	0,0083	0,0404	0,0136
	I	2	0,0289	0,0097	0,0244	0,0083	0,0404	0,0136
5	II	2	0,1582	0,0527	0,1571	0,0685	0,2171	0,0694
	II	3	0,0190	0,0066	0,0161	0,0057	0,0266	0,0092
	II	4	0,1772	0,0593	0,1732	0,0742	0,2437	0,0787
	I	1	0,0602	0,0668	0,0801	0,0857	0,0790	0,0882
6	I	2	0,0602	0,0668	0,0801	0,0857	0,0790	0,0882
	II	2	0,0908	0,1008	0,1228	0,1311	0,1189	0,1328
	II	3	0,0942	0,1021	0,1263	0,1330	0,1235	0,1345
	II	4	0,0034	0,0013	0,0036	0,0019	0,0046	0,0017
6	I	1	0,0800	0,0855	0,1032	0,1078	0,1056	0,1133
	I	2	0,0800	0,0855	0,1032	0,1078	0,1056	0,1133
	II	2	0,0828	0,0835	0,1044	0,1050	0,1096	0,1107
	II	3	0,0411	0,0377	0,0400	0,0371	0,0565	0,0518
	II	5	0,0633	0,0592	0,0826	0,0791	0,0834	0,0776
	III	3	0,0230	0,0221	0,0239	0,0231	0,0314	0,0301
	III	4	0,0230	0,0221	0,0239	0,0231	0,0314	0,0301
	IV	6	0,0283	0,0293	0,0330	0,0338	0,0380	0,0393
	IV	7	0,0283	0,0293	0,0330	0,0338	0,0380	0,0393
	V	5	0,0322	0,0317	0,0397	0,0393	0,0429	0,0421
	V	6	0,0338	0,0304	0,0382	0,0354	0,0456	0,0408
	V	8	0,0308	0,0269	0,0287	0,0254	0,0427	0,0372
VI	8	0,0095	0,0094	0,0096	0,0095	0,0130	0,0129	
VI	9	0,0095	0,0094	0,0096	0,0095	0,0130	0,0129	

**DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Doze Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
7	I	1	0,0203	0,0200	0,0282	0,0280	0,0264	0,0261
	I	2	0,0203	0,0200	0,0282	0,0280	0,0264	0,0261
	II	2	0,0515	0,0634	0,0677	0,0777	0,0678	0,0844
	II	3	0,0515	0,0634	0,0677	0,0777	0,0678	0,0844
	III	3	0,1033	0,1186	0,1408	0,1537	0,1350	0,1564
	III	4	0,1033	0,1186	0,1408	0,1537	0,1350	0,1564
	IV	4	0,1025	0,1174	0,1379	0,1504	0,1343	0,1551
	IV	5	0,1025	0,1174	0,1379	0,1504	0,1343	0,1551
	V	5	0,0993	0,1087	0,1304	0,1382	0,1307	0,1438
V	6	0,1198	0,1297	0,1553	0,1636	0,1580	0,1718	
V	7	0,0205	0,0210	0,0250	0,0254	0,0273	0,0280	
8	I	1	0,0038	0,0041	0,0047	0,0051	0,0050	0,0055
	I	2	0,0038	0,0041	0,0047	0,0051	0,0050	0,0055
	II	2	0,0736	0,0823	0,0945	0,1017	0,0972	0,1093
	II	3	0,0736	0,0823	0,0945	0,1017	0,0972	0,1093
9	I	1	0,0849	0,0327	0,0897	0,0458	0,1157	0,0426
	I	2	0,0345	0,0336	0,0446	0,0439	0,0455	0,0443
	I	3	0,1194	0,0663	0,1343	0,0897	0,1612	0,0868
	II	3	0,1581	0,0970	0,1840	0,1327	0,2122	0,1267
	II	4	0,0279	0,0279	0,0391	0,0391	0,0363	0,0363
	II	5	0,0279	0,0280	0,0391	0,0391	0,0363	0,0363
	II	6	0,1581	0,0970	0,1840	0,1327	0,2122	0,1267
	III	6	0,1194	0,0663	0,1343	0,0897	0,1612	0,0868
	III	7	0,0345	0,0336	0,0446	0,0439	0,0455	0,0443
	III	8	0,0849	0,0327	0,0897	0,0458	0,1157	0,0426
IV	5	0,0121	0,0121	0,0169	0,0169	0,0157	0,0157	
IV	9	0,0065	0,0060	0,0089	0,0085	0,0085	0,0079	
IV	10	0,0065	0,0060	0,0089	0,0085	0,0085	0,0079	

**A.11 Edifício Jardim Portugal - Dezesesseis Pavimentos****DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Dezesesseis Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,1015	0,1051	0,1231	0,1261	0,1353	0,1403
	I	2	0,1015	0,1051	0,1231	0,1261	0,1353	0,1403
	II	2	0,0485	0,0893	0,0414	0,0757	0,0678	0,1249
	II	3	0,1450	0,1395	0,1505	0,1460	0,1978	0,1902
	II	4	0,0988	0,0525	0,1124	0,0736	0,1330	0,0683
2	I	1	0,0774	0,0563	0,0965	0,0788	0,1027	0,0732
	I	2	0,0774	0,0563	0,0965	0,0788	0,1027	0,0732
	I	3	0,1126	0,1126	0,1576	0,1577	0,1464	0,1464
3	I	1	0,0805	0,0757	0,1002	0,0961	0,1069	0,1001
	I	2	0,0163	0,0065	0,0173	0,0091	0,0222	0,0084
	I	3	0,0740	0,0692	0,0911	0,0870	0,0985	0,0917
	II	3	0,1815	0,1997	0,2310	0,2464	0,2400	0,2656
II	4	0,1815	0,1997	0,2310	0,2464	0,2400	0,2656	
4	I	1	0,0033	0,0045	0,0029	0,0040	0,0045	0,0063
	I	2	0,0033	0,0045	0,0029	0,0040	0,0045	0,0063
	II	2	0,0450	0,0475	0,0620	0,0641	0,0587	0,0622
	II	3	0,0038	0,0062	0,0034	0,0054	0,0053	0,0087
II	4	0,0453	0,0453	0,0624	0,0624	0,0591	0,0590	

## DIREÇÃO X – Edifício Jardim Portugal - Dezesesseis Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
5	I	1	0,1315	0,1238	0,1400	0,1335	0,1788	0,1680
	I	2	0,1315	0,1238	0,1400	0,1335	0,1788	0,1680
	II	2	0,1743	0,1529	0,1929	0,1749	0,2358	0,2057
	II	3	0,1555	0,1542	0,1778	0,1768	0,2093	0,2075
	II	4	0,0215	0,0013	0,0188	0,0019	0,0300	0,0017
6	I	1	0,0746	0,1216	0,0986	0,1381	0,0980	0,1638
	I	2	0,0746	0,1216	0,0986	0,1381	0,0980	0,1638
	II	2	0,0707	0,1196	0,0942	0,1353	0,0927	0,1612
	II	3	0,0334	0,0196	0,0335	0,0219	0,0458	0,0265
	II	5	0,0846	0,1198	0,1005	0,1300	0,1132	0,1624
	III	3	0,0134	0,0193	0,0158	0,0208	0,0179	0,0263
	III	4	0,0134	0,0193	0,0158	0,0208	0,0179	0,0263
	IV	6	0,0209	0,0427	0,0268	0,0451	0,0276	0,0581
	IV	7	0,0209	0,0427	0,0268	0,0451	0,0276	0,0581
	V	5	0,0547	0,0816	0,0585	0,0812	0,0743	0,1120
	V	6	0,0260	0,0438	0,0317	0,0467	0,0347	0,0596
	V	8	0,0286	0,0378	0,0268	0,0345	0,0396	0,0524
VI	8	0,0041	0,0067	0,0050	0,0073	0,0054	0,0091	
VI	9	0,0041	0,0067	0,0050	0,0073	0,0054	0,0091	
7	I	1	0,0350	0,0352	0,0406	0,0408	0,0470	0,0473
	I	2	0,0350	0,0352	0,0406	0,0408	0,0470	0,0473
	II	2	0,0807	0,1063	0,0923	0,1137	0,1087	0,1444
	II	3	0,0807	0,1063	0,0923	0,1137	0,1087	0,1444
	III	3	0,1090	0,1470	0,1456	0,1775	0,1430	0,1961
	III	4	0,1090	0,1470	0,1456	0,1775	0,1430	0,1961
	IV	4	0,1026	0,1549	0,1380	0,1819	0,1345	0,2076
	IV	5	0,1026	0,1549	0,1380	0,1819	0,1345	0,2076
	V	5	0,1039	0,1462	0,1342	0,1697	0,1371	0,1963
V	6	0,1352	0,1340	0,1683	0,1672	0,1796	0,1778	
V	7	0,0716	0,1127	0,0680	0,1024	0,0989	0,1564	
8	I	1	0,0610	0,0333	0,0528	0,0295	0,0851	0,0463
	I	2	0,0610	0,0333	0,0528	0,0295	0,0851	0,0463
	II	2	0,1708	0,1458	0,1761	0,1551	0,2333	0,1983
II	3	0,1708	0,1458	0,1761	0,1551	0,2333	0,1983	
9	I	1	0,0345	0,0327	0,0473	0,0458	0,0450	0,0426
	I	2	0,0314	0,0405	0,0420	0,0496	0,0412	0,0538
	I	3	0,0624	0,0732	0,0864	0,0954	0,0813	0,0964
	II	3	0,1855	0,1039	0,2070	0,1384	0,2506	0,1363
	II	4	0,0737	0,0279	0,0775	0,0391	0,1004	0,0363
	II	5	0,2621	0,1640	0,2358	0,1534	0,3641	0,2268
	II	6	0,1855	0,1039	0,2070	0,1384	0,2506	0,1363
	III	6	0,0624	0,0732	0,0864	0,0954	0,0813	0,0964
	III	7	0,0314	0,0405	0,0420	0,0496	0,0412	0,0538
	III	8	0,0345	0,0327	0,0473	0,0458	0,0450	0,0426
IV	5	0,0908	0,0539	0,0831	0,0521	0,1260	0,0743	
IV	9	0,0454	0,0060	0,0415	0,0085	0,0630	0,0079	
IV	10	0,0454	0,0060	0,0415	0,0085	0,0630	0,0079	

## DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Dezesesseis Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,1085	0,1208	0,1290	0,1393	0,1452	0,1624
	I	2	0,1085	0,1208	0,1290	0,1393	0,1452	0,1624
	II	2	0,0651	0,0486	0,0553	0,0415	0,0910	0,0680
	II	3	0,0788	0,0988	0,0950	0,1118	0,1052	0,1332
II	4	0,0890	0,0525	0,1042	0,0736	0,1193	0,0683	

**DIREÇÃO Y – Edifício Jardim Portugal - Dezesesseis Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
2	I	1	0,0775	0,0563	0,0966	0,0788	0,1029	0,0732
	I	2	0,0775	0,0563	0,0966	0,0788	0,1029	0,0732
	I	3	0,1550	0,1603	0,1933	0,1977	0,2057	0,2131
3	I	1	0,0897	0,1079	0,1079	0,1232	0,1198	0,1453
	I	2	0,0204	0,0065	0,0208	0,0091	0,0279	0,0084
	I	3	0,0972	0,1014	0,1105	0,1141	0,1309	0,1369
	II	3	0,1771	0,1901	0,2274	0,2383	0,2339	0,2521
	II	4	0,1771	0,1901	0,2274	0,2383	0,2339	0,2521
4	I	1	0,0417	0,0143	0,0352	0,0121	0,0583	0,0199
	I	2	0,0417	0,0143	0,0352	0,0121	0,0583	0,0199
	II	2	0,2097	0,0572	0,2003	0,0723	0,2892	0,0758
	II	3	0,0274	0,0071	0,0232	0,0061	0,0384	0,0099
	II	4	0,2371	0,0643	0,2235	0,0784	0,3276	0,0857
5	I	1	0,0635	0,0739	0,0829	0,0916	0,0836	0,0981
	I	2	0,0635	0,0739	0,0829	0,0916	0,0836	0,0981
	II	2	0,0943	0,1097	0,1257	0,1386	0,1238	0,1453
	II	3	0,0986	0,1110	0,1301	0,1405	0,1297	0,1470
	II	4	0,0043	0,0013	0,0044	0,0019	0,0059	0,0017
6	I	1	0,0871	0,0953	0,1091	0,1160	0,1155	0,1270
	I	2	0,0871	0,0953	0,1091	0,1160	0,1155	0,1270
	II	2	0,0920	0,0933	0,1121	0,1132	0,1225	0,1244
	II	3	0,0551	0,0507	0,0518	0,0480	0,0762	0,0700
	II	5	0,0681	0,0624	0,0866	0,0818	0,0902	0,0821
	III	3	0,0297	0,0284	0,0295	0,0284	0,0407	0,0390
	III	4	0,0297	0,0284	0,0295	0,0284	0,0407	0,0390
	IV	6	0,0337	0,0353	0,0375	0,0389	0,0455	0,0478
	IV	7	0,0337	0,0353	0,0375	0,0389	0,0455	0,0478
	V	5	0,0366	0,0366	0,0433	0,0434	0,0489	0,0490
	V	6	0,0411	0,0364	0,0444	0,0404	0,0557	0,0492
	V	8	0,0425	0,0378	0,0384	0,0345	0,0589	0,0525
VI	8	0,0124	0,0126	0,0120	0,0122	0,0171	0,0173	
VI	9	0,0124	0,0126	0,0120	0,0122	0,0171	0,0173	
7	I	1	0,0205	0,0206	0,0284	0,0285	0,0267	0,0269
	I	2	0,0205	0,0206	0,0284	0,0285	0,0267	0,0269
	II	2	0,0551	0,0727	0,0707	0,0855	0,0727	0,0974
	II	3	0,0551	0,0727	0,0707	0,0855	0,0727	0,0974
	III	3	0,1064	0,1283	0,1434	0,1618	0,1393	0,1699
	III	4	0,1064	0,1283	0,1434	0,1618	0,1393	0,1699
	IV	4	0,1070	0,1285	0,1417	0,1597	0,1406	0,1706
	IV	5	0,1070	0,1285	0,1417	0,1597	0,1406	0,1706
	V	5	0,1063	0,1198	0,1362	0,1475	0,1405	0,1593
V	6	0,1298	0,1445	0,1637	0,1761	0,1719	0,1926	
V	7	0,0235	0,0247	0,0275	0,0286	0,0314	0,0332	
8	I	1	0,0042	0,0049	0,0051	0,0057	0,0056	0,0065
	I	2	0,0042	0,0049	0,0051	0,0057	0,0056	0,0065
	II	2	0,0804	0,0934	0,1002	0,1111	0,1068	0,1249
	II	3	0,0804	0,0934	0,1002	0,1111	0,1068	0,1249
9	I	1	0,1084	0,0327	0,1093	0,0458	0,1484	0,0426
	I	2	0,0374	0,0361	0,0471	0,0460	0,0496	0,0478
	I	3	0,1458	0,0689	0,1564	0,0918	0,1980	0,0903
	II	3	0,1881	0,0995	0,2091	0,1348	0,2542	0,1302
	II	4	0,0279	0,0279	0,0391	0,0391	0,0363	0,0363
	II	5	0,0279	0,0280	0,0391	0,0391	0,0363	0,0364
	II	6	0,1881	0,0996	0,2091	0,1348	0,2542	0,1302
	III	6	0,1458	0,0689	0,1564	0,0918	0,1980	0,0903
	III	7	0,0374	0,0361	0,0471	0,0460	0,0496	0,0478
	III	8	0,1084	0,0327	0,1093	0,0458	0,1484	0,0426
IV	5	0,0121	0,0121	0,0169	0,0169	0,0157	0,0157	
IV	9	0,0067	0,0060	0,0090	0,0085	0,0088	0,0079	
IV	10	0,0067	0,0060	0,0090	0,0085	0,0088	0,0079	

## A.12 Edifício Costa do Sol - Quatro Pavimentos

DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Quatro Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0191	0,0198	0,0264	0,0270	0,0248	0,0258
	I	2	0,0191	0,0198	0,0264	0,0270	0,0248	0,0258
	II	2	0,0572	0,0613	0,0792	0,0827	0,0744	0,0803
	II	3	0,0344	0,0378	0,0470	0,0498	0,0450	0,0497
2	II	4	0,0243	0,0235	0,0336	0,0329	0,0317	0,0306
	I	1	0,0075	0,0069	0,0102	0,0097	0,0099	0,0090
	I	2	0,0050	0,0044	0,0066	0,0061	0,0065	0,0057
	I	3	0,0113	0,0115	0,0158	0,0160	0,0147	0,0150
3	I	1	0,0071	0,0082	0,0097	0,0106	0,0092	0,0107
	I	2	0,0071	0,0082	0,0097	0,0106	0,0092	0,0107
	II	2	0,0197	0,0210	0,0275	0,0286	0,0256	0,0274
	II	3	0,0426	0,0434	0,0595	0,0601	0,0554	0,0565
	II	4	0,0229	0,0231	0,0319	0,0321	0,0297	0,0301
	III	4	0,0390	0,0415	0,0538	0,0559	0,0508	0,0544
4	III	5	0,0390	0,0415	0,0538	0,0559	0,0508	0,0544
	I	1	0,0256	0,0264	0,0345	0,0353	0,0335	0,0347
	I	2	0,0256	0,0264	0,0345	0,0353	0,0335	0,0347
	II	2	0,0232	0,0237	0,0310	0,0314	0,0305	0,0311
	II	3	0,0232	0,0237	0,0310	0,0314	0,0305	0,0311
	III	3	0,0314	0,0316	0,0438	0,0440	0,0409	0,0412
5	III	4	0,0314	0,0316	0,0438	0,0440	0,0409	0,0412
	I	1	0,0391	0,0421	0,0540	0,0565	0,0510	0,0551
	I	2	0,0391	0,0421	0,0540	0,0565	0,0510	0,0551
	II	2	0,0342	0,0359	0,0475	0,0490	0,0445	0,0469
6	II	3	0,0307	0,0254	0,0400	0,0356	0,0404	0,0331
	II	4	0,0139	0,0105	0,0163	0,0134	0,0187	0,0139
	I	1	0,0509	0,0445	0,0637	0,0583	0,0675	0,0585
	I	2	0,0135	0,0117	0,0179	0,0163	0,0177	0,0152
7	I	3	0,0135	0,0117	0,0179	0,0163	0,0177	0,0152
	I	4	0,0239	0,0176	0,0280	0,0227	0,0321	0,0233
	II	4	0,0121	0,0096	0,0135	0,0114	0,0164	0,0128
	II	5	0,0044	0,0013	0,0044	0,0018	0,0060	0,0017
	II	6	0,0077	0,0047	0,0091	0,0065	0,0104	0,0061
	I	1	0,0306	0,0307	0,0425	0,0426	0,0398	0,0399
8	I	2	0,0476	0,0475	0,0666	0,0665	0,0619	0,0618
	I	3	0,0297	0,0293	0,0413	0,0411	0,0386	0,0381
	I	4	0,0119	0,0125	0,0167	0,0171	0,0155	0,0163
	II	4	0,0413	0,0416	0,0578	0,0580	0,0537	0,0540
	II	5	0,0157	0,0159	0,0219	0,0221	0,0204	0,0207
	II	6	0,0257	0,0257	0,0360	0,0360	0,0335	0,0334
9	I	1	0,0412	0,0412	0,0576	0,0576	0,0535	0,0535
	I	2	0,0409	0,0403	0,0569	0,0564	0,0532	0,0523
	I	3	0,0085	0,0079	0,0116	0,0111	0,0111	0,0103
	I	4	0,0070	0,0071	0,0098	0,0099	0,0091	0,0092
	II	4	0,0335	0,0273	0,0419	0,0366	0,0444	0,0357
	II	5	0,0485	0,0396	0,0630	0,0554	0,0640	0,0515
	II	6	0,0820	0,0669	0,1048	0,0921	0,1084	0,0872
	III	6	0,0788	0,0430	0,0888	0,0587	0,1063	0,0562
	III	7	0,0165	0,0163	0,0228	0,0227	0,0215	0,0213
	III	8	0,0953	0,0594	0,1116	0,0814	0,1278	0,0775
10	IV	8	0,0639	0,0412	0,0762	0,0572	0,0854	0,0537
	IV	9	0,0185	0,0170	0,0245	0,0233	0,0243	0,0222
11	IV	10	0,0454	0,0242	0,0517	0,0339	0,0611	0,0315

## DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Quatro Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_h < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0519	0,0520	0,0726	0,0727	0,0674	0,0676
	I	2	0,0519	0,0520	0,0726	0,0727	0,0674	0,0676
	II	2	0,0650	0,0553	0,0847	0,0765	0,0857	0,0720
	II	3	0,0650	0,0553	0,0847	0,0765	0,0857	0,0720
	III	3	0,1030	0,0719	0,1259	0,0997	0,1372	0,0936
	III	4	0,0392	0,0346	0,0509	0,0471	0,0516	0,0452
	III	8	0,0779	0,0422	0,0868	0,0568	0,1052	0,0552
	IV	4	0,0470	0,0474	0,0657	0,0661	0,0611	0,0617
	IV	5	0,0454	0,0460	0,0634	0,0639	0,0590	0,0599
	IV	6	0,0018	0,0020	0,0025	0,0026	0,0024	0,0026
	V	6	0,0076	0,0078	0,0106	0,0108	0,0099	0,0102
	V	7	0,0076	0,0078	0,0106	0,0108	0,0099	0,0102
	VI	8	0,0596	0,0127	0,0546	0,0152	0,0827	0,0170
	VI	9	0,0196	0,0182	0,0262	0,0250	0,0257	0,0238
	VI	17	0,0586	0,0130	0,0544	0,0161	0,0810	0,0173
	VII	9	0,0050	0,0098	0,0057	0,0097	0,0067	0,0135
	VII	10	0,0169	0,0153	0,0228	0,0214	0,0222	0,0199
	VII	11	0,0210	0,0200	0,0280	0,0272	0,0275	0,0261
	VII	14	0,0070	0,0092	0,0063	0,0081	0,0098	0,0129
	VIII	11	0,0122	0,0133	0,0170	0,0179	0,0159	0,0174
	VIII	12	0,0050	0,0059	0,0068	0,0075	0,0066	0,0078
	VIII	13	0,0076	0,0074	0,0105	0,0103	0,0099	0,0096
	IX	14	0,0186	0,0196	0,0239	0,0247	0,0246	0,0259
	IX	15	0,0186	0,0196	0,0239	0,0247	0,0246	0,0259
	X	15	0,0117	0,0113	0,0161	0,0157	0,0152	0,0146
X	16	0,0117	0,0113	0,0161	0,0157	0,0152	0,0146	
XI	17	0,0933	0,0581	0,1088	0,0792	0,1252	0,0759	
XI	18	0,0499	0,0457	0,0662	0,0626	0,0656	0,0596	
XI	20	0,1300	0,0990	0,1639	0,1379	0,1723	0,1289	
XII	18	0,0622	0,0622	0,0871	0,0871	0,0809	0,0809	
XII	19	0,0622	0,0622	0,0871	0,0871	0,0809	0,0809	
XIII	20	0,1248	0,1262	0,1748	0,1759	0,1623	0,1642	
XIII	21	0,0423	0,0327	0,0538	0,0457	0,0560	0,0425	
XIII	22	0,1018	0,0936	0,1371	0,1302	0,1333	0,1218	
XIV	22	0,0300	0,0301	0,0420	0,0421	0,0390	0,0391	
XIV	23	0,0492	0,0486	0,0686	0,0681	0,0641	0,0632	
XIV	24	0,0157	0,0151	0,0217	0,0212	0,0205	0,0197	
XIV	25	0,0338	0,0338	0,0473	0,0473	0,0439	0,0439	
10	I	1	0,0094	0,0096	0,0131	0,0132	0,0122	0,0125
	I	2	0,0094	0,0096	0,0131	0,0132	0,0122	0,0125
	II	2	0,0222	0,0223	0,0310	0,0311	0,0288	0,0291
	II	3	0,0379	0,0384	0,0529	0,0534	0,0493	0,0500
II	4	0,0157	0,0161	0,0219	0,0222	0,0204	0,0209	
13	I	1	0,0156	0,0159	0,0218	0,0221	0,0203	0,0207
	I	2	0,0156	0,0159	0,0218	0,0221	0,0203	0,0207
	II	2	0,0065	0,0068	0,0091	0,0093	0,0085	0,0089
	II	3	0,0070	0,0079	0,0096	0,0104	0,0092	0,0104
	II	4	0,0005	0,0011	0,0006	0,0011	0,0007	0,0016
	III	4	0,0064	0,0073	0,0090	0,0097	0,0083	0,0095
III	5	0,0141	0,0143	0,0196	0,0198	0,0183	0,0186	
III	6	0,0076	0,0082	0,0107	0,0111	0,0099	0,0107	
14	I	1	0,0163	0,0167	0,0227	0,0230	0,0212	0,0217
	I	2	0,0163	0,0167	0,0227	0,0230	0,0212	0,0217
	II	2	0,0087	0,0094	0,0121	0,0127	0,0114	0,0124
	II	3	0,0054	0,0056	0,0071	0,0074	0,0071	0,0074
II	4	0,0043	0,0038	0,0057	0,0053	0,0056	0,0049	
15	I	1	0,0165	0,0162	0,0230	0,0227	0,0215	0,0211
	I	2	0,0165	0,0162	0,0230	0,0227	0,0215	0,0211
	I	3	0,0325	0,0326	0,0455	0,0456	0,0422	0,0424
	II	3	0,0270	0,0293	0,0371	0,0390	0,0352	0,0384
	II	4	0,0270	0,0293	0,0371	0,0390	0,0352	0,0384

**DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Quatro Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0288	0,0259	0,0346	0,0321	0,0385	0,0343
	I	2	0,0288	0,0259	0,0346	0,0321	0,0385	0,0343
	II	2	0,0696	0,0655	0,0896	0,0863	0,0918	0,0862
	II	3	0,0406	0,0420	0,0521	0,0533	0,0536	0,0556
2	II	4	0,0290	0,0235	0,0375	0,0329	0,0382	0,0306
	I	1	0,0122	0,0069	0,0141	0,0097	0,0163	0,0090
	I	2	0,0096	0,0044	0,0105	0,0061	0,0130	0,0057
	I	3	0,0217	0,0216	0,0246	0,0244	0,0293	0,0290
3	I	1	0,0141	0,0122	0,0156	0,0141	0,0190	0,0164
	I	2	0,0141	0,0122	0,0156	0,0141	0,0190	0,0164
	II	2	0,0328	0,0251	0,0385	0,0320	0,0440	0,0331
	II	3	0,0451	0,0447	0,0616	0,0612	0,0590	0,0583
	II	4	0,0387	0,0305	0,0453	0,0384	0,0520	0,0404
4	III	4	0,0470	0,0473	0,0605	0,0608	0,0621	0,0625
	III	5	0,0470	0,0473	0,0605	0,0608	0,0621	0,0625
	I	1	0,0241	0,0249	0,0333	0,0340	0,0314	0,0325
	I	2	0,0241	0,0249	0,0333	0,0340	0,0314	0,0325
	II	2	0,0248	0,0269	0,0323	0,0341	0,0327	0,0356
5	II	3	0,0248	0,0269	0,0323	0,0341	0,0327	0,0356
	III	3	0,0347	0,0350	0,0466	0,0469	0,0455	0,0460
	III	4	0,0347	0,0350	0,0466	0,0469	0,0455	0,0460
	I	1	0,0433	0,0453	0,0576	0,0592	0,0569	0,0596
6	I	2	0,0433	0,0453	0,0576	0,0592	0,0569	0,0596
	II	2	0,0409	0,0444	0,0531	0,0561	0,0539	0,0588
	II	3	0,0291	0,0254	0,0387	0,0356	0,0382	0,0331
	II	4	0,0118	0,0189	0,0145	0,0205	0,0157	0,0257
7	I	1	0,0374	0,0379	0,0523	0,0527	0,0486	0,0493
	I	2	0,0143	0,0117	0,0186	0,0163	0,0189	0,0152
	I	3	0,0143	0,0117	0,0186	0,0163	0,0189	0,0152
	I	4	0,0140	0,0143	0,0197	0,0199	0,0183	0,0186
	II	4	0,0060	0,0063	0,0084	0,0086	0,0078	0,0082
	II	5	0,0027	0,0013	0,0030	0,0018	0,0036	0,0017
8	II	6	0,0060	0,0047	0,0077	0,0065	0,0079	0,0061
	I	1	0,0393	0,0377	0,0498	0,0485	0,0520	0,0497
	I	2	0,0584	0,0475	0,0756	0,0665	0,0770	0,0618
	I	3	0,0358	0,0293	0,0465	0,0411	0,0472	0,0381
	I	4	0,0385	0,0195	0,0390	0,0230	0,0527	0,0261
	II	4	0,0648	0,0435	0,0775	0,0597	0,0865	0,0568
9	II	5	0,0197	0,0178	0,0253	0,0237	0,0261	0,0234
	II	6	0,0450	0,0257	0,0522	0,0360	0,0605	0,0334
	I	1	0,0525	0,0412	0,0672	0,0576	0,0694	0,0535
	I	2	0,0500	0,0403	0,0646	0,0564	0,0660	0,0523
	I	3	0,0177	0,0079	0,0193	0,0111	0,0240	0,0103
	I	4	0,0379	0,0155	0,0358	0,0169	0,0524	0,0210
	II	4	0,0554	0,0274	0,0603	0,0368	0,0751	0,0359
	II	5	0,0582	0,0396	0,0711	0,0554	0,0775	0,0515
	II	6	0,0764	0,0670	0,1001	0,0922	0,1006	0,0874
	III	6	0,0404	0,0432	0,0565	0,0589	0,0526	0,0564
10	III	7	0,0162	0,0168	0,0226	0,0230	0,0211	0,0219
	III	8	0,0564	0,0584	0,0790	0,0806	0,0734	0,0761
	IV	8	0,0403	0,0404	0,0564	0,0565	0,0524	0,0526
	IV	9	0,0162	0,0162	0,0226	0,0226	0,0211	0,0211
IV	10	0,0243	0,0242	0,0340	0,0339	0,0316	0,0315	



## DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Quatro Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0549	0,0544	0,0751	0,0747	0,0717	0,0710
	I	2	0,0549	0,0544	0,0751	0,0747	0,0717	0,0710
	II	2	0,0609	0,0549	0,0812	0,0761	0,0799	0,0715
	II	3	0,0609	0,0549	0,0812	0,0761	0,0799	0,0715
	III	3	0,0784	0,0715	0,1052	0,0994	0,1027	0,0930
	III	4	0,0494	0,0405	0,0595	0,0520	0,0660	0,0534
	III	8	0,0472	0,0452	0,0610	0,0593	0,0623	0,0595
	IV	4	0,0665	0,0522	0,0821	0,0701	0,0884	0,0684
	IV	5	0,0494	0,0478	0,0668	0,0654	0,0647	0,0624
	IV	6	0,0171	0,0044	0,0153	0,0047	0,0237	0,0060
	V	6	0,0117	0,0103	0,0141	0,0128	0,0157	0,0136
	V	7	0,0117	0,0103	0,0141	0,0128	0,0157	0,0136
	VI	8	0,0193	0,0285	0,0208	0,0285	0,0263	0,0391
	VI	9	0,0387	0,0356	0,0422	0,0396	0,0524	0,0481
	VI	17	0,0193	0,0115	0,0214	0,0148	0,0261	0,0151
	VII	9	0,0336	0,0196	0,0297	0,0179	0,0468	0,0272
	VII	10	0,0184	0,0153	0,0241	0,0214	0,0243	0,0199
	VII	11	0,0409	0,0254	0,0447	0,0318	0,0554	0,0337
	VII	14	0,0062	0,0108	0,0056	0,0094	0,0086	0,0150
	VIII	11	0,0254	0,0188	0,0280	0,0225	0,0344	0,0251
	VIII	12	0,0145	0,0114	0,0147	0,0121	0,0199	0,0155
	VIII	13	0,0109	0,0074	0,0133	0,0103	0,0145	0,0096
	IX	14	0,0174	0,0194	0,0228	0,0246	0,0228	0,0257
	IX	15	0,0174	0,0194	0,0228	0,0246	0,0228	0,0257
	X	15	0,0138	0,0146	0,0179	0,0185	0,0182	0,0193
X	16	0,0138	0,0146	0,0179	0,0185	0,0182	0,0193	
XI	17	0,0603	0,0566	0,0811	0,0780	0,0790	0,0738	
XI	18	0,0552	0,0597	0,0706	0,0744	0,0730	0,0793	
XI	20	0,1036	0,1119	0,1417	0,1487	0,1353	0,1469	
XII	18	0,0657	0,0651	0,0900	0,0895	0,0857	0,0850	
XII	19	0,0657	0,0651	0,0900	0,0895	0,0857	0,0850	
XIII	20	0,1371	0,1391	0,1851	0,1867	0,1795	0,1822	
XIII	21	0,0512	0,0327	0,0613	0,0457	0,0685	0,0425	
XIII	22	0,1230	0,1064	0,1550	0,1410	0,1630	0,1397	
XIV	22	0,0609	0,0389	0,0680	0,0495	0,0823	0,0514	
XIV	23	0,0584	0,0486	0,0763	0,0681	0,0769	0,0632	
XIV	24	0,0249	0,0151	0,0294	0,0212	0,0334	0,0197	
XIV	25	0,0451	0,0338	0,0568	0,0473	0,0598	0,0439	
10	I	1	0,0113	0,0116	0,0147	0,0149	0,0148	0,0153
	I	2	0,0113	0,0116	0,0147	0,0149	0,0148	0,0153
	II	2	0,0271	0,0244	0,0352	0,0328	0,0358	0,0319
	II	3	0,0391	0,0395	0,0539	0,0542	0,0510	0,0515
II	4	0,0221	0,0197	0,0273	0,0252	0,0294	0,0260	
13	I	1	0,0186	0,0179	0,0243	0,0237	0,0244	0,0235
	I	2	0,0186	0,0179	0,0243	0,0237	0,0244	0,0235
	II	2	0,0149	0,0088	0,0161	0,0110	0,0202	0,0117
	II	3	0,0113	0,0104	0,0132	0,0125	0,0152	0,0140
	II	4	0,0135	0,0065	0,0115	0,0056	0,0189	0,0090
	III	4	0,0231	0,0126	0,0229	0,0141	0,0316	0,0170
III	5	0,0143	0,0143	0,0198	0,0199	0,0186	0,0187	
III	6	0,0246	0,0142	0,0249	0,0162	0,0336	0,0191	
14	I	1	0,0208	0,0201	0,0265	0,0259	0,0275	0,0265
	I	2	0,0208	0,0201	0,0265	0,0259	0,0275	0,0265
	II	2	0,0171	0,0175	0,0191	0,0195	0,0231	0,0237
	II	3	0,0102	0,0137	0,0112	0,0141	0,0138	0,0187
	II	4	0,0069	0,0038	0,0079	0,0053	0,0093	0,0049
15	I	1	0,0214	0,0162	0,0271	0,0227	0,0284	0,0211
	I	2	0,0214	0,0162	0,0271	0,0227	0,0284	0,0211
	I	3	0,0429	0,0411	0,0542	0,0528	0,0567	0,0544
	II	3	0,0354	0,0347	0,0442	0,0436	0,0470	0,0460
	II	4	0,0354	0,0347	0,0442	0,0436	0,0470	0,0460

## A.13 Edifício Costa do Sol - Oito Pavimentos

DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Oito Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0196	0,0207	0,0269	0,0278	0,0256	0,0271
	I	2	0,0196	0,0207	0,0269	0,0278	0,0256	0,0271
	II	2	0,0588	0,0684	0,0806	0,0887	0,0767	0,0902
	II	3	0,0370	0,0449	0,0491	0,0557	0,0485	0,0596
2	II	4	0,0252	0,0235	0,0344	0,0329	0,0330	0,0306
	I	1	0,0082	0,0069	0,0108	0,0097	0,0108	0,0090
	I	2	0,0057	0,0044	0,0072	0,0061	0,0075	0,0057
	I	3	0,0113	0,0120	0,0158	0,0164	0,0147	0,0156
3	I	1	0,0074	0,0097	0,0100	0,0120	0,0097	0,0129
	I	2	0,0074	0,0097	0,0100	0,0120	0,0097	0,0129
	II	2	0,0198	0,0226	0,0276	0,0299	0,0258	0,0296
	II	3	0,0428	0,0445	0,0597	0,0611	0,0557	0,0581
	II	4	0,0230	0,0235	0,0320	0,0325	0,0299	0,0307
	III	4	0,0406	0,0461	0,0552	0,0597	0,0531	0,0607
4	III	5	0,0406	0,0461	0,0552	0,0597	0,0531	0,0607
	I	1	0,0281	0,0303	0,0367	0,0385	0,0370	0,0401
	I	2	0,0281	0,0303	0,0367	0,0385	0,0370	0,0401
	II	2	0,0263	0,0317	0,0336	0,0381	0,0348	0,0423
	II	3	0,0263	0,0317	0,0336	0,0381	0,0348	0,0423
	III	3	0,0318	0,0320	0,0441	0,0443	0,0413	0,0416
5	III	4	0,0318	0,0320	0,0441	0,0443	0,0413	0,0416
	I	1	0,0406	0,0477	0,0553	0,0612	0,0530	0,0630
	I	2	0,0406	0,0477	0,0553	0,0612	0,0530	0,0630
	II	2	0,0348	0,0396	0,0480	0,0521	0,0454	0,0521
6	II	3	0,0367	0,0254	0,0451	0,0356	0,0489	0,0331
	II	4	0,0206	0,0141	0,0219	0,0164	0,0281	0,0190
	I	1	0,0665	0,0544	0,0767	0,0666	0,0893	0,0724
	I	2	0,0156	0,0117	0,0196	0,0163	0,0206	0,0152
7	I	3	0,0156	0,0117	0,0196	0,0163	0,0206	0,0152
	I	4	0,0353	0,0230	0,0375	0,0272	0,0480	0,0307
	I	4	0,0192	0,0149	0,0195	0,0159	0,0263	0,0203
	II	5	0,0079	0,0013	0,0074	0,0018	0,0110	0,0017
	II	6	0,0113	0,0047	0,0121	0,0065	0,0153	0,0061
	I	1	0,0312	0,0316	0,0430	0,0434	0,0406	0,0413
8	I	2	0,0477	0,0475	0,0667	0,0665	0,0620	0,0618
	I	3	0,0301	0,0293	0,0417	0,0411	0,0392	0,0381
	I	4	0,0121	0,0134	0,0168	0,0179	0,0157	0,0176
	II	4	0,0414	0,0419	0,0579	0,0583	0,0538	0,0546
	II	5	0,0158	0,0162	0,0220	0,0224	0,0205	0,0212
	II	6	0,0258	0,0257	0,0360	0,0360	0,0335	0,0334
9	I	1	0,0412	0,0412	0,0576	0,0576	0,0535	0,0535
	I	2	0,0416	0,0403	0,0575	0,0564	0,0541	0,0523
	I	3	0,0092	0,0079	0,0122	0,0111	0,0121	0,0103
	I	4	0,0070	0,0075	0,0098	0,0102	0,0091	0,0098
	II	4	0,0438	0,0339	0,0505	0,0422	0,0588	0,0450
	II	5	0,0588	0,0396	0,0716	0,0554	0,0784	0,0515
	II	6	0,1026	0,0735	0,1221	0,0976	0,1372	0,0965
	III	6	0,1231	0,0496	0,1260	0,0643	0,1683	0,0655
	III	7	0,0171	0,0168	0,0233	0,0231	0,0223	0,0219
	III	8	0,1401	0,0664	0,1493	0,0874	0,1906	0,0874
10	IV	8	0,0911	0,0429	0,0991	0,0585	0,1236	0,0560
	IV	9	0,0214	0,0187	0,0269	0,0246	0,0283	0,0245
	IV	10	0,0698	0,0242	0,0722	0,0339	0,0953	0,0315

**DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Oito Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0520	0,0520	0,0727	0,0727	0,0676	0,0676
	I	2	0,0520	0,0520	0,0727	0,0727	0,0676	0,0676
	II	2	0,0782	0,0596	0,0957	0,0801	0,1041	0,0781
	II	3	0,0782	0,0596	0,0957	0,0801	0,1041	0,0781
	III	3	0,1407	0,0762	0,1576	0,1033	0,1900	0,0996
	III	4	0,0473	0,0398	0,0577	0,0514	0,0630	0,0525
	III	8	0,1237	0,0517	0,1253	0,0648	0,1694	0,0686
	IV	4	0,0471	0,0484	0,0658	0,0669	0,0612	0,0631
	IV	5	0,0456	0,0472	0,0636	0,0649	0,0593	0,0615
	IV	6	0,0020	0,0022	0,0026	0,0028	0,0026	0,0029
	V	6	0,0077	0,0080	0,0107	0,0110	0,0100	0,0105
	V	7	0,0077	0,0080	0,0107	0,0110	0,0100	0,0105
	VI	8	0,1190	0,0236	0,1045	0,0244	0,1658	0,0323
	VI	9	0,0222	0,0199	0,0283	0,0265	0,0293	0,0262
	VI	17	0,1153	0,0222	0,1021	0,0238	0,1605	0,0301
	VII	9	0,0077	0,0187	0,0080	0,0172	0,0106	0,0259
	VII	10	0,0188	0,0153	0,0244	0,0214	0,0248	0,0199
	VII	11	0,0237	0,0220	0,0303	0,0289	0,0313	0,0289
	VII	14	0,0144	0,0201	0,0124	0,0173	0,0201	0,0281
	VIII	11	0,0126	0,0153	0,0172	0,0196	0,0164	0,0203
	VIII	12	0,0056	0,0079	0,0073	0,0092	0,0074	0,0107
	VIII	13	0,0078	0,0074	0,0107	0,0103	0,0102	0,0096
	IX	14	0,0231	0,0262	0,0276	0,0303	0,0308	0,0353
	IX	15	0,0231	0,0262	0,0276	0,0303	0,0308	0,0353
	X	15	0,0122	0,0118	0,0165	0,0162	0,0159	0,0153
X	16	0,0122	0,0118	0,0165	0,0162	0,0159	0,0153	
XI	17	0,1382	0,0673	0,1466	0,0870	0,1881	0,0888	
XI	18	0,0576	0,0503	0,0726	0,0665	0,0763	0,0661	
XI	20	0,1673	0,1036	0,1952	0,1417	0,2245	0,1352	
XII	18	0,0623	0,0622	0,0871	0,0870	0,0810	0,0808	
XII	19	0,0623	0,0622	0,0871	0,0870	0,0810	0,0808	
XIII	20	0,1248	0,1308	0,1748	0,1797	0,1623	0,1706	
XIII	21	0,0534	0,0327	0,0632	0,0457	0,0715	0,0425	
XIII	22	0,1129	0,0981	0,1465	0,1340	0,1489	0,1281	
XIV	22	0,0300	0,0305	0,0420	0,0424	0,0390	0,0397	
XIV	23	0,0499	0,0486	0,0692	0,0681	0,0650	0,0632	
XIV	24	0,0164	0,0151	0,0223	0,0212	0,0215	0,0197	
XIV	25	0,0338	0,0338	0,0473	0,0473	0,0439	0,0439	
10	I	1	0,0094	0,0098	0,0131	0,0135	0,0123	0,0128
	I	2	0,0094	0,0098	0,0131	0,0135	0,0123	0,0128
	II	2	0,0223	0,0226	0,0311	0,0314	0,0290	0,0294
	II	3	0,0381	0,0393	0,0531	0,0541	0,0496	0,0512
II	4	0,0159	0,0166	0,0220	0,0227	0,0206	0,0218	
13	I	1	0,0157	0,0164	0,0218	0,0225	0,0204	0,0214
	I	2	0,0157	0,0164	0,0218	0,0225	0,0204	0,0214
	II	2	0,0067	0,0073	0,0092	0,0097	0,0088	0,0095
	II	3	0,0075	0,0093	0,0100	0,0115	0,0098	0,0124
	II	4	0,0008	0,0020	0,0008	0,0019	0,0010	0,0028
	III	4	0,0065	0,0082	0,0090	0,0104	0,0084	0,0108
III	5	0,0142	0,0146	0,0197	0,0201	0,0184	0,0191	
III	6	0,0077	0,0087	0,0107	0,0116	0,0100	0,0115	
14	I	1	0,0165	0,0172	0,0229	0,0235	0,0215	0,0225
	I	2	0,0165	0,0172	0,0229	0,0235	0,0215	0,0225
	II	2	0,0091	0,0105	0,0124	0,0135	0,0118	0,0138
	II	3	0,0062	0,0067	0,0078	0,0082	0,0082	0,0089
II	4	0,0048	0,0038	0,0061	0,0053	0,0063	0,0049	
15	I	1	0,0169	0,0162	0,0233	0,0227	0,0220	0,0211
	I	2	0,0169	0,0162	0,0233	0,0227	0,0220	0,0211
	I	3	0,0325	0,0328	0,0455	0,0457	0,0422	0,0426
	II	3	0,0284	0,0334	0,0383	0,0425	0,0372	0,0442
	II	4	0,0284	0,0334	0,0383	0,0425	0,0372	0,0442

**DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Oito Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0420	0,0372	0,0457	0,0416	0,0570	0,0502
	I	2	0,0420	0,0372	0,0457	0,0416	0,0570	0,0502
	II	2	0,0874	0,0810	0,1046	0,0993	0,1167	0,1079
	II	3	0,0513	0,0575	0,0612	0,0663	0,0687	0,0773
2	II	4	0,0360	0,0235	0,0434	0,0329	0,0481	0,0306
	I	1	0,0189	0,0069	0,0197	0,0097	0,0257	0,0090
	I	2	0,0163	0,0044	0,0161	0,0061	0,0224	0,0057
	I	3	0,0352	0,0358	0,0359	0,0364	0,0481	0,0490
3	I	1	0,0235	0,0205	0,0235	0,0210	0,0322	0,0280
	I	2	0,0235	0,0205	0,0235	0,0210	0,0322	0,0280
	II	2	0,0498	0,0333	0,0528	0,0389	0,0677	0,0446
	II	3	0,0488	0,0481	0,0647	0,0642	0,0640	0,0632
	II	4	0,0593	0,0422	0,0626	0,0482	0,0808	0,0568
	III	4	0,0592	0,0624	0,0708	0,0734	0,0791	0,0836
4	III	5	0,0592	0,0624	0,0708	0,0734	0,0791	0,0836
	I	1	0,0251	0,0267	0,0342	0,0355	0,0328	0,0351
	I	2	0,0251	0,0267	0,0342	0,0355	0,0328	0,0351
	II	2	0,0303	0,0358	0,0369	0,0416	0,0403	0,0481
	II	3	0,0303	0,0358	0,0369	0,0416	0,0403	0,0481
5	III	3	0,0394	0,0406	0,0505	0,0515	0,0521	0,0538
	III	4	0,0394	0,0406	0,0505	0,0515	0,0521	0,0538
	I	1	0,0505	0,0568	0,0636	0,0689	0,0669	0,0758
	I	2	0,0505	0,0568	0,0636	0,0689	0,0669	0,0758
	II	2	0,0502	0,0605	0,0610	0,0696	0,0670	0,0813
6	II	3	0,0338	0,0254	0,0426	0,0356	0,0447	0,0331
	II	4	0,0165	0,0350	0,0184	0,0340	0,0222	0,0482
	I	1	0,0374	0,0391	0,0523	0,0538	0,0486	0,0510
	I	2	0,0178	0,0117	0,0214	0,0163	0,0237	0,0152
	I	3	0,0178	0,0117	0,0214	0,0163	0,0237	0,0152
	I	4	0,0140	0,0151	0,0197	0,0205	0,0183	0,0197
7	II	4	0,0060	0,0070	0,0084	0,0092	0,0078	0,0092
	II	5	0,0044	0,0013	0,0044	0,0018	0,0060	0,0017
	II	6	0,0077	0,0047	0,0091	0,0065	0,0104	0,0061
	I	1	0,0513	0,0500	0,0599	0,0588	0,0687	0,0670
	I	2	0,0723	0,0475	0,0874	0,0665	0,0965	0,0618
	I	3	0,0442	0,0293	0,0536	0,0411	0,0590	0,0381
	I	4	0,0728	0,0318	0,0678	0,0334	0,1007	0,0434
8	II	4	0,0950	0,0470	0,1029	0,0626	0,1289	0,0617
	II	5	0,0251	0,0213	0,0298	0,0266	0,0335	0,0283
	II	6	0,0699	0,0257	0,0731	0,0360	0,0953	0,0334
	I	1	0,0671	0,0412	0,0795	0,0576	0,0899	0,0535
	I	2	0,0626	0,0403	0,0752	0,0564	0,0837	0,0523
	I	3	0,0303	0,0079	0,0299	0,0111	0,0416	0,0103
	I	4	0,0777	0,0297	0,0692	0,0289	0,1081	0,0409
	II	4	0,0951	0,0343	0,0936	0,0426	0,1307	0,0456
	II	5	0,0821	0,0396	0,0911	0,0554	0,1110	0,0515
	II	6	0,0922	0,0740	0,1134	0,0980	0,1227	0,0971
9	III	6	0,0406	0,0501	0,0567	0,0647	0,0528	0,0661
	III	7	0,0165	0,0179	0,0228	0,0240	0,0215	0,0235
	III	8	0,0566	0,0642	0,0791	0,0855	0,0736	0,0842
	IV	8	0,0405	0,0407	0,0565	0,0567	0,0526	0,0529
	IV	9	0,0165	0,0165	0,0228	0,0228	0,0215	0,0214
	IV	10	0,0244	0,0242	0,0341	0,0339	0,0318	0,0315

## DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Oito Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0589	0,0580	0,0785	0,0777	0,0773	0,0760
	I	2	0,0589	0,0580	0,0785	0,0777	0,0773	0,0760
	II	2	0,0702	0,0571	0,0890	0,0780	0,0928	0,0746
	II	3	0,0702	0,0571	0,0890	0,0780	0,0928	0,0746
	III	3	0,0889	0,0737	0,1140	0,1012	0,1174	0,0961
	III	4	0,0716	0,0541	0,0782	0,0634	0,0971	0,0725
	III	8	0,0590	0,0566	0,0709	0,0689	0,0787	0,0755
	IV	4	0,0918	0,0603	0,1033	0,0769	0,1238	0,0797
	IV	5	0,0550	0,0518	0,0715	0,0688	0,0725	0,0680
	IV	6	0,0368	0,0085	0,0319	0,0081	0,0513	0,0117
	V	6	0,0171	0,0143	0,0186	0,0162	0,0232	0,0193
	V	7	0,0171	0,0143	0,0186	0,0162	0,0232	0,0193
	VI	8	0,0339	0,0636	0,0330	0,0580	0,0466	0,0883
	VI	9	0,0661	0,0719	0,0653	0,0701	0,0908	0,0990
	VI	17	0,0323	0,0102	0,0323	0,0138	0,0443	0,0134
	VII	9	0,0735	0,0511	0,0632	0,0444	0,1027	0,0712
	VII	10	0,0225	0,0153	0,0274	0,0214	0,0299	0,0199
	VII	11	0,0696	0,0365	0,0689	0,0411	0,0956	0,0492
	VII	14	0,0134	0,0312	0,0116	0,0266	0,0187	0,0436
	VIII	11	0,0427	0,0298	0,0426	0,0317	0,0586	0,0406
	VIII	12	0,0273	0,0224	0,0255	0,0214	0,0378	0,0310
	VIII	13	0,0154	0,0074	0,0171	0,0103	0,0208	0,0096
	IX	14	0,0208	0,0282	0,0257	0,0320	0,0276	0,0381
	IX	15	0,0208	0,0282	0,0257	0,0320	0,0276	0,0381
	X	15	0,0172	0,0204	0,0207	0,0234	0,0230	0,0274
X	16	0,0172	0,0204	0,0207	0,0234	0,0230	0,0274	
XI	17	0,0680	0,0553	0,0875	0,0769	0,0897	0,0720	
XI	18	0,0705	0,0859	0,0835	0,0964	0,0944	0,1160	
XI	20	0,1113	0,1393	0,1482	0,1717	0,1460	0,1853	
XII	18	0,0702	0,0697	0,0937	0,0933	0,0920	0,0913	
XII	19	0,0702	0,0697	0,0937	0,0933	0,0920	0,0913	
XIII	20	0,1529	0,1665	0,1984	0,2098	0,2016	0,2206	
XIII	21	0,0751	0,0327	0,0814	0,0457	0,1019	0,0425	
XIII	22	0,1627	0,1338	0,1883	0,1640	0,2186	0,1781	
XIV	22	0,1007	0,0544	0,1014	0,0625	0,1380	0,0732	
XIV	23	0,0710	0,0486	0,0869	0,0681	0,0945	0,0632	
XIV	24	0,0375	0,0151	0,0400	0,0212	0,0510	0,0197	
XIV	25	0,0597	0,0338	0,0691	0,0473	0,0802	0,0439	
10	I	1	0,0138	0,0146	0,0168	0,0175	0,0184	0,0196
	I	2	0,0138	0,0146	0,0168	0,0175	0,0184	0,0196
	II	2	0,0337	0,0274	0,0406	0,0354	0,0449	0,0362
	II	3	0,0410	0,0419	0,0555	0,0563	0,0536	0,0549
13	II	4	0,0304	0,0251	0,0343	0,0298	0,0411	0,0336
	I	1	0,0225	0,0214	0,0276	0,0267	0,0299	0,0284
	I	2	0,0225	0,0214	0,0276	0,0267	0,0299	0,0284
	II	2	0,0259	0,0123	0,0253	0,0139	0,0356	0,0165
	II	3	0,0174	0,0158	0,0183	0,0170	0,0237	0,0215
	II	4	0,0305	0,0153	0,0258	0,0130	0,0427	0,0214
	III	4	0,0445	0,0214	0,0410	0,0216	0,0617	0,0294
14	III	5	0,0146	0,0148	0,0201	0,0203	0,0191	0,0194
	III	6	0,0464	0,0235	0,0432	0,0240	0,0642	0,0322
	I	1	0,0268	0,0256	0,0315	0,0305	0,0359	0,0343
	I	2	0,0268	0,0256	0,0315	0,0305	0,0359	0,0343
	II	2	0,0282	0,0298	0,0284	0,0298	0,0386	0,0409
	II	3	0,0173	0,0260	0,0172	0,0245	0,0238	0,0359
15	II	4	0,0109	0,0038	0,0113	0,0053	0,0149	0,0049
	I	1	0,0281	0,0162	0,0327	0,0227	0,0377	0,0211
	I	2	0,0281	0,0162	0,0327	0,0227	0,0377	0,0211
	I	3	0,0562	0,0536	0,0654	0,0632	0,0754	0,0718
	II	3	0,0478	0,0484	0,0546	0,0551	0,0644	0,0652
II	4	0,0478	0,0484	0,0546	0,0551	0,0644	0,0652	

## A.14 Edifício Costa do Sol - Doze Pavimentos

DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Doze Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0869	0,0217	0,1207	0,0286	0,1132	0,0285
	I	2	0,0203	0,0217	0,0274	0,0286	0,0265	0,0285
	II	2	0,0606	0,0763	0,0822	0,0953	0,0793	0,1013
	II	3	0,0399	0,0528	0,0515	0,0624	0,0526	0,0707
2	II	4	0,0263	0,0235	0,0352	0,0329	0,0344	0,0306
	I	1	0,0090	0,0069	0,0115	0,0097	0,0119	0,0090
	I	2	0,0064	0,0044	0,0079	0,0061	0,0086	0,0057
3	I	3	0,0113	0,0125	0,0158	0,0169	0,0147	0,0164
	I	1	0,0078	0,0115	0,0104	0,0135	0,0103	0,0155
	I	2	0,0078	0,0115	0,0104	0,0135	0,0103	0,0155
	II	2	0,0200	0,0244	0,0278	0,0315	0,0260	0,0322
	II	3	0,0431	0,0457	0,0599	0,0621	0,0561	0,0598
	II	4	0,0232	0,0241	0,0322	0,0330	0,0301	0,0315
	III	4	0,0425	0,0510	0,0567	0,0638	0,0558	0,0676
4	III	5	0,0425	0,0510	0,0567	0,0638	0,0558	0,0676
	I	1	0,0310	0,0345	0,0391	0,0421	0,0411	0,0460
	I	2	0,0310	0,0345	0,0391	0,0421	0,0411	0,0460
	II	2	0,0299	0,0384	0,0366	0,0438	0,0398	0,0518
	II	3	0,0299	0,0384	0,0366	0,0438	0,0398	0,0518
	III	3	0,0321	0,0324	0,0444	0,0447	0,0419	0,0423
5	III	4	0,0321	0,0324	0,0444	0,0447	0,0419	0,0423
	I	1	0,0423	0,0539	0,0567	0,0665	0,0554	0,0717
	I	2	0,0423	0,0539	0,0567	0,0665	0,0554	0,0717
	II	2	0,0355	0,0437	0,0486	0,0555	0,0464	0,0578
6	II	3	0,0436	0,0254	0,0508	0,0356	0,0584	0,0331
	II	4	0,0282	0,0182	0,0282	0,0199	0,0387	0,0247
	I	1	0,0841	0,0652	0,0916	0,0757	0,1140	0,0876
	I	2	0,0179	0,0117	0,0216	0,0163	0,0240	0,0152
	I	3	0,0179	0,0117	0,0216	0,0163	0,0240	0,0152
	I	4	0,0482	0,0288	0,0484	0,0320	0,0661	0,0389
7	II	4	0,0272	0,0207	0,0262	0,0207	0,0375	0,0284
	II	5	0,0120	0,0013	0,0108	0,0018	0,0166	0,0017
	II	6	0,0153	0,0047	0,0154	0,0065	0,0209	0,0061
	I	1	0,0318	0,0328	0,0436	0,0444	0,0416	0,0429
	I	2	0,0478	0,0475	0,0667	0,0665	0,0621	0,0618
	I	3	0,0305	0,0293	0,0421	0,0411	0,0398	0,0381
8	I	4	0,0122	0,0146	0,0169	0,0189	0,0159	0,0193
	II	4	0,0414	0,0423	0,0579	0,0586	0,0539	0,0551
	II	5	0,0159	0,0166	0,0221	0,0227	0,0207	0,0217
	II	6	0,0258	0,0257	0,0361	0,0360	0,0336	0,0334
	I	1	0,0412	0,0412	0,0576	0,0576	0,0535	0,0535
	I	2	0,0423	0,0403	0,0581	0,0564	0,0552	0,0523
9	I	3	0,0100	0,0079	0,0128	0,0111	0,0132	0,0103
	I	4	0,0070	0,0081	0,0098	0,0107	0,0091	0,0106
	II	4	0,0554	0,0424	0,0603	0,0493	0,0752	0,0569
	II	5	0,0705	0,0396	0,0814	0,0554	0,0947	0,0515
	II	6	0,1259	0,0820	0,1417	0,1048	0,1699	0,1084
	III	6	0,1733	0,0581	0,1682	0,0714	0,2386	0,0774
	III	7	0,0177	0,0172	0,0238	0,0234	0,0232	0,0225
	III	8	0,1910	0,0754	0,1920	0,0949	0,2618	0,0999
	IV	8	0,1220	0,0438	0,1250	0,0593	0,1668	0,0573
	IV	9	0,0246	0,0196	0,0296	0,0254	0,0328	0,0258
10	IV	10	0,0974	0,0242	0,0954	0,0339	0,1340	0,0315

## DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Doze Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_h < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_h < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_h < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0521	0,0522	0,0727	0,0728	0,0677	0,0678
	I	2	0,0521	0,0522	0,0727	0,0728	0,0677	0,0678
	II	2	0,0930	0,0654	0,1082	0,0850	0,1249	0,0862
	II	3	0,0930	0,0654	0,1082	0,0850	0,1249	0,0862
	III	3	0,1835	0,0820	0,1935	0,1082	0,2499	0,1078
	III	4	0,0564	0,0463	0,0654	0,0569	0,0758	0,0615
	III	8	0,1757	0,0640	0,1689	0,0751	0,2422	0,0858
	IV	4	0,0472	0,0495	0,0659	0,0678	0,0615	0,0646
	IV	5	0,0459	0,0486	0,0638	0,0661	0,0598	0,0635
	IV	6	0,0021	0,0026	0,0028	0,0031	0,0028	0,0034
	V	6	0,0078	0,0084	0,0108	0,0113	0,0102	0,0110
	V	7	0,0078	0,0084	0,0108	0,0113	0,0102	0,0110
	VI	8	0,1864	0,0382	0,1611	0,0366	0,2601	0,0526
	VI	9	0,0251	0,0222	0,0308	0,0284	0,0335	0,0294
	VI	17	0,1797	0,0345	0,1562	0,0341	0,2507	0,0473
	VII	9	0,0109	0,0282	0,0106	0,0252	0,0149	0,0393
	VII	10	0,0209	0,0153	0,0262	0,0214	0,0278	0,0199
	VII	11	0,0268	0,0243	0,0329	0,0308	0,0357	0,0321
	VII	14	0,0227	0,0319	0,0195	0,0272	0,0318	0,0447
	VIII	11	0,0130	0,0176	0,0176	0,0215	0,0170	0,0235
	VIII	12	0,0063	0,0102	0,0078	0,0111	0,0083	0,0139
	VIII	13	0,0081	0,0074	0,0109	0,0103	0,0106	0,0096
	IX	14	0,0281	0,0335	0,0319	0,0364	0,0379	0,0454
	IX	15	0,0281	0,0335	0,0319	0,0364	0,0379	0,0454
	X	15	0,0128	0,0123	0,0170	0,0166	0,0168	0,0161
X	16	0,0128	0,0123	0,0170	0,0166	0,0168	0,0161	
XI	17	0,1892	0,0796	0,1893	0,0973	0,2594	0,1060	
XI	18	0,0662	0,0560	0,0799	0,0713	0,0884	0,0741	
XI	20	0,2096	0,1102	0,2307	0,1473	0,2836	0,1445	
XII	18	0,0624	0,0623	0,0872	0,0871	0,0812	0,0810	
XII	19	0,0624	0,0623	0,0872	0,0871	0,0812	0,0810	
XIII	20	0,1248	0,1374	0,1748	0,1853	0,1623	0,1798	
XIII	21	0,0660	0,0327	0,0737	0,0457	0,0892	0,0425	
XIII	22	0,1255	0,1047	0,1571	0,1396	0,1665	0,1374	
XIV	22	0,0300	0,0312	0,0420	0,0430	0,0390	0,0407	
XIV	23	0,0507	0,0486	0,0698	0,0681	0,0661	0,0632	
XIV	24	0,0172	0,0151	0,0229	0,0212	0,0226	0,0197	
XIV	25	0,0338	0,0338	0,0473	0,0473	0,0439	0,0439	
10	I	1	0,0095	0,0101	0,0132	0,0137	0,0124	0,0133
	I	2	0,0095	0,0101	0,0132	0,0137	0,0124	0,0133
	II	2	0,0224	0,0229	0,0312	0,0316	0,0292	0,0299
	II	3	0,0384	0,0402	0,0534	0,0549	0,0500	0,0526
13	II	4	0,0160	0,0173	0,0222	0,0232	0,0209	0,0227
	I	1	0,0157	0,0169	0,0219	0,0229	0,0205	0,0222
	I	2	0,0157	0,0169	0,0219	0,0229	0,0205	0,0222
	II	2	0,0070	0,0078	0,0094	0,0101	0,0091	0,0103
	II	3	0,0080	0,0108	0,0105	0,0128	0,0106	0,0145
	II	4	0,0011	0,0030	0,0010	0,0027	0,0015	0,0042
	III	4	0,0065	0,0091	0,0090	0,0112	0,0085	0,0122
14	III	5	0,0143	0,0150	0,0198	0,0204	0,0186	0,0196
	III	6	0,0077	0,0093	0,0108	0,0121	0,0101	0,0123
	I	1	0,0168	0,0179	0,0231	0,0240	0,0219	0,0234
15	I	2	0,0168	0,0179	0,0231	0,0240	0,0219	0,0234
	II	2	0,0094	0,0116	0,0127	0,0145	0,0123	0,0154
	II	3	0,0072	0,0078	0,0086	0,0091	0,0096	0,0104
	II	4	0,0054	0,0038	0,0066	0,0053	0,0071	0,0049
15	I	1	0,0173	0,0162	0,0236	0,0227	0,0225	0,0211
	I	2	0,0173	0,0162	0,0236	0,0227	0,0225	0,0211
	I	3	0,0325	0,0330	0,0455	0,0459	0,0422	0,0429
	II	3	0,0300	0,0379	0,0397	0,0463	0,0395	0,0505
	II	4	0,0300	0,0379	0,0397	0,0463	0,0395	0,0505

## DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Doze Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,1243	0,0505	0,1521	0,0528	0,1655	0,0689
	I	2	0,0577	0,0505	0,0588	0,0528	0,0789	0,0689
	II	2	0,1084	0,0995	0,1223	0,1148	0,1462	0,1337
	II	3	0,0641	0,0759	0,0719	0,0818	0,0865	0,1031
	II	4	0,0443	0,0235	0,0504	0,0329	0,0597	0,0306
2	I	1	0,0268	0,0069	0,0264	0,0097	0,0368	0,0090
	I	2	0,0242	0,0044	0,0228	0,0061	0,0335	0,0057
	I	3	0,0510	0,0527	0,0492	0,0506	0,0703	0,0726
3	I	1	0,0346	0,0302	0,0328	0,0292	0,0477	0,0416
	I	2	0,0346	0,0302	0,0328	0,0292	0,0477	0,0416
	II	2	0,0699	0,0430	0,0697	0,0471	0,0959	0,0583
	II	3	0,0530	0,0522	0,0683	0,0676	0,0700	0,0689
	II	4	0,0837	0,0560	0,0830	0,0598	0,1149	0,0762
	III	4	0,0736	0,0802	0,0829	0,0884	0,0994	0,1085
	III	5	0,0736	0,0802	0,0829	0,0884	0,0994	0,1085
4	I	1	0,0263	0,0289	0,0352	0,0374	0,0345	0,0382
	I	2	0,0263	0,0289	0,0352	0,0374	0,0345	0,0382
	II	2	0,0367	0,0464	0,0424	0,0504	0,0494	0,0628
	II	3	0,0367	0,0464	0,0424	0,0504	0,0494	0,0628
	III	3	0,0449	0,0472	0,0552	0,0571	0,0598	0,0630
	III	4	0,0449	0,0472	0,0552	0,0571	0,0598	0,0630
5	I	1	0,0589	0,0707	0,0706	0,0805	0,0786	0,0951
	I	2	0,0589	0,0707	0,0706	0,0805	0,0786	0,0951
	II	2	0,0613	0,0796	0,0703	0,0857	0,0825	0,1080
	II	3	0,0393	0,0254	0,0473	0,0356	0,0525	0,0331
	II	4	0,0220	0,0541	0,0230	0,0500	0,0300	0,0750
6	I	1	0,0374	0,0408	0,0523	0,0552	0,0486	0,0534
	I	2	0,0218	0,0117	0,0249	0,0163	0,0294	0,0152
	I	3	0,0218	0,0117	0,0249	0,0163	0,0294	0,0152
	I	4	0,0140	0,0161	0,0197	0,0214	0,0183	0,0211
	II	4	0,0060	0,0080	0,0084	0,0101	0,0078	0,0106
	II	5	0,0065	0,0013	0,0062	0,0018	0,0089	0,0017
	II	6	0,0098	0,0047	0,0108	0,0065	0,0133	0,0061
7	I	1	0,0654	0,0645	0,0717	0,0710	0,0885	0,0873
	I	2	0,0889	0,0475	0,1013	0,0665	0,1197	0,0618
	I	3	0,0541	0,0293	0,0619	0,0411	0,0728	0,0381
	I	4	0,1134	0,0463	0,1018	0,0455	0,1575	0,0637
	II	4	0,1308	0,0501	0,1329	0,0652	0,1789	0,0660
	II	5	0,0314	0,0244	0,0351	0,0292	0,0424	0,0326
	II	6	0,0994	0,0257	0,0978	0,0360	0,1365	0,0334
8	I	1	0,0844	0,0412	0,0940	0,0576	0,1141	0,0535
	I	2	0,0775	0,0403	0,0877	0,0564	0,1045	0,0523
	I	3	0,0452	0,0079	0,0424	0,0111	0,0625	0,0103
	I	4	0,1248	0,0467	0,1088	0,0431	0,1740	0,0646
	II	4	0,1421	0,0436	0,1331	0,0504	0,1965	0,0586
	II	5	0,1104	0,0396	0,1149	0,0554	0,1506	0,0515
	II	6	0,1109	0,0832	0,1291	0,1058	0,1489	0,1101
	III	6	0,0407	0,0594	0,0568	0,0724	0,0530	0,0791
	III	7	0,0168	0,0192	0,0231	0,0251	0,0220	0,0253
	III	8	0,0568	0,0721	0,0792	0,0921	0,0738	0,0954
	IV	8	0,0407	0,0411	0,0567	0,0570	0,0529	0,0535
	IV	9	0,0168	0,0169	0,0231	0,0231	0,0220	0,0220
	IV	10	0,0246	0,0242	0,0342	0,0339	0,0320	0,0315



## DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Doze Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0636	0,0616	0,0824	0,0808	0,0839	0,0811
	I	2	0,0636	0,0616	0,0824	0,0808	0,0839	0,0811
	II	2	0,0811	0,0599	0,0982	0,0804	0,1082	0,0785
	II	3	0,0811	0,0599	0,0982	0,0804	0,1082	0,0785
	III	3	0,1013	0,0765	0,1244	0,1036	0,1348	0,1001
	III	4	0,0980	0,0698	0,1003	0,0767	0,1339	0,0945
	III	8	0,0729	0,0695	0,0825	0,0797	0,0982	0,0935
	IV	4	0,1217	0,0688	0,1285	0,0840	0,1657	0,0916
	IV	5	0,0616	0,0566	0,0770	0,0728	0,0817	0,0748
	IV	6	0,0601	0,0122	0,0515	0,0112	0,0840	0,0169
	V	6	0,0235	0,0180	0,0240	0,0193	0,0322	0,0245
	V	7	0,0235	0,0180	0,0240	0,0193	0,0322	0,0245
	VI	8	0,0510	0,1056	0,0474	0,0932	0,0706	0,1470
	VI	9	0,0986	0,1182	0,0926	0,1090	0,1363	0,1638
	VI	17	0,0476	0,0126	0,0452	0,0158	0,0657	0,0168
	VII	9	0,1207	0,0906	0,1029	0,0776	0,1688	0,1266
	VII	10	0,0272	0,0153	0,0314	0,0214	0,0366	0,0199
	VII	11	0,1035	0,0500	0,0974	0,0524	0,1431	0,0681
	VII	14	0,0219	0,0572	0,0188	0,0484	0,0306	0,0800
	VIII	11	0,0632	0,0433	0,0598	0,0431	0,0874	0,0595
	VIII	12	0,0425	0,0359	0,0383	0,0327	0,0591	0,0499
	VIII	13	0,0207	0,0074	0,0216	0,0103	0,0283	0,0096
	IX	14	0,0248	0,0394	0,0291	0,0413	0,0332	0,0536
	IX	15	0,0248	0,0394	0,0291	0,0413	0,0332	0,0536
	X	15	0,0212	0,0276	0,0241	0,0294	0,0285	0,0375
X	16	0,0212	0,0276	0,0241	0,0294	0,0285	0,0375	
XI	17	0,0770	0,0577	0,0951	0,0789	0,1024	0,0754	
XI	18	0,0887	0,1166	0,0987	0,1222	0,1198	0,1589	
XI	20	0,1203	0,1744	0,1558	0,2012	0,1587	0,2344	
XII	18	0,0755	0,0750	0,0982	0,0978	0,0995	0,0988	
XII	19	0,0755	0,0750	0,0982	0,0978	0,0995	0,0988	
XIII	20	0,1716	0,2016	0,2141	0,2392	0,2278	0,2697	
XIII	21	0,1034	0,0327	0,1052	0,0457	0,1415	0,0425	
XIII	22	0,2097	0,1689	0,2278	0,1935	0,2844	0,2273	
XIV	22	0,1478	0,0733	0,1410	0,0784	0,2039	0,0996	
XIV	23	0,0859	0,0486	0,0994	0,0681	0,1154	0,0632	
XIV	24	0,0524	0,0151	0,0525	0,0212	0,0718	0,0197	
XIV	25	0,0770	0,0338	0,0836	0,0473	0,1045	0,0439	
10	I	1	0,0168	0,0179	0,0193	0,0202	0,0225	0,0241
	I	2	0,0168	0,0179	0,0193	0,0202	0,0225	0,0241
	II	2	0,0414	0,0306	0,0471	0,0381	0,0557	0,0407
	II	3	0,0431	0,0448	0,0573	0,0587	0,0566	0,0590
13	II	4	0,0403	0,0313	0,0426	0,0350	0,0549	0,0423
	I	1	0,0271	0,0254	0,0314	0,0301	0,0364	0,0341
	I	2	0,0271	0,0254	0,0314	0,0301	0,0364	0,0341
	II	2	0,0389	0,0163	0,0362	0,0173	0,0538	0,0222
	II	3	0,0246	0,0222	0,0244	0,0223	0,0338	0,0304
	II	4	0,0507	0,0257	0,0427	0,0217	0,0710	0,0360
14	III	4	0,0699	0,0318	0,0623	0,0303	0,0973	0,0439
	III	5	0,0151	0,0154	0,0205	0,0208	0,0197	0,0202
	III	6	0,0722	0,0345	0,0649	0,0333	0,1004	0,0476
	I	1	0,0339	0,0322	0,0375	0,0360	0,0459	0,0434
	I	2	0,0339	0,0322	0,0375	0,0360	0,0459	0,0434
	II	2	0,0414	0,0443	0,0395	0,0420	0,0571	0,0612
15	II	3	0,0258	0,0405	0,0242	0,0366	0,0356	0,0562
	II	4	0,0156	0,0038	0,0152	0,0053	0,0215	0,0049
	I	1	0,0360	0,0162	0,0393	0,0227	0,0488	0,0211
	I	2	0,0360	0,0162	0,0393	0,0227	0,0488	0,0211
15	I	3	0,0720	0,0682	0,0787	0,0755	0,0976	0,0923
	II	3	0,0625	0,0644	0,0669	0,0685	0,0850	0,0876
	II	4	0,0625	0,0644	0,0669	0,0685	0,0850	0,0876
	II	4	0,0625	0,0644	0,0669	0,0685	0,0850	0,0876

## A.15 Edifício Costa do Sol - Dezesesseis Pavimentos

DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Dezesesseis Pavimentos.

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0210	0,0230	0,0281	0,0297	0,0276	0,0303
		2	0,0210	0,0230	0,0281	0,0297	0,0276	0,0303
	II	2	0,0628	0,0856	0,0840	0,1031	0,0824	0,1143
		3	0,0432	0,0621	0,0544	0,0702	0,0573	0,0837
2	I	4	0,0275	0,0235	0,0363	0,0329	0,0361	0,0306
		1	0,0099	0,0069	0,0122	0,0097	0,0132	0,0090
	I	2	0,0074	0,0044	0,0086	0,0061	0,0099	0,0057
		3	0,0113	0,0132	0,0158	0,0174	0,0147	0,0173
3	I	1	0,0083	0,0137	0,0108	0,0153	0,0109	0,0185
		2	0,0083	0,0137	0,0108	0,0153	0,0109	0,0185
	II	2	0,0201	0,0265	0,0279	0,0333	0,0262	0,0352
		3	0,0435	0,0472	0,0602	0,0633	0,0566	0,0618
	III	4	0,0233	0,0248	0,0323	0,0336	0,0304	0,0325
		4	0,0447	0,0567	0,0586	0,0686	0,0589	0,0756
4	I	5	0,0447	0,0567	0,0586	0,0686	0,0589	0,0756
		1	0,0344	0,0394	0,0420	0,0462	0,0459	0,0529
	I	2	0,0344	0,0394	0,0420	0,0462	0,0459	0,0529
		2	0,0340	0,0462	0,0401	0,0503	0,0455	0,0627
	III	3	0,0326	0,0330	0,0448	0,0451	0,0425	0,0431
		4	0,0326	0,0330	0,0448	0,0451	0,0425	0,0431
5	I	1	0,0443	0,0612	0,0584	0,0726	0,0582	0,0819
		2	0,0443	0,0612	0,0584	0,0726	0,0582	0,0819
	II	2	0,0364	0,0484	0,0494	0,0594	0,0476	0,0644
		3	0,0516	0,0254	0,0576	0,0356	0,0697	0,0331
6	II	4	0,0371	0,0229	0,0357	0,0238	0,0511	0,0313
		1	0,1048	0,0777	0,1090	0,0862	0,1430	0,1051
	I	2	0,0207	0,0117	0,0239	0,0163	0,0278	0,0152
		3	0,0207	0,0117	0,0239	0,0163	0,0278	0,0152
	II	4	0,0634	0,0354	0,0611	0,0376	0,0873	0,0482
		4	0,0366	0,0274	0,0341	0,0263	0,0507	0,0377
7	II	5	0,0167	0,0013	0,0147	0,0018	0,0232	0,0017
		6	0,0200	0,0047	0,0194	0,0065	0,0275	0,0061
	I	1	0,0326	0,0342	0,0442	0,0455	0,0427	0,0448
		2	0,0479	0,0475	0,0668	0,0665	0,0623	0,0618
	I	3	0,0311	0,0293	0,0425	0,0411	0,0405	0,0381
		4	0,0123	0,0160	0,0170	0,0201	0,0161	0,0212
II	4	0,0415	0,0429	0,0580	0,0591	0,0539	0,0559	
	5	0,0160	0,0172	0,0222	0,0232	0,0208	0,0225	
8	II	6	0,0259	0,0257	0,0361	0,0360	0,0337	0,0334
		1	0,0412	0,0412	0,0576	0,0576	0,0535	0,0535
	I	2	0,0432	0,0403	0,0589	0,0564	0,0565	0,0523
		3	0,0109	0,0079	0,0136	0,0111	0,0145	0,0103
	I	4	0,0070	0,0087	0,0098	0,0113	0,0091	0,0115
		4	0,0691	0,0522	0,0718	0,0576	0,0943	0,0706
	II	5	0,0842	0,0396	0,0929	0,0554	0,1139	0,0515
		6	0,1533	0,0918	0,1647	0,1130	0,2081	0,1221
	III	6	0,2321	0,0680	0,2175	0,0797	0,3209	0,0911
		7	0,0185	0,0178	0,0245	0,0239	0,0243	0,0233
III	8	0,2506	0,0858	0,2420	0,1036	0,3452	0,1145	
	8	0,1582	0,0466	0,1554	0,0617	0,2175	0,0612	
IV	9	0,0284	0,0224	0,0328	0,0278	0,0382	0,0298	
	10	0,1298	0,0242	0,1226	0,0339	0,1793	0,0315	

**DIREÇÃO X – Edifício Costa do Sol - Dezesesseis Pavimentos (continuação).**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0522	0,0681	0,0728	0,0862	0,0679	0,0902
	I	2	0,0522	0,0681	0,0728	0,0862	0,0679	0,0902
	II	2	0,1105	0,0724	0,1228	0,0908	0,1493	0,0959
	II	3	0,1105	0,0724	0,1228	0,0908	0,1493	0,0959
	III	3	0,2336	0,0889	0,2356	0,1140	0,3201	0,1175
	III	4	0,0672	0,0538	0,0744	0,0632	0,0908	0,0721
	III	8	0,2365	0,0784	0,2200	0,0872	0,3273	0,1060
	IV	4	0,0474	0,0509	0,0661	0,0690	0,0617	0,0666
	IV	5	0,0463	0,0502	0,0641	0,0674	0,0603	0,0657
	IV	6	0,0023	0,0027	0,0029	0,0033	0,0030	0,0036
	V	6	0,0079	0,0085	0,0109	0,0114	0,0103	0,0112
	V	7	0,0079	0,0085	0,0109	0,0114	0,0103	0,0112
	VI	8	0,2652	0,0556	0,2273	0,0512	0,3705	0,0770
	VI	9	0,0286	0,0249	0,0337	0,0306	0,0383	0,0331
	VI	17	0,2551	0,0492	0,2195	0,0465	0,3562	0,0679
	VII	9	0,0145	0,0392	0,0136	0,0344	0,0200	0,0545
	VII	10	0,0234	0,0153	0,0283	0,0214	0,0313	0,0199
	VII	11	0,0305	0,0269	0,0360	0,0330	0,0408	0,0358
	VII	14	0,0325	0,0455	0,0277	0,0386	0,0454	0,0637
	VIII	11	0,0135	0,0203	0,0180	0,0237	0,0176	0,0272
	VIII	12	0,0071	0,0129	0,0085	0,0134	0,0094	0,0176
	VIII	13	0,0084	0,0074	0,0112	0,0103	0,0110	0,0096
	IX	14	0,0341	0,0418	0,0369	0,0433	0,0462	0,0570
	IX	15	0,0341	0,0418	0,0369	0,0433	0,0462	0,0570
	X	15	0,0135	0,0129	0,0176	0,0171	0,0177	0,0169
X	16	0,0135	0,0129	0,0176	0,0171	0,0177	0,0169	
XI	17	0,2488	0,0943	0,2394	0,1096	0,3429	0,1265	
XI	18	0,0763	0,0626	0,0884	0,0768	0,1025	0,0833	
XI	20	0,2591	0,1183	0,2723	0,1541	0,3529	0,1559	
XII	18	0,0625	0,0625	0,0873	0,0873	0,0813	0,0813	
XII	19	0,0625	0,0625	0,0873	0,0873	0,0813	0,0813	
XIII	20	0,1248	0,1455	0,1748	0,1921	0,1623	0,1912	
XIII	21	0,0808	0,0327	0,0861	0,0457	0,1098	0,0425	
XIII	22	0,1403	0,1128	0,1694	0,1464	0,1872	0,1488	
XIV	22	0,0300	0,0321	0,0420	0,0438	0,0390	0,0420	
XIV	23	0,0516	0,0486	0,0706	0,0681	0,0674	0,0632	
XIV	24	0,0181	0,0151	0,0237	0,0212	0,0238	0,0197	
XIV	25	0,0338	0,0338	0,0473	0,0473	0,0439	0,0439	
10	I	1	0,0096	0,0104	0,0133	0,0140	0,0125	0,0137
	I	2	0,0096	0,0104	0,0133	0,0140	0,0125	0,0137
	II	2	0,0225	0,0232	0,0313	0,0319	0,0294	0,0303
	II	3	0,0388	0,0413	0,0537	0,0558	0,0505	0,0541
II	4	0,0162	0,0181	0,0223	0,0239	0,0211	0,0238	
13	I	1	0,0158	0,0176	0,0220	0,0235	0,0206	0,0231
	I	2	0,0158	0,0176	0,0220	0,0235	0,0206	0,0231
	II	2	0,0072	0,0084	0,0096	0,0107	0,0095	0,0112
	II	3	0,0087	0,0126	0,0110	0,0143	0,0115	0,0170
	II	4	0,0014	0,0042	0,0013	0,0037	0,0020	0,0058
	III	4	0,0066	0,0103	0,0091	0,0122	0,0086	0,0138
III	5	0,0144	0,0155	0,0199	0,0208	0,0187	0,0203	
III	6	0,0078	0,0100	0,0108	0,0127	0,0102	0,0133	
14	I	1	0,0171	0,0186	0,0233	0,0247	0,0223	0,0244
	I	2	0,0171	0,0186	0,0233	0,0247	0,0223	0,0244
	II	2	0,0098	0,0129	0,0130	0,0156	0,0129	0,0172
	II	3	0,0083	0,0091	0,0096	0,0102	0,0111	0,0122
II	4	0,0060	0,0038	0,0072	0,0053	0,0081	0,0049	
15	I	1	0,0177	0,0162	0,0240	0,0227	0,0232	0,0211
	I	2	0,0177	0,0162	0,0240	0,0227	0,0232	0,0211
	I	3	0,0325	0,0332	0,0455	0,0461	0,0422	0,0433
	II	3	0,0319	0,0432	0,0413	0,0507	0,0422	0,0579
	II	4	0,0319	0,0432	0,0413	0,0507	0,0422	0,0579

**DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Dezesesseis Pavimentos.**

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_v + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_v + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_v + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
1	I	1	0,0753	0,0656	0,0736	0,0655	0,1036	0,0900
	I	2	0,0753	0,0656	0,0736	0,0655	0,1036	0,0900
	II	2	0,1322	0,1202	0,1422	0,1322	0,1794	0,1627
	II	3	0,0785	0,0967	0,0839	0,0992	0,1066	0,1321
	II	4	0,0537	0,0235	0,0583	0,0329	0,0728	0,0306
2	I	1	0,0358	0,0069	0,0339	0,0097	0,0494	0,0090
	I	2	0,0332	0,0044	0,0303	0,0061	0,0460	0,0057
	I	3	0,0689	0,0717	0,0642	0,0666	0,0954	0,0993
3	I	1	0,0471	0,0411	0,0434	0,0383	0,0653	0,0569
	I	2	0,0471	0,0411	0,0434	0,0383	0,0653	0,0569
	II	2	0,0926	0,0540	0,0887	0,0563	0,1276	0,0736
	II	3	0,0578	0,0568	0,0723	0,0715	0,0767	0,0753
	II	4	0,1112	0,0716	0,1061	0,0729	0,1534	0,0979
	III	4	0,0899	0,1002	0,0966	0,1052	0,1222	0,1365
4	III	5	0,0899	0,1002	0,0966	0,1052	0,1222	0,1365
	I	1	0,0276	0,0315	0,0363	0,0395	0,0364	0,0417
	I	2	0,0276	0,0315	0,0363	0,0395	0,0364	0,0417
	II	2	0,0440	0,0582	0,0485	0,0604	0,0596	0,0794
	II	3	0,0440	0,0582	0,0485	0,0604	0,0596	0,0794
5	III	3	0,0512	0,0546	0,0604	0,0633	0,0685	0,0733
	III	4	0,0512	0,0546	0,0604	0,0633	0,0685	0,0733
	I	1	0,0684	0,0862	0,0786	0,0936	0,0919	0,1169
	I	2	0,0684	0,0862	0,0786	0,0936	0,0919	0,1169
	II	2	0,0738	0,1011	0,0808	0,1037	0,1000	0,1382
6	II	3	0,0456	0,0254	0,0525	0,0356	0,0612	0,0331
	II	4	0,0283	0,0756	0,0283	0,0681	0,0387	0,1051
	I	1	0,0374	0,0428	0,0523	0,0569	0,0486	0,0562
	I	2	0,0264	0,0117	0,0287	0,0163	0,0358	0,0152
	I	3	0,0264	0,0117	0,0287	0,0163	0,0358	0,0152
	I	4	0,0140	0,0173	0,0197	0,0224	0,0183	0,0228
	II	4	0,0060	0,0092	0,0084	0,0111	0,0078	0,0123
	II	5	0,0088	0,0013	0,0081	0,0018	0,0122	0,0017
7	II	6	0,0121	0,0047	0,0128	0,0065	0,0165	0,0061
	I	1	0,0813	0,0810	0,0851	0,0848	0,1109	0,1103
	I	2	0,1075	0,0475	0,1169	0,0665	0,1458	0,0618
	I	3	0,0653	0,0293	0,0713	0,0411	0,0885	0,0381
	I	4	0,1591	0,0628	0,1403	0,0594	0,2216	0,0867
	II	4	0,1711	0,0556	0,1669	0,0698	0,2354	0,0737
	II	5	0,0385	0,0299	0,0411	0,0339	0,0524	0,0403
8	II	6	0,1326	0,0257	0,1258	0,0360	0,1831	0,0334
	I	1	0,1040	0,0412	0,1104	0,0576	0,1414	0,0535
	I	2	0,0943	0,0403	0,1018	0,0564	0,1280	0,0523
	I	3	0,0620	0,0079	0,0565	0,0111	0,0860	0,0103
	I	4	0,1779	0,0658	0,1534	0,0592	0,2484	0,0914
	II	4	0,1951	0,0542	0,1777	0,0593	0,2708	0,0734
	II	5	0,1423	0,0396	0,1417	0,0554	0,1953	0,0515
	II	6	0,1321	0,0938	0,1469	0,1147	0,1785	0,1249
	III	6	0,0409	0,0700	0,0569	0,0814	0,0532	0,0939
	III	7	0,0172	0,0209	0,0234	0,0265	0,0225	0,0277
	III	8	0,0570	0,0810	0,0794	0,0996	0,0741	0,1078
	IV	8	0,0409	0,0413	0,0568	0,0572	0,0532	0,0537
	IV	9	0,0172	0,0170	0,0234	0,0233	0,0225	0,0223
	IV	10	0,0248	0,0242	0,0344	0,0339	0,0323	0,0315

## DIREÇÃO Y – Edifício Costa do Sol - Dezesesseis Pavimentos (continuação).

Grupo	Encontro	Trecho	$\tau_V + \tau_H < 0,20$ (MPa)		$1,4\tau_V + 0,84\tau_H < 0,14$ (MPa)		$1,3\tau_V + 1,4\tau_H < 0,14$ (MPa)	
			Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
9	I	1	0,0689	0,0667	0,0869	0,0850	0,0913	0,0882
	I	2	0,0689	0,0667	0,0869	0,0850	0,0913	0,0882
	II	2	0,0935	0,0634	0,1086	0,0833	0,1256	0,0833
	II	3	0,0935	0,0634	0,1086	0,0833	0,1256	0,0833
	III	3	0,1153	0,0799	0,1362	0,1065	0,1544	0,1049
	III	4	0,1276	0,0874	0,1252	0,0915	0,1755	0,1192
	III	8	0,0886	0,0837	0,0957	0,0917	0,1202	0,1134
	IV	4	0,1555	0,0802	0,1568	0,0936	0,2130	0,1076
	IV	5	0,0690	0,0617	0,0832	0,0771	0,0921	0,0819
	IV	6	0,0864	0,0184	0,0736	0,0164	0,1209	0,0256
	V	6	0,0307	0,0242	0,0300	0,0246	0,0423	0,0332
	V	7	0,0307	0,0242	0,0300	0,0246	0,0423	0,0332
	VI	8	0,0704	0,1523	0,0637	0,1325	0,0978	0,2125
	VI	9	0,1353	0,1709	0,1234	0,1533	0,1877	0,2375
	VI	17	0,0649	0,0186	0,0597	0,0208	0,0899	0,0251
	VII	9	0,1740	0,1353	0,1476	0,1152	0,2434	0,1892
	VII	10	0,0326	0,0153	0,0359	0,0214	0,0441	0,0199
	VII	11	0,1419	0,0653	0,1296	0,0653	0,1968	0,0896
	VII	14	0,0315	0,0866	0,0268	0,0731	0,0440	0,1212
	VIII	11	0,0864	0,0586	0,0793	0,0559	0,1198	0,0809
	VIII	12	0,0596	0,0513	0,0526	0,0456	0,0830	0,0713
	VIII	13	0,0268	0,0074	0,0266	0,0103	0,0367	0,0096
	IX	14	0,0293	0,0519	0,0329	0,0518	0,0396	0,0712
	IX	15	0,0293	0,0519	0,0329	0,0518	0,0396	0,0712
	X	15	0,0257	0,0357	0,0279	0,0362	0,0349	0,0488
X	16	0,0257	0,0357	0,0279	0,0362	0,0349	0,0488	
XI	17	0,0873	0,0637	0,1037	0,0839	0,1167	0,0837	
XI	18	0,1091	0,1510	0,1159	0,1511	0,1484	0,2070	
XI	20	0,1306	0,2146	0,1644	0,2350	0,1730	0,2907	
XII	18	0,0815	0,0810	0,1033	0,1028	0,1079	0,1072	
XII	19	0,0815	0,0810	0,1033	0,1028	0,1079	0,1072	
XIII	20	0,1927	0,2418	0,2318	0,2730	0,2573	0,3260	
XIII	21	0,1354	0,0327	0,1320	0,0457	0,1862	0,0425	
XIII	22	0,2628	0,2091	0,2723	0,2273	0,3587	0,2836	
XIV	22	0,2009	0,0946	0,1856	0,0963	0,2783	0,1295	
XIV	23	0,1027	0,0486	0,1135	0,0681	0,1389	0,0632	
XIV	24	0,0692	0,0151	0,0666	0,0212	0,0953	0,0197	
XIV	25	0,0965	0,0338	0,1000	0,0473	0,1318	0,0439	
10	I	1	0,0201	0,0223	0,0221	0,0239	0,0273	0,0303
	I	2	0,0201	0,0223	0,0221	0,0239	0,0273	0,0303
	II	2	0,0501	0,0351	0,0544	0,0418	0,0679	0,0469
	II	3	0,0456	0,0480	0,0594	0,0614	0,0601	0,0634
13	II	4	0,0515	0,0389	0,0520	0,0414	0,0706	0,0529
	I	1	0,0323	0,0301	0,0358	0,0339	0,0437	0,0405
	I	2	0,0323	0,0301	0,0358	0,0339	0,0437	0,0405
	II	2	0,0535	0,0209	0,0485	0,0212	0,0743	0,0287
	II	3	0,0327	0,0293	0,0312	0,0283	0,0451	0,0404
	II	4	0,0735	0,0375	0,0619	0,0316	0,1028	0,0525
14	III	4	0,0986	0,0436	0,0864	0,0402	0,1374	0,0604
	III	5	0,0155	0,0161	0,0209	0,0213	0,0204	0,0211
	III	6	0,1014	0,0470	0,0894	0,0437	0,1412	0,0650
14	I	1	0,0420	0,0396	0,0443	0,0423	0,0572	0,0538
	I	2	0,0420	0,0396	0,0443	0,0423	0,0572	0,0538
	II	2	0,0562	0,0607	0,0519	0,0558	0,0778	0,0842
	II	3	0,0353	0,0569	0,0322	0,0504	0,0489	0,0792
15	II	4	0,0209	0,0038	0,0197	0,0053	0,0289	0,0049
	I	1	0,0449	0,0162	0,0468	0,0227	0,0613	0,0211
	I	2	0,0449	0,0162	0,0468	0,0227	0,0613	0,0211
	I	3	0,0898	0,0848	0,0937	0,0894	0,1225	0,1154
15	II	3	0,0791	0,0824	0,0809	0,0837	0,1082	0,1128
	II	4	0,0791	0,0824	0,0809	0,0837	0,1082	0,1128

## Apêndice B: Análise de variância

Neste apêndice são apresentados os resultados das análises de variância realizadas nos conjuntos de dados obtidos com os modelos estudados neste trabalho. Tais análises foram realizadas utilizando-se o programa Excel. Os resultados são mostrados em tabelas ANOVA (ANalysis Of VAriance). A tabela ANOVA fornece um valor F, obtido a partir da distribuição F de probabilidades, a partir do qual será tomada a decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese nula. A tomada de decisão é feita após comparar o F observado ( $F_o$ ) com o F crítico ( $F_c$ ) correspondente ao nível de significância alfa adotado, sendo  $F_o < F_c$  a condição que deve ser satisfeita para aceitação da hipótese de igualdade. Também podem ser comparados o valor p e o nível de significância. Quanto menor o valor p, mais significativa é a diferença entre as amostras, ou seja, para aceitação da hipótese nula esse valor deve ser maior que alfa. A tabela a seguir apresenta um exemplo de ANOVA com as características dos conjuntos em análise e com rejeição da hipótese nula. O nível de significância adotado foi de 5%, o que significa que as amostras são estatisticamente diferentes a este nível, pois  $F_o > F_c$  e  $p < 0,05$ .

ANOVA com rejeição da hipótese nula.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância		
Amostra 1	10	55	5,5	9,166667		
Amostra 2	10	23923	2392,3	11441963		
ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P	F crítico
Entre grupos	28484071	1	28484071	4,978874	0,038614	4,413873
Dentro dos grupos	1,03E+08	18	5720986			
Total	1,03E+08	19				

SQ: soma quadrática, gl: graus de liberdade, MQ: média quadrática, F: probabilidade obtida pela distribuição F.

Adicionalmente foi utilizado o *Student Test* ou Teste-T, que analogamente à análise de variância, avalia se duas ou mais amostras são diferentes a um certo grau de significância. O Teste T é um teste de hipótese que avalia a igualdade das médias de cada amostra. No caso de se comparar duas amostras,

a hipótese nula é aquela em que a diferença das médias é zero, isto é, não há diferenças entre os grupos. Na tabela fornecida pelo Teste T deve ser observado o valor de  $P(T \leq t)$  uni-caudal que mostra se há diferença significativa entre as duas amostras se  $P < \alpha$ , ou se não há diferença significativa entre as duas amostras se  $P > \alpha$ .

Teste-T - duas amostras presumindo variâncias equivalentes.

	<i>Amostra 1</i>	<i>Amostra 2</i>
Média	2,124670137	1,86725
Variância	3,172817266	2,0093814
Observações	16	16
Variância agrupada	2,591099333	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	30	
Stat t	0,452319675	
$P(T \leq t)$ uni-caudal	0,32714629	
t crítico uni-caudal	1,697260851	
$P(T \leq t)$ bi-caudal	0,65429258	
t crítico bi-caudal	2,042272449	

A seguir são apresentados em resumo os valores principais obtidos com a análise estatística dos conjuntos de dados em questão.

## B.1 Edificação Padrão - Quatro Pavimentos

### B.1.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	176	553,32	3,143	19,491	0,002	1	0,002	0,0001	0,991	3,868	0,495
	2	176	554,18	3,148	18,115							
PX	1	96	144,554	1,505	2,908	5,2E-07	1	5,21E-07	1,83E-07	0,999	3,890	0,499
	2	96	144,564	1,505	2,754							
PY	1	80	408,773	5,109	32,505	0,004	1	0,004	0,0001	0,990	3,900	0,495
	2	80	409,623	5,1202	29,601							
PX3	1	4	23,518	5,879	7,897	0,012	1	0,012	0,002	0,962	5,987	0,481
	2	4	23,838	5,959	2,891							
PY8	1	4	59,575	14,89	49,353	0,490	1	0,490	0,014	0,906	5,987	0,453
	2	4	57,594	14,39	16,064							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.1.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX3	1	4	0,417	0,104	0,006	5E-07	1	5E-07	9,6E-05	0,992	5,987	0,496
	2	4	0,415	0,103	0,004							
PY8	1	4	0,572	0,143	0,011	0,0002	1	0,0002	0,021	0,887	5,987	0,443
	2	4	0,614	0,153	0,008							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.



### B.1.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	4	0,003	0,0008	3,9E-07	7,28E-09	1	7,28E-09	0,021	0,887	5,987	0,443
	2	4	0,003	0,0007	2,83E-07							
Y	1	4	0,003	0,0008	4,4E-07	1,05E-08	1	1,05E-08	0,025	0,879	5,987	0,439
	2	4	0,003	0,0009	3,95E-07							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.2 Edificação Padrão - Oito Pavimentos

### B.2.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	352	2275,468	6,464	89,596	0,011	1	0,011	0,0001	0,990	3,854	0,495
	2	352	2278,361	6,472	93,143							
PX	1	192	573,572	2,987	12,227	0,010	1	0,010	0,0008	0,976	3,865	0,488
	2	192	571,519	2,976	12,479							
PY	1	160	1701,895	10,636	150,981	0,076	1	0,07	0,0004	0,982	3,870	0,491
	2	160	1706,842	10,667	158,159							
PX3	1	8	93,205	11,650	34,359	4,396	1	4,396	0,146	0,707	4,600	0,353
	2	8	101,592	12,699	25,709							
PY8	1	8	247,9858	30,998	239,374	9,131	1	9,131	0,046	0,833	4,60	0,416
	2	8	260,073	32,509	156,814							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.2.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX3	1	8	2,769	0,346	0,078	0,004	1	0,004	0,066	0,800	4,600	0,400
	2	8	2,507	0,313	0,050							
PY8	1	8	4,003	0,500	0,163	0,001	1	0,001	0,008	0,926	4,600	0,463
	2	8	3,865	0,483	0,110							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.2.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	8	0,073	0,009	5,19E-05	1,3E-5	1	1,3E-5	0,314	0,583	4,600	0,292
	2	8	0,058	0,007	3,14E-05							
Y	1	8	0,081	0,010	6,51E-05	6,8E-6	1	6,8E-6	0,124	0,729	4,600	0,364
	2	8	0,071	0,008	4,51E-05							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.3 Edificação Padrão - Doze Pavimentos

#### B.3.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	528	5553,316	10,517	245,005	0,004	1	0,004	1,839E-5	0,996	3,850	0,498
	2	528	5555,547	10,521	267,410							
PX	1	288	1380,06	4,791	32,287	0,0001	1	0,0001	4,0E-6	0,998	3,857	0,499
	2	288	1380,34	4,792	34,792							
PY	1	80	240	4173,2	17,388	0,007	1	0,007	1,8E-5	0,996	3,860	0,498
	2	80	240	4175,1	17,396							
PX3	1	12	224,260	18,688	91,911	34,674	1	34,674	0,379	0,544	4,300	0,272
	2	12	253,108	21,092	90,992							
PY8	1	12	608,090	50,674	668,208	101,11	1	101,11	0,162	0,690	4,300	0,345
	2	12	657,353	54,779	573,774							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

#### B.3.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX3	1	12	9,389	0,782	0,421	0,072	1	0,072	0,210	0,650	4,30	0,325
	2	12	8,074	0,672	0,262							
PY8	1	12	13,779	1,148	0,903	0,069	1	0,069	0,094	0,761	4,30	0,380
	2	12	12,484	1,040	0,583							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.3.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	12	0,388	0,032	0,0006	0,0003	1	0,0003	0,601	0,446	4,300	0,223
	2	12	0,299	0,024	0,0003							
Y	1	12	0,439	0,036	0,0008	0,0002	1	0,0002	0,338	0,566	4,300	0,283
	2	12	0,362	0,030	0,0005							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.4 Edificação Padrão - Dezesseis Pavimentos

### B.4.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	704	10634,65	15,106	512,256	0,593	1	0,593	0,001	0,973	3,848	0,486
	2	704	10663,55	15,147	584,680							
PX	1	384	2637,8	6,869	67,253	0,242	1	0,242	0,003	0,953	3,853	0,476
	2	384	2624,2	6,833	73,810							
PY	1	320	7996,7	24,989	868,482	2,828	1	2,828	0,003	0,956	3,856	0,478
	2	320	8039,3	25,122	1016,858							
PX3	1	16	428,65	26,790	192,693	121,775	1	121,775	0,598	0,445	4,170	0,222
	2	16	491,077	30,692	214,486							
PY8	1	16	1165,2	72,826	1411,621	526,532	1	526,532	0,375	0,544	4,170	0,272
	2	16	1295,02	80,939	1392,314							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.4.2 Tensão Normal**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX3	1	16	23,014	1,438	1,458	0,467	1	0,467	0,399	0,532	4,170	0,266
	2	16	19,147	1,196	0,881							
PY8	1	16	33,994	2,124	3,172	0,530	1	0,530	0,204	0,654	4,170	0,327
	2	16	29,876	1,867	2,009							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.4.3 Translações em X e Y**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	16	1,339	0,083	0,004	0,003	1	0,003	0,901	0,350	4,170	0,175
	2	16	1,016	0,063	0,002							
Y	1	16	1,531	0,095	0,006	0,002	1	0,002	0,541	0,467	4,170	0,233
	2	16	1,237	0,077	0,003							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.5 Edifício Golden Club - Quatro Pavimentos

### B.5.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uniaudal
PX e PY	1	364	976,608	2,682	44,945	0,005	1	0,005	0,0001	0,990	3,854	0,495
	2	364	978,538	2,688	26,672							
PX	1	208	347,771	1,671	42,109	8,2E-5	1	8,2E-5	2,5E-6	0,998	3,864	0,499
	2	208	347,956	1,6728	23,292							
PY	1	156	628,837	4,031	45,823	0,009	1	0,009	0,0002	0,987	3,871	0,493
	2	156	630,582	4,042	28,129							
PX23	1	4	124,889	31,222	223,937	96,049	1	96,049	0,687	0,438	5,987	0,219
	2	4	97,169	24,292	55,277							
PY13	1	4	102,666	25,666	147,694	98,420	1	98,420	1,179	0,319	5,987	0,159
	2	4	74,606	18,651	19,180							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.5.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uniaudal
PX23	1	4	0,437	0,109	0,006	0,0004	1	0,0004	0,079	0,787	5,987	0,393
	2	4	0,378	0,094	0,003							
PY13	1	4	0,267	0,066	0,002	0,0001	1	0,0001	0,060	0,814	5,987	0,407
	2	4	0,235	0,058	0,001							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.5.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	4	0,001	0,0003	5,3E-08	1,4E-8	1	1,4E-8	0,2537	0,632	5,987	0,316
	2	4	0,001	0,0003	6,17E-08							
Y	1	4	0,0008	0,0002	2,71E-08	1,5E-8	1	1,5E-8	0,483	0,512	5,987	0,256
	2	4	0,001	0,0003	3,62E-08							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.6 Edifício Golden Club - Oito Pavimentos

### B.6.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	728	4110,574	5,646	205,418	0,0456	1	0,045	0,0002	0,987	3,847	0,493
	2	728	4118,729	5,657	145,390							
PX	1	416	1410,778	3,391	180,783	0,010	1	0,010	7,18E-5	0,993	3,852	0,496
	2	416	1413,773	3,398	119,203							
PY	1	312	2699,796	8,653	223,080	0,042	1	0,042	0,0002	0,988	3,856	0,220
	2	312	2704,956	8,669	164,872							
PX23	1	8	506,646	63,330	1021,405	457,350	1	457,350	0,593	0,453	4,600	0,226
	2	8	421,103	52,637	519,148							
PY13	1	8	440,784	55,098	762,043	313,166	1	313,166	0,640	0,437	4,600	0,218
	2	8	369,998	46,249	216,346							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.6.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX23	1	8	2,978	0,372	0,091	0,005	1	0,005	0,069	0,795	4,600	0,397
	2	8	2,681	0,335	0,066							
PY13	1	8	1,93	0,241	0,0381	0,005	1	0,005	0,161	0,694	4,600	0,347
	2	8	1,646	0,205	0,024							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.6.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	8	0,021	0,002	4,43E-06	2,27E-8	1	2,27E-8	0,005	0,941	4,600	0,470
	2	8	0,020	0,002	3,71E-06							
Y	1	8	0,015	0,001	2,54E-06	4,1E-10	1	4,1E-10	0,0001	0,989	4,600	0,494
	2	8	0,016	0,002	2,21E-06							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.



## B.7 Edifício Golden Club - Doze Pavimentos

### B.7.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	1092	9923,805	9,087	537,504	0,092	1	0,092	0,0001	0,988	3,845	0,494
	2	1092	9938,042	9,100	419,851							
PX	1	624	3338,093	5,349	457,101	0,043	1	0,043	0,0001	0,991	3,848	0,495
	2	624	3345,492	5,361	324,870							
PY	1	468	6585,712	14,072	602,347	0,049	1	0,049	9,03E-5	0,992	3,851	0,496
	2	468	6592,55	14,086	503,863							
PX23	1	12	1198,79	99,899	2638,400	1259,61	1	1259,61	0,592	0,449	4,300	0,224
	2	12	1024,92	85,41	1615,615							
PY13	1	12	1075,227	89,602	2100,156	101,11	1	101,11	0,162	0,690	4,300	0,310
	2	12	978,856	81,571	969,070							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.7.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX23	1	12	9,902	0,825	0,469	0,030	1	0,030	0,073	0,789	4,300	0,394
	2	12	9,044	0,753	0,370							
PY13	1	12	6,605	0,550	0,208	0,046	1	0,046	0,275	0,604	4,300	0,302
	2	12	5,546	0,462	0,131							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.7.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uniaudal
X	1	12	0,110	0,009	5,59E-05	5,82E-6	1	5,82E-6	0,118	0,733	4,300	0,366
	2	12	0,098	0,008	4,21E-05							
Y	1	12	0,086	0,007	3,4E-05	3,23E-6	1	3,23E-6	0,108	0,744	4,300	0,372
	2	12	0,077	0,006	2,54E-05							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.8 Edifício Golden Club - Dezesesseis Pavimentos

### B.8.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uniaudal
PX e PY	1	1456	18935,542	13,005	1114,458	0,426	1	0,426	0,0004	0,983	3,844	0,491
	2	1456	18970,769	13,029	919,660							
PX	1	832	6415,789	7,711	957,744	0,127	1	0,127	0,0001	0,990	3,847	0,495
	2	832	6430,373	7,728	703,627							
PY	1	624	12519,75	20,063	1237,952	0,341	1	0,341	0,0002	0,986	3,848	0,493
	2	624	12540,39	20,096	1121,745							
PX23	1	16	2304,086	144,005	5586,503	2934,83	1	2934,83	0,636	0,431	4,170	0,215
	2	16	1997,631	124,851	3634,426							
PY13	1	16	2044,065	127,754	4361,688	233,074	1	233,074	0,067	0,797	4,170	0,398
	2	16	1957,703	122,356	2569,981							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.8.2 Tensão Normal**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX23	1	16	24,508	1,531	1,655	0,115	1	0,115	0,076	0,783	4,170	0,391
	2	16	22,586	1,411	1,351							
PY13	1	16	16,17	1,010	0,718	0,233	1	0,233	0,401	0,531	4,170	0,265
	2	16	13,435	0,839	0,446							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.8.3 Translações em X e Y**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	16	0,390	0,024	0,0003	9,18E-5	1	9,18E-5	0,271	0,606	4,170	0,303
	2	16	0,336	0,021	0,0002							
Y	1	16	0,301	0,018	0,0002	6,53E-5	1	6,53E-5	0,330	0,569	4,170	0,284
	2	16	0,255	0,015	0,0001							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.9 Edifício Jardim Portugal - Quatro Pavimentos

### B.9.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	396	863,572	2,180	26,600	0,313	1	0,313	0,015	0,900	3,853	0,450
	2	396	847,826	2,140	13,134							
PX	1	264	484,956	1,836	15,967	0,004	1	0,004	0,0003	0,985	3,859	0,492
	2	264	486,469	1,842	9,121							
PY	1	132	378,616	2,868	47,437	1,128	1	1,128	0,033	0,855	3,877	0,427
	2	132	361,357	2,737	20,755							
PX34	1	4	80,805	20,201	92,189	60,775	1	60,775	1,129	0,328	5,987	0,173
	2	4	58,755	14,688	15,409							
PY25	1	4	107,961	26,990	165,045	142,492	1	142,492	1,456	0,272	5,987	0,146
	2	4	74,198	18,549	30,554							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.9.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX34	1	4	0,468	0,117	0,007	0,0005	1	0,0005	0,084	0,780	5,987	0,391
	2	4	0,404	0,101	0,004							
PY25	1	4	0,34	0,085	0,004	0,0007	1	0,0007	0,231	0,647	5,987	0,325
	2	4	0,265	0,066	0,001							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.9.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	4	0,002	0,0005	1,43E-07	1,5E-10	1	1,5E-10	0,0012	0,972	5,987	0,486
	2	4	0,001989	0,0004	1,02E-07							
Y	1	4	0,0009	0,0002	3,05E-08	8,95E-9	1	8,95E-9	0,268	0,622	5,987	0,311
	2	4	0,001	0,0003	3,6E-08							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.10 Edifício Jardim Portugal - Oito Pavimentos

### B.10.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	792	3716,751	4,692	129,113	1,371	1	1,371	0,013	0,907	3,847	0,453
	2	792	3670,136	4,634	73,549							
PX	1	528	2091,99	3,962	78,062	0,020	1	0,020	0,0003	0,985	3,850	0,492
	2	528	2096,684	3,970	50,231							
PY	1	264	1624,761	6,154	228,684	4,986	1	4,986	0,028	0,865	3,859	0,432
	2	264	1573,452	5,960	117,905							
PX34	1	8	348,571	43,571	478,415	342,981	1	342,981	1,043	0,324	4,600	0,163
	2	8	274,492	34,311	179,262							
PY25	1	8	463,288	57,911	846,512	945,900	1	945,900	1,628	0,222	4,600	0,113
	2	8	340,266	42,533	315,107							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.10.2 Tensão Normal**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX34	1	8	3,391	0,423	0,117	0,017	1	0,017	0,188	0,670	4,600	0,335
	2	8	2,86	0,357	0,069							
PY25	1	8	2,448	0,306	0,061	0,014	1	0,014	0,303	0,590	4,600	0,295
	2	8	1,963	0,245	0,035							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.10.3 Translações em X e Y**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	8	0,048	0,006	2,26E-05	9,3E-06	1	9,3E-06	0,550	0,470	4,600	0,235
	2	8	0,036	0,004	1,12E-05							
Y	1	8	0,022	0,002	4,79E-06	2,98E-8	1	2,98E-8	0,006	0,935	4,600	0,467
	2	8	0,021	0,002	3,95E-06							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.11 Edifício Jardim Portugal - Doze Pavimentos

### B.11.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	1188	9064,638	7,630	346,542	3,946	1	3,946	0,014	0,905	3,845	0,452
	2	1188	8967,808	7,548	210,833							
PX	1	792	5123,263	6,468	212,027	0,020	1	0,020	0,0001	0,991	3,847	0,495
	2	792	5128,897	6,475	144,217							
PY	1	396	3941,375	9,952	608,676	13,256	1	13,256	0,028	0,867	3,853	0,433
	2	396	3838,911	9,694	337,845							
PX34	1	12	853,637	71,136	1327,277	1026,32	1	1026,32	1,021	0,323	4,300	0,162
	2	12	696,692	58,057	682,461							
PY25	1	12	1123,851	93,654	2303,498	3199,85	1	3199,85	1,889	0,183	4,300	0,092
	2	12	846,729	70,560	1084,184							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.11.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX34	1	12	11,662	0,971	0,649	0,169	1	0,169	0,324	0,574	4,300	0,287
	2	12	9,648	0,804	0,393							
PY25	1	12	8,334	0,694	0,331	0,110	1	0,110	0,41281	0,527	4,300	0,263
	2	12	6,705	0,558	0,203							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.11.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	12	0,247	0,020	0,0002	0,0002	1	0,0002	1,173	0,290	4,300	0,146
	2	12	0,171	0,014	0,0001							
Y	1	12	0,112	0,009	5,89E-05	5,54E-6	1	5,54E-6	0,107	0,746	4,300	0,373
	2	12	0,101	0,008	4,46E-05							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.12 Edifício Jardim Portugal - Dezesesseis Pavimentos

### B.12.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	1824	18669,674	10,235	629,949	0,127	1	0,127	0,0002	0,987	3,844	0,493
	2	1824	18691,249	10,247	402,026							
PX	1	1056	9721,448	9,205	433,702	0,047	1	0,047	0,0001	0,990	3,845	0,495
	2	1056	9731,497	9,215	303,250							
PY	1	768	8948,226	11,651	897,240	0,086	1	0,086	0,0001	0,991	3,847	0,495
	2	768	8959,752	11,666	534,933							
PX34	1	16	1619,806	101,237	2744,762	2273,67	1	2273,67	1,047	0,314	4,170	0,157
	2	16	1350,07	84,379	1596,225							
PY25	1	16	2146,873	134,179	4826,150	8200,54	1	8200,54	2,245	0,144	4,170	0,072
	2	16	1634,606	102,162	2477,496							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.



**B.12.2 Tensão Normal**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX34	1	16	28,502	1,781	2,234	0,832	1	0,832	0,461	0,501	4,170	0,251
	2	16	23,342	1,458	1,368							
PY25	1	16	20,506	1,281	1,156	0,496	1	0,496	0,526	0,473	4,170	0,236
	2	16	16,522	1,032	0,728							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.12.3 Translações em X e Y**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	16	0,856	0,053	0,001	0,002	1	0,002	1,874	0,181	4,170	0,091
	2	16	0,571	0,0357	0,0008							
Y	1	16	0,392	0,024	0,0003	9,05E-5	1	9,05E-5	0,264	0,610	4,170	0,305
	2	16	0,339	0,021	0,0002							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

## B.13 Edifício Costa do Sol - Quatro Pavimentos

### B.13.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	508	1012,532	1,993	26,448	0,010	1	0,010	0,0004	0,982	3,850	0,491
	2	508	1015,734	1,999	14,953							
PX	1	312	332,96	1,067	25,935	0,008	1	0,008	0,0004	0,982	3,856	0,491
	2	312	335,26	1,074	11,337							
PY	1	196	679,572	3,467	23,847	0,002	1	0,002	0,0001	0,991	3,865	0,495
	2	196	680,474	3,471	17,2489							
PX30	1	4	135,409	33,852	266,119	332,897	1	332,897	2,3671	0,174	5,987	0,110
	2	4	83,803	20,950	15,150							
PY36	1	4	67,511	16,877	63,991	5,756	1	5,756	0,142	0,719	5,987	0,362
	2	4	60,725	15,181	17,009							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.13.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX49	1	4	0,208	0,052	0,001	1,13E-6	1	1,13E-6	0,0008	0,977	5,987	0,488
	2	4	0,205	0,051	0,001							
PY16	1	4	0,337	0,084	0,004	0,0001	1	0,0001	0,028	0,872	5,987	0,436
	2	4	0,308	0,077	0,003							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.13.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	4	0,0004	0,0001	8,22E-09	2,2E-08	1	2,2E-08	1,587	0,254	5,987	0,131
	2	4	0,0009	0,0002	1,95E-08							
Y	1	4	0,001	0,0003	5,92E-08	8,27E-9	1	8,27E-9	0,138	0,722	5,987	0,361
	2	4	0,001	0,0003	6,02E-08							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.14 Edifício Costa do Sol - Oito Pavimentos

#### B.14.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	1016	4176,235	4,110	114,682	0,256	1	0,256	0,002	0,959	3,846	0,479
	2	1016	4199,082	4,132	82,471							
PX	1	624	1319,092	2,113	106,147	0,283	1	0,283	0,003	0,953	3,848	0,476
	2	624	1337,886	2,144	63,852							
PY	1	392	2857,143	7,288	112,088	0,020	1	0,020	0,0002	0,988	3,853	0,494
	2	392	2861,196	7,298	95,987							
PX30	1	8	536,476	67,059	1153,144	955,397	1	955,397	1,342	0,265	4,600	0,136
	2	8	412,838	51,604	270,299							
PY36	1	8	283,834	35,479	316,413	3,591	1	3,591	0,014	0,905	4,600	0,452
	2	8	291,414	36,426	172,299							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.14.2 Tensão Normal**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX49	1	8	1,38	0,172	0,019	0,0001	1	0,0001	0,007	0,933	4,600	0,466
	2	8	1,334	0,166	0,016							
PY16	1	8	2,381	0,297	0,058	0,006	1	0,006	0,125	0,728	4,600	0,364
	2	8	2,06	0,257	0,044							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.14.3 Translações em X e Y**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	8	0,003	0,0004	1,44E-07	1,91E-6	1	1,91E-6	4,562	0,050	4,600	0,029
	2	8	0,009	0,001	6,92E-07							
Y	1	8	0,010	0,001	1,17E-06	4,28E-6	1	4,28E-6	2,027	0,176	4,600	0,089
	2	8	0,019	0,002	3,06E-06							

A menos da translação em X, as amostras dos modelos são iguais a um nível de significância de 5,00%.

## B.15 Edifício Costa do Sol - Doze Pavimentos

### B.15.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	1524	10041,863	6,589	295,008	1,093	1	1,093	0,004	0,949	3,844	0,474
	2	1524	10099,606	6,627	243,796							
PX	1	936	3090,247	3,301	263,008	1,188	1	1,188	0,005	0,942	3,846	0,471
	2	936	3137,423	3,351	189,051							
PY	1	588	6951,616	11,822	301,812	0,094	1	0,094	0,0003	0,985	3,849	0,492
	2	588	6962,183	11,840	287,082							
PX30	1	12	1256,797	104,733	2914,832	1087,50	1	1087,50	0,543	0,468	4,300	0,235
	2	12	1095,242	91,270	1084,537							
PY36	1	12	690,586	57,548	867,212	249,150	1	249,150	0,332	0,570	4,300	0,285
	2	12	767,914	63,992	632,550							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.15.2 Tensão Normal

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX49	1	12	4,543	0,378	0,099	0,004	1	0,004	0,045	0,832	4,300	0,416
	2	12	4,225	0,352	0,085							
PY16	1	12	8,138	0,678	0,315	0,071	1	0,071	0,261	0,614	4,300	0,307
	2	12	6,827	0,568	0,231							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.15.3 Translações em X e Y

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	12	0,039	0,003	6,97E-06	5,3E-10	1	5,3E-10	8,0E-05	0,992	4,300	0,496
	2	12	0,039	0,003	6,17E-06							
Y	1	12	0,116	0,009	6,08E-05	2,52E-5	1	2,52E-5	0,524	0,476	4,300	0,238
	2	12	0,092	0,007	3,52E-05							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

### B.16 Edifício Costa do Sol - Dezesseis Pavimentos

#### B.16.1 Esforço Cortante

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX e PY	1	2032	19148,394	9,423	606,833	2,588	1	2,588	0,004	0,946	3,843	0,473
	2	2032	19250,966	9,473	550,871							
PX	1	1248	5858,065	4,693	535,953	2,680	1	2,680	0,005	0,940	3,845	0,470
	2	1248	5939,858	4,759	434,461							
PY	1	784	13290,32	16,951	628,090	0,275	1	0,275	0,0004	0,983	3,847	0,491
	2	784	13311,10	16,978	645,154							
PX30	1	16	2382,452	148,903	5998,112	513,673	1	513,673	0,113	0,738	4,170	0,369
	2	16	2254,243	140,890	3020,516							
PY36	1	16	1320,28	82,517	1821,000	1650,39	1	1650,39	0,961	0,334	4,170	0,167
	2	16	1550,09	96,880	1610,932							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.16.2 Tensão Normal**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
PX49	1	16	11,097	0,693	0,339	0,035	1	0,035	0,113	0,738	4,170	0,369
	2	16	11,097	0,693	0,339							
PY16	1	16	20,036	1,252	1,103	0,372	1	0,372	0,393	0,534	4,170	0,267
	2	16	16,585	1,036	0,785							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.

**B.16.3 Translações em X e Y**

Conjunto analisado	Modelo	Número de Observações	Soma	Média	Variância	ANOVA						TEST-T
						SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico	P uni-caudal
X	1	16	0,133	0,008	4,53E-05	6,92E-6	1	6,92E-6	0,178	0,675	4,170	0,337
	2	16	0,118	0,007	3,23E-05							
Y	1	16	0,396	0,024	0,0004	0,0001	1	0,0001	0,615	0,438	4,170	0,219
	2	16	0,316	0,019	0,0002							

Com 5,00% de significância, as amostras dos modelos não são estatisticamente diferentes.