



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

Levantamento das características de edifícios residenciais brasileiros

**Cristiano André Teixeira
Andrea Invidiata
Márcio José Sorgato
Ana Paula Melo
Michele Fossati
Roberto Lamberts**

Florianópolis, abril de 2015





RESUMO EXECUTIVO

O presente relatório tem como objetivos contribuir com a discussão acerca da definição de tipologias de unidades habitacionais (UHs) presentes em edificações residenciais multifamiliares recém-construídas no Brasil, e de identificar, através de análises quantitativas e qualitativas, características físicas dos elementos que podem alterar o desempenho térmico de uma unidade habitacional.

Para a obtenção desses resultados foi feito, por meio do estudo de plantas baixas e memoriais descritivos disponíveis nos sites de vendas de construtoras e/ou incorporadoras, o levantamento e a análise de 167 empreendimentos localizados em 48 cidades brasileiras presentes em 22 estados da federação mais o Distrito Federal. Este número corresponde a um total de 346 plantas analisadas, que representam, pela repetição das plantas nos pavimentos tipo, 11.499 apartamentos divulgados para venda entre 2013 e 2014.

Como resultado final foi elaborado um banco de dados cujas informações ajudam a ilustrar o atual cenário do mercado imobiliário nacional. Além disso, a junção destas informações em um banco de dados possibilitou a análise da disposição e das possíveis correlações entre as características físicas dos ambientes construídos das edificações residenciais. Esse estudo também serviu de parâmetro para a elaboração de modelos base para a simulação computacional que visam dar suporte a um novo método de análise da envoltória de edificações residenciais em estudo para a melhoria do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Por fim, os quatro modelos definidos no layout e nas características construtivas foram avaliados e classificados pelo método de simulação do RTQ-R para se conhecer o nível de eficiência energética da envoltória das edificações sendo construídas no país.



1 INTRODUÇÃO

Justificativa

A diversificação do modo de vida contemporâneo, fomentada por transformações recentes como a inserção da mulher no mercado de trabalho, a diminuição do número de filhos, a queda da mortalidade e a tendência ao trabalho em casa acarretou a transformação da concepção tradicional de núcleo familiar (PEREIRA, 1999).

Estas transformações, aliadas ao fato de que o Brasil é considerado um país predominantemente urbano, com uma taxa de urbanização que avançou de 55,92% em 1970 para 84,36% em 2010 (IBGE, 2010), incentivaram, no decorrer das décadas, o acréscimo no número de edificações multifamiliares, bem como a sua variação que atende aos diversos núcleos familiares encontrados no país. Variação que, como afirma Brandão (2003), se analisada sob a ótica antropológica, é incentivada pelo próprio comportamento dos indivíduos, vindo da tendência do ser humano de buscar uma identidade própria a partir da sua diferenciação em relação ao outro.

Atualmente, os edifícios multifamiliares representam uma parte significativa das habitações construídas no Brasil. Como afirmam Pontello e Tramontano (2013), o crescimento da economia nacional aliado a um massivo financiamento estatal no setor imobiliário impactou de forma direta a construção civil, que teve na construção de edificações multifamiliares um dos seus vetores de crescimento. Assim, esse incentivo às edificações residenciais, proporcionado por programas como o Minha Casa Minha Vida, cuja cifra total chega a R\$ 361,6 bilhões (BRASIL, 2014), e as transformações sociais ocorridas nas últimas décadas fazem das pesquisas que visam traçar um perfil imobiliário nacional, a partir da tipificação de unidades habitacionais, estratégicas para o país.

Objetivos

- Obter uma definição dos tipos de formatos-base das unidades habitacionais de edificações residenciais voltadas para as classes média e alta, considerando as disposições dos ambientes internos e as suas características físicas;
- Identificar as características de elementos que interferem no desempenho térmico das unidades habitacionais, além de relacioná-los entre as cinco regiões do país a fim de traçar perfis regionais e nacionais do que vem sendo construído atualmente;



- Reunir as informações coletadas dos dois objetivos anteriores e elaborar modelos de apartamentos que servirão de base para a simulação computacional para aprimoramento do método de avaliação do RTQ-R;
- Analisar o desempenho energético da envoltória dos modelos elaborados através do método de simulação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQ-R.

2 METODOLOGIA

2.1 Primeira parte

Nesta primeira parte foi feito o levantamento de plantas e memoriais descritivos disponíveis em sites de vendas de construtoras e/ou incorporadoras das cinco regiões do país. Foram levantados os dados de 167 empreendimentos presentes em 48 cidades brasileiras, como mostra a Figura 1. A escolha dos empreendimentos foi feita de forma a garantir a maior diversidade de tipos de unidades habitacionais (UHs), no que se refere ao seu formato e organização do layout. Este critério de escolha foi aplicado para buscar a maior variação possível no que diz respeito ao desempenho térmico das unidades habitacionais. As plantas, bem como todas as demais informações pertinentes para a pesquisa, foram então reunidas em um banco de dados do Excel, como é exemplificado de forma esquemática na Figura 2. No Anexo I deste relatório encontra-se a lista com o nome das cidades que contém todos os empreendimentos analisados.

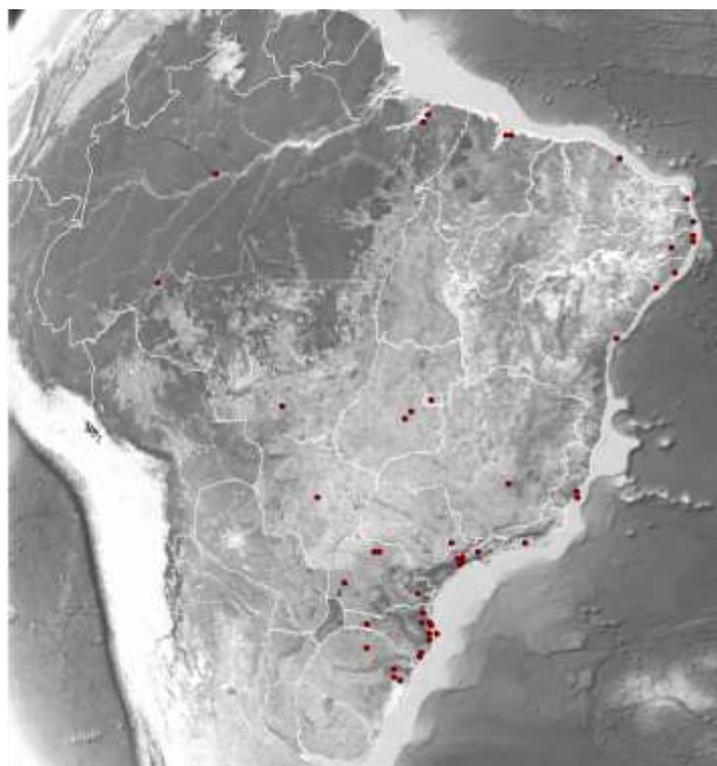


Figura 1- Distribuição das cidades de onde foram obtidas as amostras analisadas

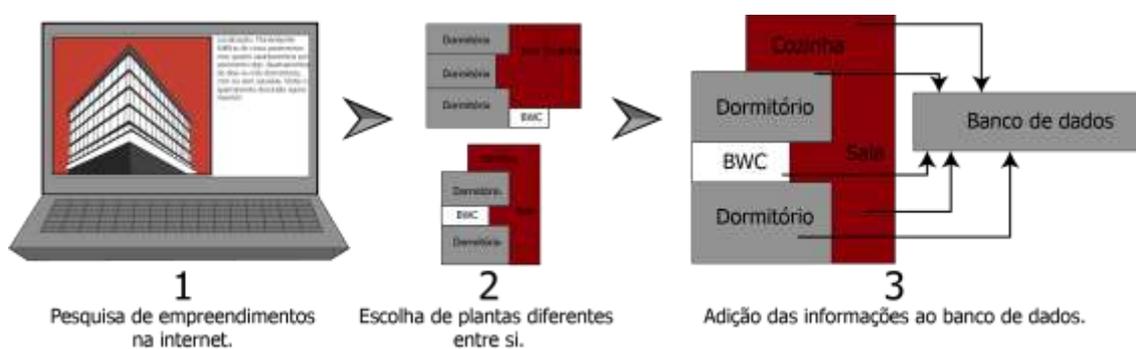


Figura 2- Resumo da metodologia aplicada

2.1.1 Elaboração do banco de dados

As plantas que passaram pelo processo de seleção inicial foram, uma a uma, avaliadas, e ao banco de dados foram adicionadas as características gerais da edificação onde ela está inserida, as características do seu próprio espaço construído e informações adicionais que visam dar suporte para futuras averiguações dos dados coletados, como mostra a Tabela 1.



Tabela 1- Características avaliadas para análise das UHs

Características gerais do empreendimento adicionadas ao banco dedados
Nome do empreendimento
Construtora responsável pelo empreendimento
Endereço do empreendimento
Número de pavimentos tipo
Tipo do apartamento (Critério que identifica o número de UHs diferentes por pavimento tipo)
Unidade por pavimento (Número de repetições deste tipo de apartamento no pavimento tipo)
Caracterização do formato da edificação (Q- Quadrado, R- Retangular e H- Em formato de “H”)
Características da unidade habitacional
Área total construída da UH (m ²)
Quantidade de dormitórios
Quantidade de suítes
Quantidade de closets
Quantidade de banheiros
Quantidade de lavabos
Cozinha e Sala de Estar integradas (0 – sem integração, 1 – integrado)
Cozinha e Lavanderia integradas (0 – sem integração, 1 – integrado)
Área útil da UH (m ²)
Área útil da cozinha (m ²)
Área útil da área de serviço (m ²)
Área útil da sala de estar e jantar (m ²)
Comprimento da parede em contato com o exterior da sala de estar e jantar (m)
Comprimento da abertura da sala de estar e jantar (m)
Área útil dos banheiros (m ²)
Área útil do lavabo (m ²)
Presença ou não de sacadas com acesso à área de estar/jantar
Área útil da sacada (m ²)
Comprimento das paredes laterais na sacada (m)
Área útil da sala íntima (m ²)
Área útil do dormitório 1 (m ²)
Comprimento da parede do dormitório 1 em contato com o exterior (m)
Comprimento da janela do dormitório 1 em contato com o exterior (m)
Área útil do dormitório 2 (m ²)
Comprimento da parede do dormitório 2 em contato com o exterior (m)
Comprimento da janela do dormitório 2 em contato com o exterior (m)
Área útil do dormitório 3 (m ²)
Comprimento da parede do dormitório 3 em contato com o exterior (m)
Comprimento da janela do dormitório 3 em contato com o exterior (m)
Área útil do dormitório 4 (m ²)



Comprimento da parede do dormitório 4 em contato com o exterior (m)
Comprimento da janela do dormitório 4 em contato com o exterior (m)
Área útil do dormitório 5 (m ²)
Comprimento da parede do dormitório 5 em contato com o exterior (m)
Comprimento da janela do dormitório 5 em contato com o exterior (m)
Característica da ventilação na UH: (1- ventilação cruzada, 2- ventilação unilateral)
Característica da ventilação na cozinha: (0 – mecânica, 1 - Ventilação Externa, ou 2 - Ventilação via Poço de Ventilação)
Característica da ventilação dos banheiros (0,1,2)
Característica da ventilação na área de serviço (0,1,2)
Informações adicionais
Endereço da página eletrônica do empreendimento levantado; Link do website.
Imagem da planta baixa da UH

A coleta dos dados dos empreendimentos foi realizada em duas etapas: A primeira, onde foi feito o levantamento visual, e a segunda onde se utilizou o programa de manipulação de imagens Corel Draw para realização de medições.

a) Levantamento visual

Foram identificadas as informações já disponibilizadas nas plantas e nos memoriais descritivos como o número de dormitórios das UHs, as áreas dos seus ambientes e o número de pavimentos tipo do empreendimento.

Observou-se na maior parte dos casos a falta das plantas do pavimento tipo. Esse fato exigiu que os dados da disposição das UHs no pavimento tipo e da caracterização do formato da edificação fossem retirados através da análise das envoltórias dos empreendimentos, presentes nas imagens de maquete eletrônica e fotos da construção da obra. Em outros casos, principalmente nas UHs com mais de 90 m², observou-se a presença de cômodos adicionais como escritório, *home theater* ou sala íntima, dissociados do estar principal. Pelo fato de serem espaços pouco comuns em relação ao total de UHs analisadas, foi considerada a separação destes ambientes no banco de dados sob o nome de estar íntimo, como mostra a Figura 3.



Figura 3- Ilustração do ambiente considerado estar íntimo

Outro fator que interferiu na análise foi o fato de os sites de venda também não disponibilizarem o corte das edificações, o que impossibilita a retirada de valores de pés-direitos e altura das esquadrias. Por isso, quando foram extraídos os dados das paredes em contato com o exterior e das janelas considerou-se apenas a medida dos seus comprimentos, que eram possíveis de serem obtidos a partir da análise das plantas.

No que diz respeito à ventilação, as UHs foram separadas em dois grupos: com ventilação unilateral e com ventilação cruzada. Nesta pesquisa, as UHs com ventilação unilateral caracterizam-se por terem aberturas orientadas somente para uma direção. Já para a ventilação cruzada considerou-se aberturas orientadas em direções diferentes, excluindo as janelas dos banheiros. Para os ambientes foi identificada a presença de ventilação mecânica, externa ou com poço de ventilação. Pela dificuldade de encontrar informações mais aprofundadas das UHs, em muitos casos não foi possível identificar se o ambiente possui ou não ventilação mecânica. Por isso, tanto os ambientes “enclausurados” sem nenhum tipo de abertura quanto os com ventilação mecânica foram incluídos no mesmo grupo. É comum alguns apartamentos possuírem a abertura do banheiro voltada para a área de serviço. Nesse caso, havendo janelas na área de serviço, o banheiro também entra no grupo de ventilação externa, como é exemplificado na Figura 4.



Figura 4- Ilustração do banheiro com abertura para a área de serviço

A integração entre cômodos foi baseada no conceito de ambiente, que o define como um espaço delimitado por paredes e sem nenhum tipo de abertura que não possa ser fechada. No entanto, como essa característica foi adicionada à pesquisa para identificar de que forma um cômodo é afetado pela ventilação externa do que está integrado a ele, os casos semelhantes ao da Figura 5 foram considerados como não integrados por não possibilitarem uma circulação de ar efetiva.



Figura 5- Caso em que os cômodos não foram considerados como integrados

b) Levantamento com medições

As plantas disponibilizadas pelas construtoras geralmente não apresentam todas as informações básicas de dimensão dos seus ambientes. Para obter essas informações, que são essenciais para a definição da metragem das aberturas e das paredes em contato com o exterior dos seus ambientes, foi necessário importar as plantas para um programa de manipulação de imagens, redimensioná-las para uma escala conhecida e, em seguida, extrair as informações necessárias. Além disso, cada construtora ou incorporadora faz a apresentação das plantas de acordo com o seu costume, sendo comum encontrar plantas que apresentam somente as áreas dos seus ambientes. Isso levou à utilização de métodos de análise que variam de acordo com o grau de informações disponível:

1) Distorção por medida linear: uma parte das UHs adicionadas ao banco de dados possui a dimensão de algumas das suas paredes especificadas em planta. Com a utilização do programa Corel Draw foi possível importar a sua imagem, descobrir a dimensão no desenho da parede que tem a metragem especificada e dividir as duas dimensões para achar o quão maior ou menor a imagem está em relação à original. Depois de encontrar o resultado desta razão, a imagem pode ser distorcida uniformemente na proporção do valor encontrado para se obter uma escala definida e extrair a dimensão real das paredes que não estão cotadas (exemplo na Figura 6).

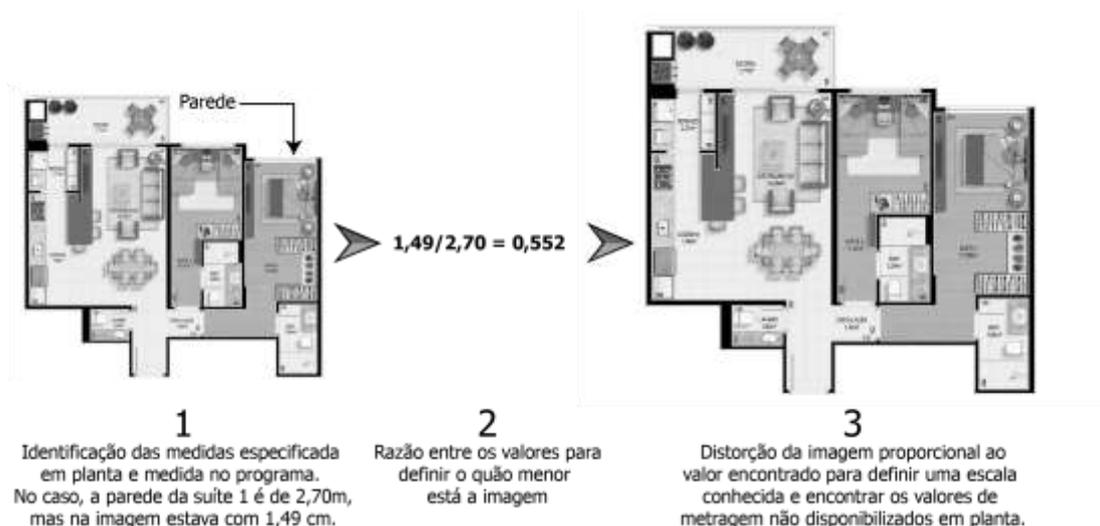


Figura 6- Exemplo de distorção por medida linear

2) Distorção por área: Em outros casos são apresentados apenas os dados de área dos ambientes. Neste caso foi preciso encontrar um ambiente retangular que tenha a área definida

em planta. Já que não se tem as cotas, é preciso calcular o valor da razão entre a área medida no programa Corel Draw e a área definida em planta. Todas estas imagens que estão disponíveis na internet possuem distorções, no entanto se forem traçados eixos x e y na imagem pode-se perceber que para preservar o seu formato original as distorções variam na mesma proporção para x e y. Assim, é possível aplicar as Equações 1, 2 e 3 para transformar a distorção de área em linear e redimensionar a imagem em uma escala conhecida a fim de encontrar todas as medidas necessárias, como mostra a Figura 7.

$$A1 = A2 \times \gamma$$

Equação 1.
Relação de proporção
entre as áreas

$$A1 = L1 \times \beta \times L2 \times \beta$$

Equação 2.
Desenvolvimento da
Equação 1

$$\beta = \sqrt{\frac{A_1}{L_1 \times L_2}} = \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} = \sqrt{\gamma}$$

Equação 3. Distorção
linear da imagem

Onde:

A1: Área do ambiente retangular definida em planta

A2: Área do ambiente retangular medida na imagem

L₁ e L₂ = As duas dimensões dos lados

γ: Distorção da área da imagem em relação à original

β: Distorção linear para colocar a imagem em escala

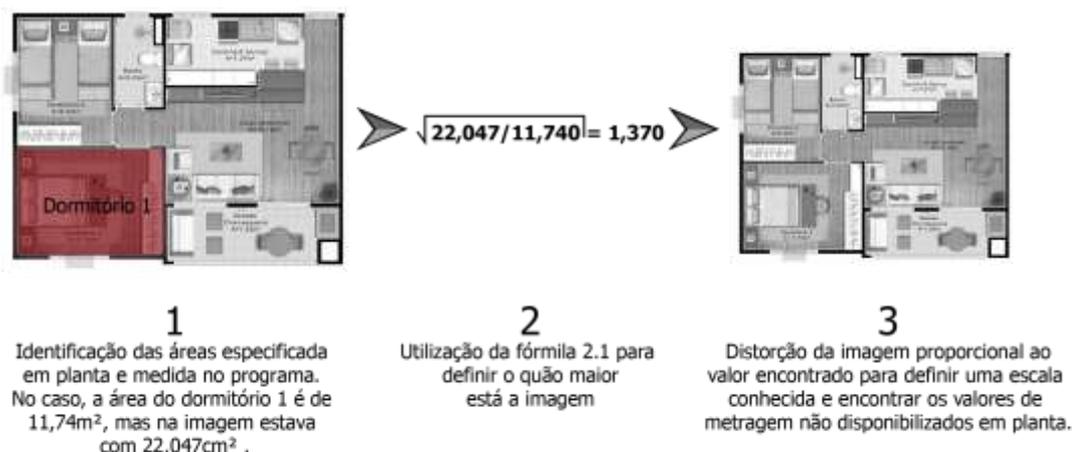


Figura 7- Exemplo de distorção por área



2.1.2 Interpretação dos dados coletados e análise por região

Após o processo de coleta de dados, as amostras foram organizadas em cinco grupos correspondentes às cinco regiões do país. Todas as características previamente levantadas e adicionadas ao banco de dados foram analisadas de forma individual ou correlacionadas.

- Análise individual: As características gerais do empreendimento e das UHs de todas as amostras foram examinadas, considerando a separação por região, por meio de valores de contagem simples, médias, medianas, máximos e mínimos;
- Análise com correlações: Objetivou-se identificar se a área de alguns ambientes das UHs varia proporcionalmente em relação à modificação do outro. Esta etapa também relacionou a interferência de valores não numéricos, como presença ou não de ventilação cruzada na organização dos layouts das UHs.

Após a obtenção dos valores de análise individual e com correlações foram feitos gráficos comparativos que demonstraram o comportamento das plantas nas cinco regiões brasileiras. Todos esses gráficos, bem como as suas interpretações, são apresentados na etapa de resultados obtidos.

2.2 Segunda parte

2.2.1 Aprimoramento das informações

Baseado na etapa anterior que identificou as características dos apartamentos por região, as UHs foram filtradas e a essa nova etapa foram consideradas UHs de dois, três e quatro dormitórios. Assim, as UHs foram reorganizadas de acordo com o seu número de dormitórios. Nesta etapa houve a identificação dos padrões de layout mais comuns da amostra que deram origem à definição dos modelos finais. Na segunda parte também foram realizadas análises individuais e com correlações das características das UHs para fins de definição das tipologias. Por fim, foram analisadas as características construtivas mais utilizadas nos edifícios residenciais brasileiros.

2.2.2 Classificação visual das UHs

As plantas foram estudadas uma a uma com o intuito de identificar e organizar as formas de layout mais comuns oferecidas pelo mercado imobiliário, partindo-se de um conhecimento básico de organização de layout que foi adquirido durante as etapas anteriores: a área de estar está sempre junta à cozinha (podem ser integradas ou não); o acesso para a maioria dos dormitórios é feito a partir de um corredor conectado com a área de estar e a porta de entrada dá acesso a esse cômodo. Nesta etapa foram identificados 9 modelos básicos de dois e três dormitórios. Como será mencionado posteriormente, a complexidade das plantas de



quatro dormitórios não permitiu a sua tipificação. Ao final houve a junção das informações dos 9 modelos identificados com as análises das características das UHs feitas até então para a elaboração de uma definição clara dos formatos-base das UHs que estão sendo construídos atualmente e, posteriormente, contribuir para a elaboração dos modelos que servirão de base para as simulações computacionais que visam dar suporte para um novo método de análise da envoltória de edificações residenciais.

2.2.3 Consideração para os modelos finais

Para garantir que na concepção dos modelos finais todas as principais características das UHs identificadas anteriormente estivessem presentes, foi feita a elaboração de critérios para a definição dos modelos de plantas. Para isso deveriam ser criados dois modelos de dois e dois de três dormitórios, sendo que ambos os modelos de dois e três dormitórios possuiriam um exemplo com e outro sem ventilação cruzada. Os dormitórios deveriam ter áreas diversificadas de 6 a 8 m², 8 a 10 m², 10 a 12 m² e possuir pelo menos um dormitório com closet. Definiu-se também que os dormitórios variassem no número de paredes voltadas para o exterior, com uma, duas ou três paredes com esta característica. O jantar/estar também deveria ter áreas diferentes, que variassem entre 12 e 16 m² e 16 e 20 m². Esses valores de área tanto para os dormitórios quanto para o jantar/estar estão de acordo com as principais faixas de áreas dos ambientes identificadas na pesquisa. Por fim, estabeleceu-se que todos os modelos criados deveriam ser bastante versáteis para que não fosse preciso criar um novo tipo de planta se quisesse variar uma das suas características.

2.2.4 Layout Modelos finais

A partir da combinação de todos os critérios para a sua elaboração, foram criados os quatro modelos, que estão disponíveis na Figura 8 e serão explicados detalhadamente no Capítulo 3: Resultados obtidos.



Figura 8- Modelos finais das UHs

2.2.5 Características construtivas

Uma vez determinados os modelos de UHs mais representativos da amostra analisada, as características construtivas das edificações residenciais foram analisadas. Através desta análise foram observadas características da envoltória utilizadas na construção civil brasileira, para depois adotá-las na avaliação do nível de eficiência energética dos modelos. Para tanto, utilizou-se a norma NBR 12721 (ABNT, 2006), projetos elaborados para a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU, 2015) e um projeto de um edifício unifamiliar de interesse social desenvolvido pela CAIXA (CAIXA, 2006).



2.3 Terceira parte

2.3.1 Avaliação da eficiência energética da envoltória dos modelos finais

Uma vez definidos os modelos finais das UHs, estes foram avaliados e classificados quanto à eficiência energética da envoltória através do método de simulação do RTQ-R (BRASIL, 2012), utilizando o programa computacional *EnergyPlus*, versão 8.1. Neste método, o desempenho da envoltória da edificação é determinado por meio de simulações computacionais que avaliam a edificação residencial em duas diferentes condições: quando ventilada naturalmente e quando condicionada artificialmente.

Os parâmetros utilizados para a simulação de uso, ocupação e carga térmica interna dos equipamentos são especificados no RTQ-R.

Os quatro modelos elaborados foram avaliados nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras para identificar em qual situação climática as UHs apresentam o melhor desempenho. A zona bioclimática 5 não foi avaliada pelo método de simulação do RTQ-R, porque quando foi desenvolvido o Regulamento não possuía arquivo climático de cidades para aquela zona. Os arquivos climáticos utilizados foram em formatos TRY e SWERA.

Uma vez modelada a geometria e as características construtivas é possível avaliar o comportamento energético dos modelos nas diferentes zonas climáticas. Os dados de saída obtidos no programa de simulação para a análise da eficiência energética são: a temperatura operativa horária de cada ambiente de permanência prolongada, o consumo de energia elétrica para aquecimento e o consumo de energia elétrica para resfriamento do sistema de condicionamento de ar. Desta forma é possível obter a classificação da envoltória com o respectivo equivalente numérico.

A avaliação da eficiência energética do sistema de aquecimento de água assim como das bonificações não será realizada na presente pesquisa.



3 RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo são apresentados os dados de análise da pesquisa e as suas respectivas interpretações, que seguirão a mesma ordem cronológica apontada na metodologia. As informações são apresentadas por tabelas e complementadas com gráficos para auxiliar no seu entendimento.

3.1 Primeira Etapa - Resultados gerais

3.1.1 Número de UHs analisadas

No total foram analisadas 346 UHs, distribuídas em todas as cinco regiões do país (Tabela 2). Também é possível perceber pela Figura 9 o destaque que a região sul (sede da pesquisa, realizada mais especificamente em Florianópolis) tem no número de total de amostras recolhidas. Essa heterogeneidade no número de amostras influenciou a separação das análises em regiões para que essa desigualdade não interferisse nos resultados finais da pesquisa. Como é costume do mercado imobiliário, por questões de economia e facilidade de execução da obra, há a repetição dos apartamentos nos pavimentos tipo. Isso leva ao aumento da representatividade da pesquisa que chega ao total de 12.739 UHs em todo o país. No anexo I deste relatório encontra-se a lista com o nome das cidades que contém todos os empreendimentos presentes no banco de dados.

Tabela 2- Número de edificações e tipos de unidades habitacionais avaliados

	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste	Brasil
Edificações	86	23	18	17	23	167
Tipos de UHs	188	47	40	30	41	346
Número total de UHs	4.649	1.952	2.068	1.082	1.748	11.499

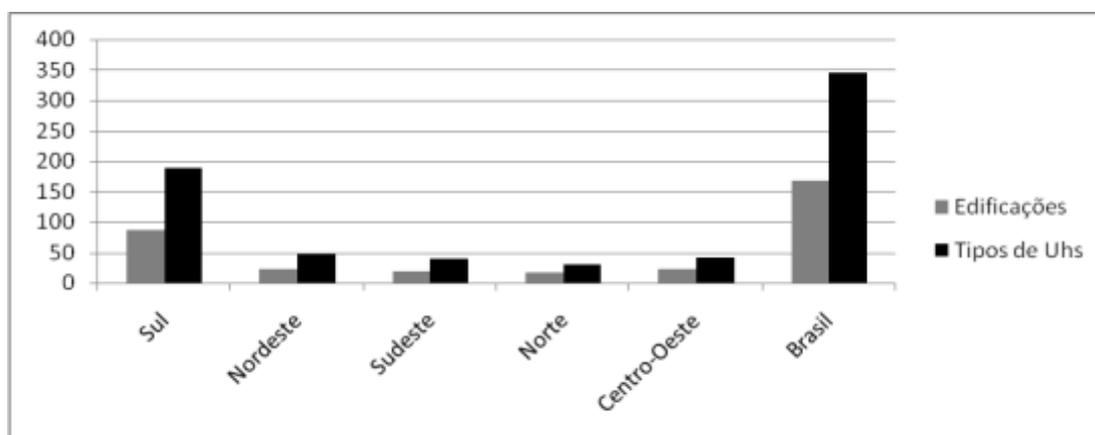


Figura 9- Proporção entre o número de edificações e os tipos de UH

3.1.2 Pavimento tipo

No que diz respeito ao pavimento tipo dos empreendimentos, é possível perceber pela Tabela 3 e Figura 10 um comportamento diferente entre as cinco regiões do país. Na região sul, 50% das UHs tem menos de dez pavimentos tipo. Já na região nordeste e sudeste esse alcance varia, metade das UHs das duas regiões se encontra na faixa de 11 a 20 pavimentos tipo. No norte há um grande número de empreendimentos com menos de cinco pavimentos tipo (23,53% da amostra), e no Centro-Oeste mais de 40% das amostras possuem mais de 20 pavimentos tipo.

Tabela 3- Porcentagem de edificações por intervalos de pavimento tipo

	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
0-5 pavimentos tipo	8,33%	13,64%	5,26%	23,53%	11,11%
6-10 pavimentos tipo	41,67%	13,64%	15,79%	11,76%	18,52
11-15 pavimentos tipo	21,43%	31,82%	31,58%	29,41%	3,70%
16-20 pavimentos tipo	19,05%	18,18%	15,79%	29,41%	25,93%
21-25 pavimentos tipo	3,57%	13,64%	21,05%	0,00%	14,81%
26-30 pavimentos tipo	3,57%	4,55%	10,53%	5,88%	18,52%
31-35 pavimentos tipo	1,19%	4,55%	0,00%	0,00%	3,70%
36-40 pavimentos tipo	1,19%	0,00%	0,00%	0,00%	3,70%
41-45 pavimentos tipo	0,00%	4,55%	0,00%	0,00%	0,00%

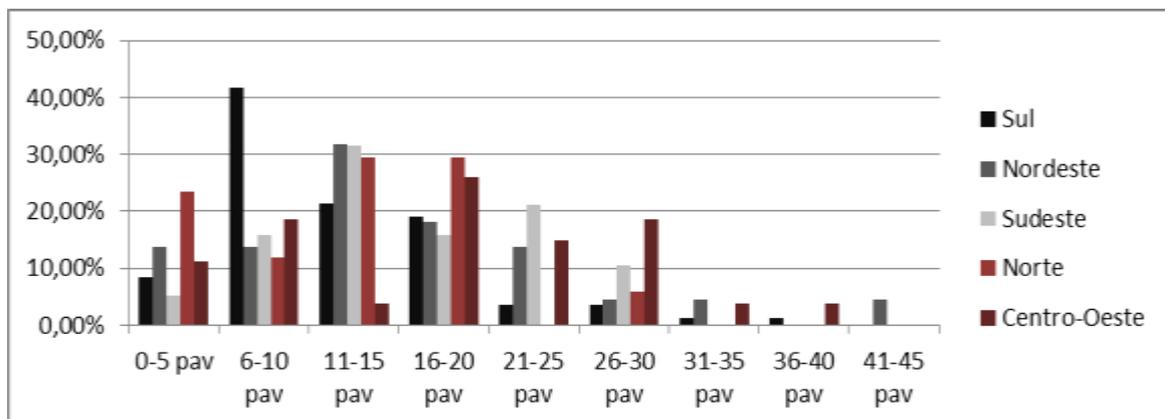


Figura 10- Proporção do número de pavimentos tipo por região

Essas características analisadas no histograma acima são confirmadas pelas análises dos gráficos de mínimos, medianas e máximos (Figuras 11 a, b, c, d, e). O gráfico da região sul, disposto na Figura 11a, mostra que metade dos empreendimentos analisados tem entre 3 e 11 pavimentos tipo, enquanto que nas regiões nordeste e sudeste (Figuras 11b e 11c) esse alcance se expande para 4-15 e 5-15, respectivamente. No norte (Figura 11d) tem se a mediana em 12, dado que é bastante influenciado pela quantidade de empreendimentos de 4 a



5 pavimentos tipo. Já na mediana da região Centro-oeste (Figura 11e), que neste caso chega ao valor de 19 pavimentos tipo, tem-se que metade dos empreendimentos entre 19 e 37 pavimentos tipo.

Tabela 4- Tabelas de máximos, mínimos e medianas por região

	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
Máximo	40	44	29	26	37
Mediana	11	15	15	12	19
Mínimo	3	4	5	4	4

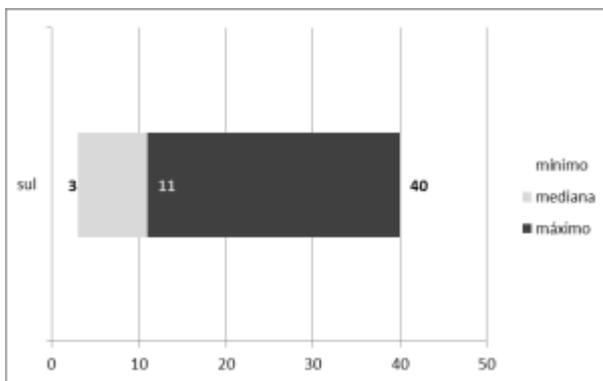


Figura 11a- Máximo, mínimo e mediana - Sul

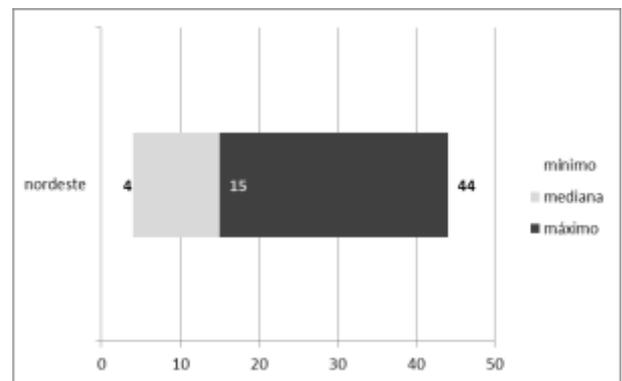


Figura 11b- Máximo, mínimo e mediana - Nordeste

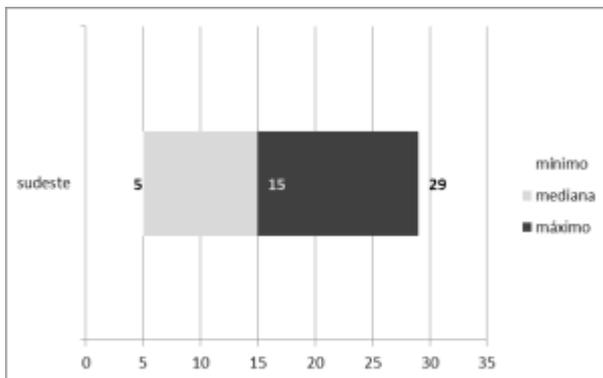


Figura 11c- Máximo, mínimo e mediana – Sudeste

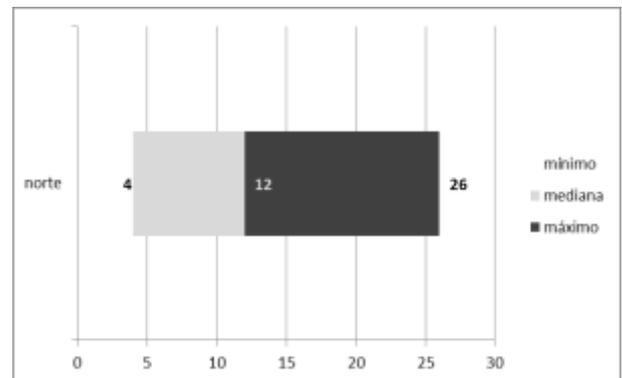


Figura 11d- Máximo, mínimo e mediana - Norte

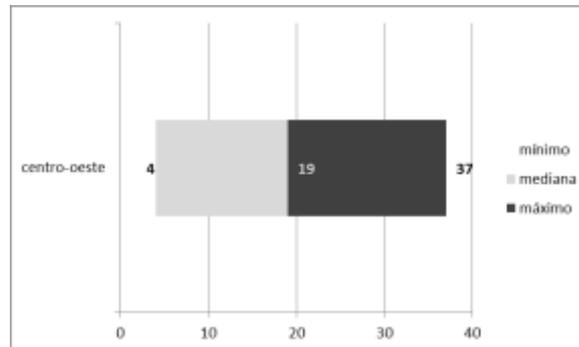


Figura 11e- Máximo, mínimo e mediana - Centro-oeste

3.1.3 Formato da edificação

Como já se esperava, a maioria dos empreendimentos tem o formato retangular (R, na Figura 12), para todo o Brasil esse formato corresponde a 66,07% dos casos, como mostra a Tabela 5. A análise também observou uma minoria de empreendimentos com formato H ou quadrados (Q) que correspondem, cada um, a 16,07% dos empreendimentos. Os casos de apartamentos com formatos que fogem dos três apresentados acima como em "T" ou "L" formaram uma minoria inexpressiva para a proporção geral. Pela Figura 13 pode-se perceber que os empreendimentos em H e Q, apesar de serem minoria, estão presentes nas cinco regiões, podendo, em alguns casos, chegar a proporções mais expressivas, como na região norte onde 35,29% dos empreendimentos possuem formato H.

Tabela 5- Número de edificações por formato

	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste	Brasil
R	55	16	16	10	13	110
H	14	1	3	6	3	27
Q	15	5	0	1	6	27
Outros formatos	2	1	0	0	0	3

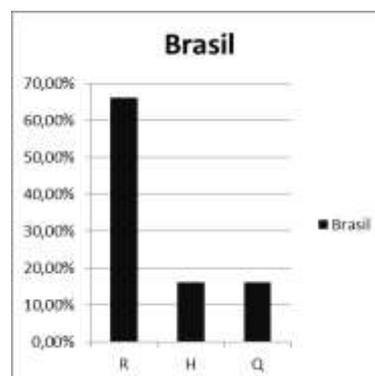


Figura 12- Proporção do formato das edificações no país

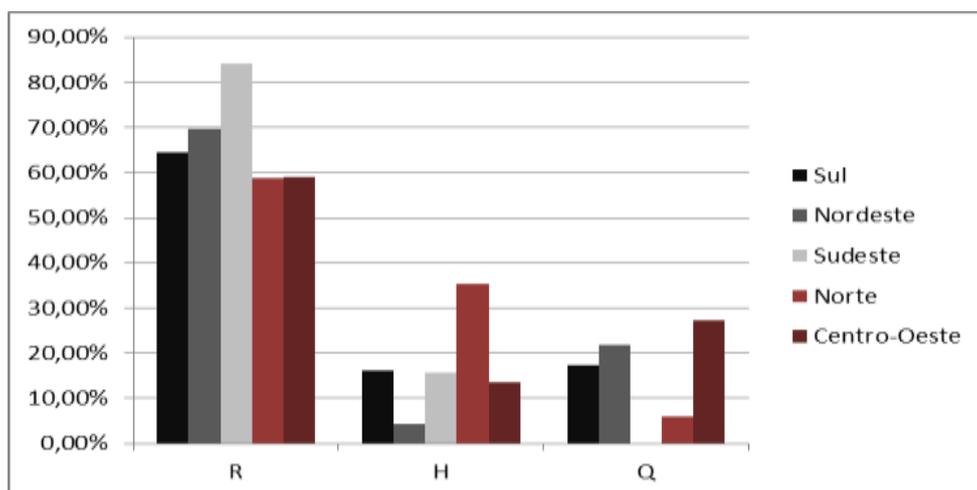


Figura 13- Proporção do formato das edificações por região

3.2 Primeira Etapa - Resultados das unidades habitacionais

3.2.1 Área útil

Os resultados das análises das áreas úteis das edificações mostraram a tendência do mercado de fornecer plantas entre 35 m² e 70 m² nas regiões Sul, Nordeste, Norte e Centro-Oeste, enquanto que a região Sudeste destaca-se, com o auxílio da análise das Figuras 14b e 14c, pelo número de UHs com mais de 80 m². A partir da Tabela 6 pode-se chegar ao valor exato dessas proporções: enquanto as demais regiões não chegam a ter 30% de suas UHs com mais de 80 m², na região Sudeste esse valor chega a 40,4%. Esse fato é comprovado pela análise de mínimos, médias e máximos, disponíveis na Figura 15. Apesar de a região Sul possuir a UH com maior área útil da amostra (maior valor de máximo), a comparação das médias entre Sul e Sudeste demonstra o número expressivo de UHs com mais de 80 m² no Sudeste. Ainda a respeito das médias das áreas úteis, apesar do Sudeste possuir um valor muito acima do esperado, as demais regiões apresentam valores de média muito parecidos, entre 57,16 m² e 66,92 m².

Tabela 6- Porcentagem de UHs por área útil

Área útil (m ²)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
20-25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
25-30	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
30-35	0,5%	4,4%	0,0%	4,5%	4,0%
35-40	10,0%	11,0%	0,0%	6,7%	0,0%
40-45	6,3%	13,2%	0,0%	13,5%	14,1%
45-50	5,6%	3,7%	8,8%	20,2%	10,1%



50-55	11,4%	19,1%	0,0%	15,7%	11,1%
55-60	10,0%	10,3%	14,0%	6,7%	9,1%
60-65	10,2%	4,4%	14,0%	4,5%	12,1%
65-70	14,1%	5,9%	12,3%	14,6%	3,0%
70-75	4,4%	8,8%	7,0%	11,2%	4,0%
75-80	7,3%	1,5%	3,5%	0,0%	4,0%
80-90	9,0%	2,9%	17,5%	0,0%	7,1%
90-100	0,7%	3,7%	1,8%	0,0%	9,1%
100-110	1,0%	2,9%	3,5%	0,0%	6,1%
110-120	2,4%	1,5%	1,8%	0,0%	3,0%
120-130	1,2%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%
130-140	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%
140-150	0,2%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%
150-160	1,5%	1,5%	0,0%	0,0%	1,0%
160-	1,2%	0,7%	14,9%	2,2%	0,0%

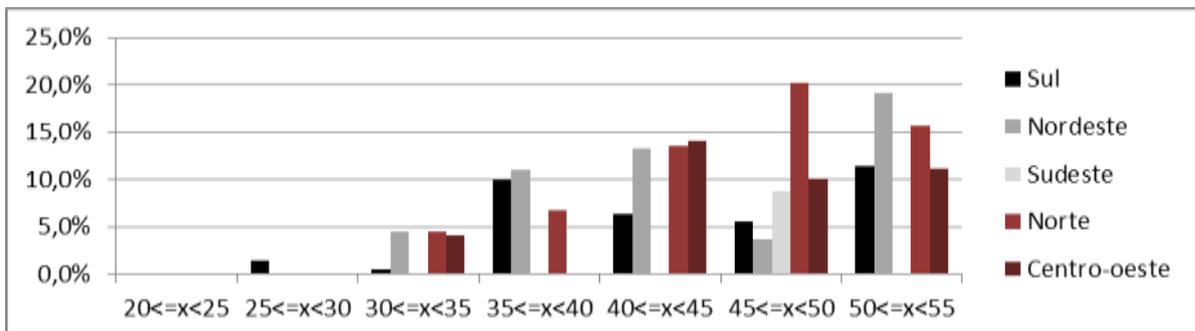


Figura 14a- Porcentagem de UHs por valores de área

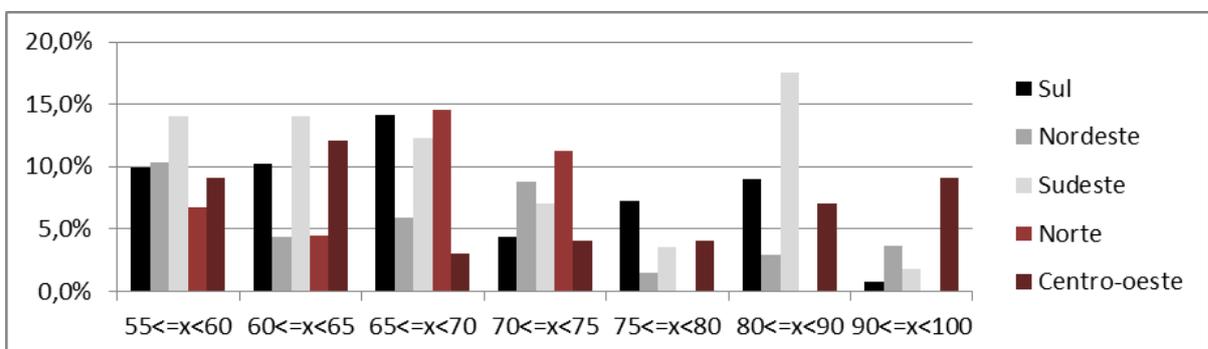


Figura 14b- Porcentagem de UHs por valores de área

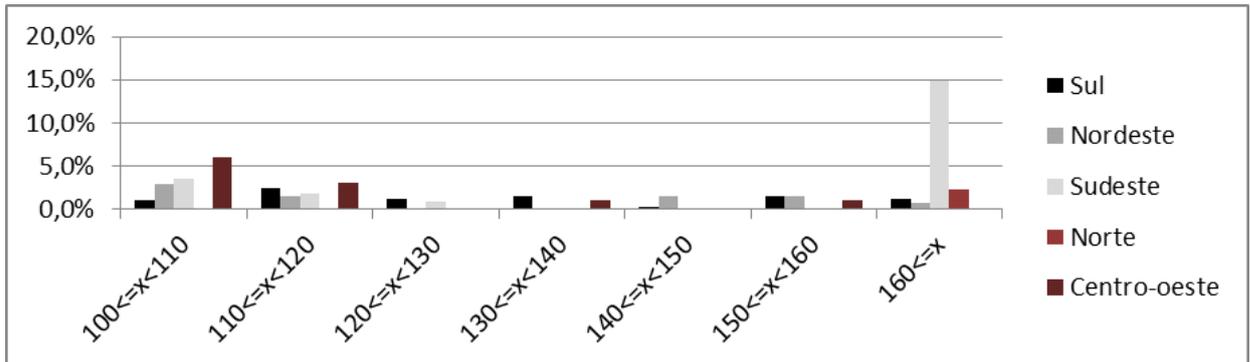


Figura 14c- Porcentagem de UHs por valores de área

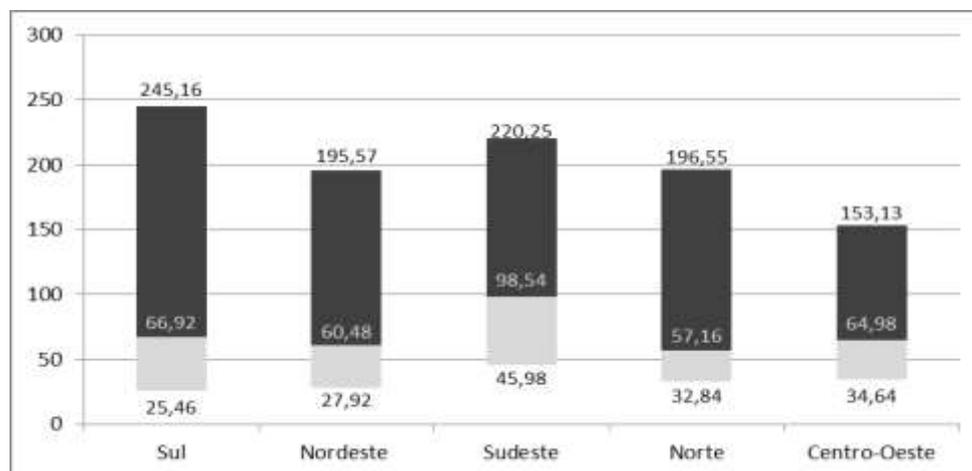


Figura 15- Máximos, mínimos e médias – Área útil

A Tabela 6 apresenta uma quantidade significativa de UHs com área útil menor do que 35 m². Essas UHs são em geral quitinetes que ao total representam 68 exemplares da pesquisa. Apesar de as quitinetes não refletirem o padrão de vida da família das classes média e alta, elas não foram desconsideradas, uma vez que fazem parte de empreendimentos cujas demais UHs com mais de um dormitório também entraram para o banco de dados. Além disso, a própria variação do perfil de morador, fomentada pelas transformações socioeconômicas apontadas por Pereira (1999), incentivou o aumento de apartamentos para apenas um indivíduo, e reflete um comportamento que já faz parte do cenário imobiliário nacional. A Figura 16 apresenta a imagem da UH com menor área útil da amostra, 25,46 m².

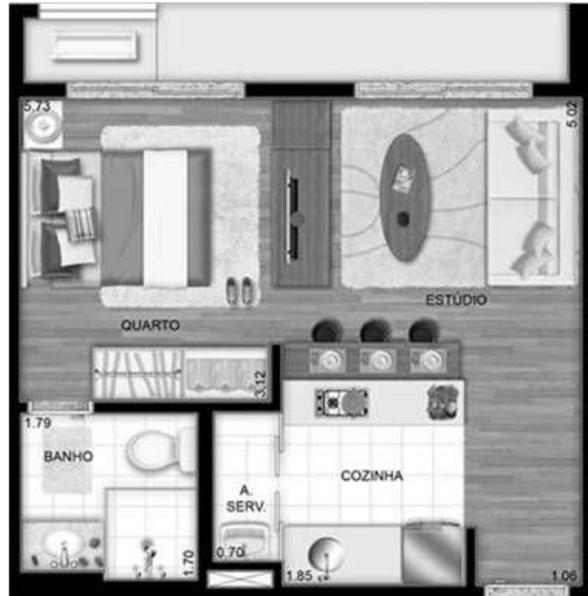


Figura 16- Imagem da planta da UH com menor área útil da amostra, localizada no Paraná

3.2.2 Ventilação cruzada

Os gráficos apresentados nas Figuras 17a, b, c, d e e demonstram que em todas as regiões a maioria das UHs tem a possibilidade de apresentar ventilação cruzada. Essa característica pode ser explicada se forem analisados os pavimentos tipo disponibilizados no mercado imobiliário. A Figura 18 mostra de forma esquemática as formas de pavimentos tipo mais usuais encontrados na amostra: quadrado com quatro UHs e retangulares com seis e oito UHs. Na mesma imagem nota-se que estão destacadas em vermelho as UHs que ficam entre outras duas e, por esse motivo, não apresentam ventilação cruzada. Para os empreendimentos com quatro UHs todas podem apresentar abertura com orientações diferentes (retângulos em cinza claro, conforme a Figura 18). No caso dos empreendimentos retangulares com seis UHs essa possibilidade ainda pode ser atendida para a maioria delas. Já em apartamentos com oito UHs o número se iguala, mas como é ilustrado pela Figura 19, é comum um desses módulos interiores se tornarem circulação vertical e, neste caso, ainda ser possível ter ventilação cruzada na maioria das UHs da edificação.

Tabela 7- Números de UHs por característica de ventilação

Ventilação	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste	Brasil
Unilateral	1.009	581	576	338	407	2.911
Cruzada	3.640	1.371	1.492	744	1.341	8.588

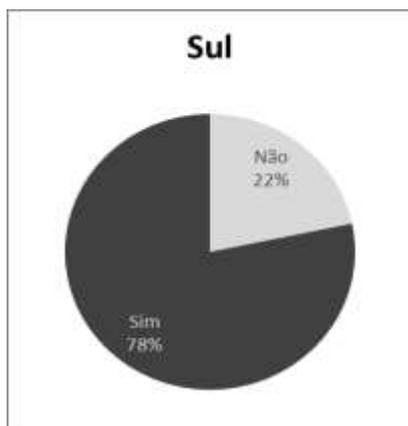


Figura 17a- Porcentagem de ventilação cruzada - Sul

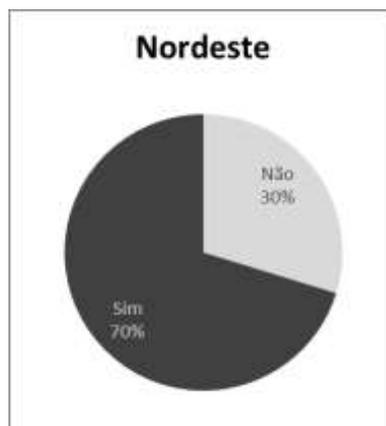


Figura 17b- Porcentagem de ventilação cruzada - Nordeste

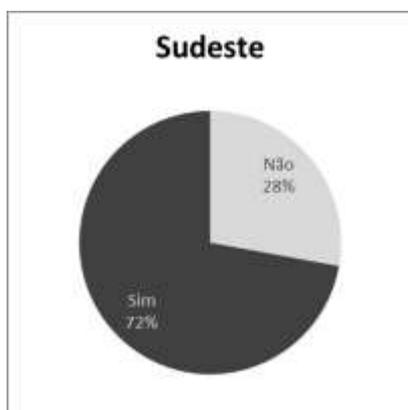


Figura 17c- Ventilação cruzada - Sudeste

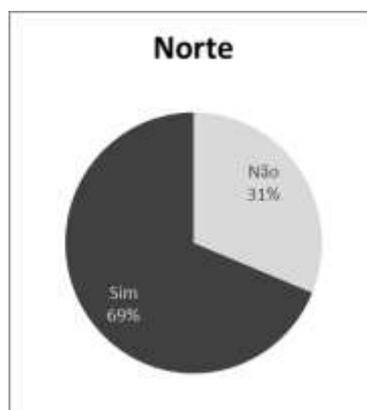


Figura 17d- Ventilação cruzada - Norte

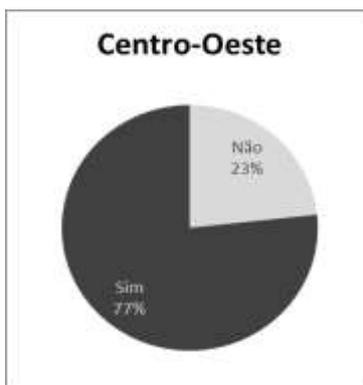


Figura 17e- Ventilação cruzada – Centro-Oeste



Figura 18- Ilustração de formas pavimentos tipo. Destaque em vermelho para as UHs sem ventilação cruzada



Figura 19- exemplo de pavimento tipo

3.2.3 Número de dormitórios

A partir da análise da Figura 20 fica evidente a predominância das UHs de dois e três dormitórios em todas as regiões do país. Se forem somadas essas UHs, elas correspondem a 78,75% do total. Brandão (2003), ao avaliar 3.011 plantas, chegou a uma cifra de 78,6%, o que demonstra a baixa variação, no que diz respeito à proporção da soma dessas UHs em relação às demais, com o tempo. Mas ao passo que essa característica pouco varia, a comparação entre as duas análises mostra a expansão da parcela de UHs de dois dormitórios que, de acordo com a Figura 19, chega a 41,73% do total da amostra, ante os 25,6% identificados por Brandão (2003).

Tabela 8- Número de UHs por número de dormitórios

Nº dormitórios	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
1	267	373	48	70	23
2	1.900	620	908	534	726
3	2.233	547	644	322	726
4	113	380	257	156	161
5	136	32	211	0	112

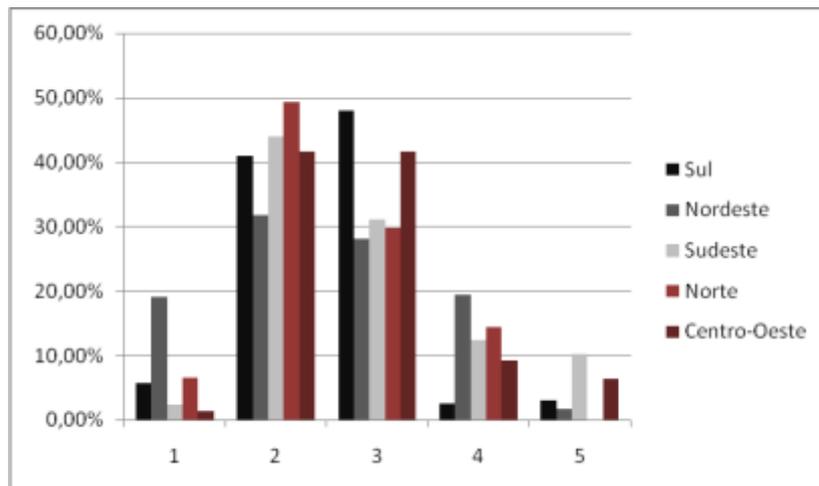


Figura 20- Proportão de UHs por número de dormitórios em cada região

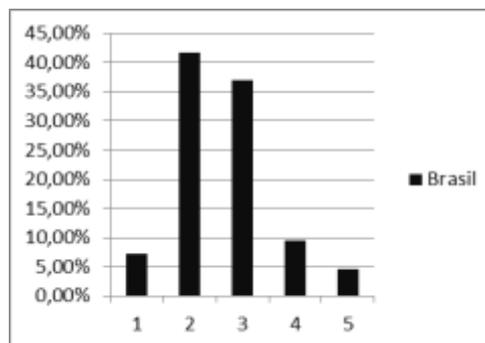


Figura 21- Proportão de UHs por número de dormitórios no Brasil

3.2.4 Número de suítes

Constatou-se a predominância de UHs com uma suíte em todas as regiões (Figura 22), com exceção do Centro-oeste, que possui uma grande proporção de UHs com duas ou três suítes, chegando a mais da metade das UHs da amostra. O número de plantas que não continham pelo menos uma suíte é muito baixo, apenas uma em cada dez são desta forma.

Tabela 9- Porcentagem de UHs por número de suítes

Nº suítes	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
0	531	458	0	64	100
1	3.354	1.055	1.428	816	798
2	338	247	344	148	476
3	317	192	195	18	349
4	74	0	101	0	25
5	35	0	0	36	0

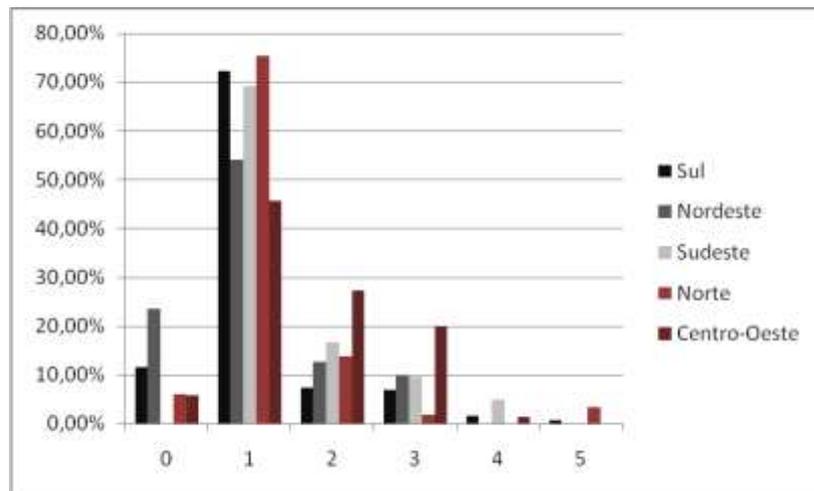


Figura 22- Proporção de UHs por número de suítes

3.2.5 Número de banheiros e lavabos

O número total de banheiros geralmente é dado pela fórmula $NB = NS + 1$, ou seja, o número de suítes adicionado de mais um banheiro. Esta característica pode ser avaliada pela Figura 23, que mostra a predominância de UHs com dois banheiros. No que diz respeito ao número de lavabos, há uma parcela considerável de UHs com pelo menos um desses ambientes. Novamente, a região Centro-oeste se destaca por apresentar um comportamento variado do resto do país. Enquanto as amostras das regiões Sul, Nordeste, Sudeste e Norte apresentam mais da metade das suas UHs sem a presença de lavabo, na região Centro-Oeste essa característica se inverte, com 40,27% das UHs sem a presença de lavabo, como mostra a Figura 24.

Tabela 10- Número de UHs por número de banheiros

Nº banheiros	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
1	719	487	0	64	123
2	3.196	664	1.496	680	928
3	439	545	108	254	256
4	186	218	349	48	421
5	109	38	115	36	20

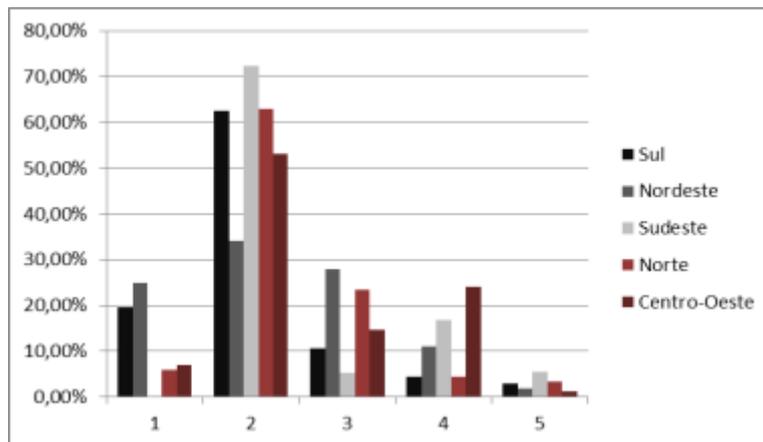


Figura 23- Proporção de UHs por número de banheiros

Tabela 11- Número de UHs por número de lavabos

Nº lavabos	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
0	3.291	1.534	1.171	1.010	704
1	1.287	418	897	72	969
2	71	0	0	0	75

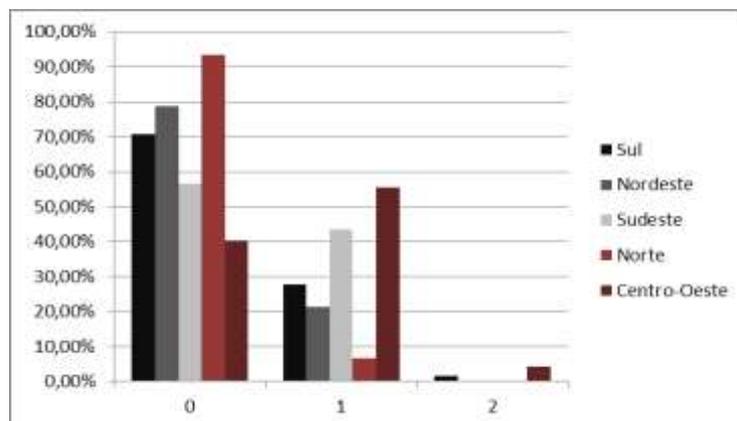


Figura 24- Proporção de UHs por número de lavabos

3.2.6 Área dos dormitórios

Mais de 70% dos dormitórios da amostra possuem áreas entre 8 m² e 12 m². Apesar deste fato, na Tabela 12 e Figura 25 fica perceptível o número significativo de dormitórios com menos de 6 m². Esse número se deve aos casos de UHs de alto padrão que geralmente apresentam dependência de empregadas, como mostra a Figura 26. Apesar de ter-se considerado as dependências de empregadas como um dormitório deve-se salientar que o declínio no número de empregadas fixas nas residências brasileiras, apontado por Pereira (1999), fomenta a subutilização desses cômodos, que geralmente são transformados em despensa.

Tabela 12- Número de dormitórios por área (m²)

Área (m ²)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
$x < 6$	203	340	366	260	136
$6 \leq x < 8$	2.878	1.389	1.332	724	544
$8 \leq x < 10$	3.448	1.429	1.586	976	2.077
$10 \leq x < 12$	2.133	1.302	1.197	342	1.055
$12 \leq x < 14$	1.885	168	598	426	335
$14 \leq x < 16$	532	148	306	0	204
$16 \leq x < 18$	295	92	258	0	56
$18 \leq x < 20$	95	0	0	0	119
$20 \leq x$	312	62	25	0	115

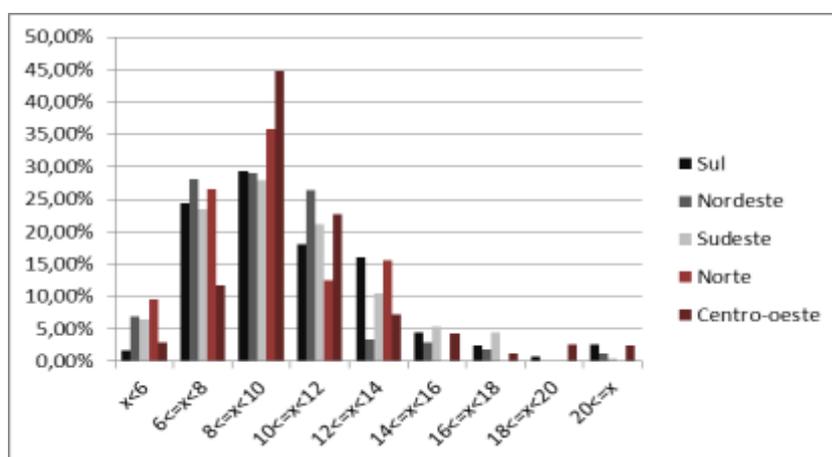


Figura 25- Proporção do número de dormitórios por área



Figura 26- Exemplo de UH com dependência de empregada



3.2.7 Comprimento das paredes dos dormitórios em contato com o exterior

Para esta característica, percebe-se um gráfico mais concentrado. A faixa entre 2 e 4 m corresponde a mais de 40% dos casos. O número de dormitórios com paredes em contato com o exterior entre 4 e 8 m também é bastante significativo, como mostram a Tabela 13 e Figura 27. No que diz respeito a essa característica, a posição da UH no pavimento tipo pode influenciar no resultado. Nos casos como o da Figura 28, em que a UH se encontra na “esquina” do pavimento tipo, normalmente pelo menos um dos seus dormitórios possui uma parede em contato com o exterior com mais de quatro metros de comprimento.

Tabela 13- Número de dormitórios por comprimento da parede (m) em contato com o exterior

Comprimento (m)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
$x < 2,0$	365	340	218	170	264
$2,0 \leq x < 4,0$	5.380	2.783	2.925	1.248	2.010
$4,0 \leq x < 6,0$	2.425	681	1.078	478	910
$6,0 \leq x < 8,0$	2.909	864	1.291	728	1.067
$8,0 \leq x < 10,0$	469	222	131	36	290
$10,0 \leq x < 12,0$	88	0	25	32	0
$12,0 \leq x$	145	40	0	0	100

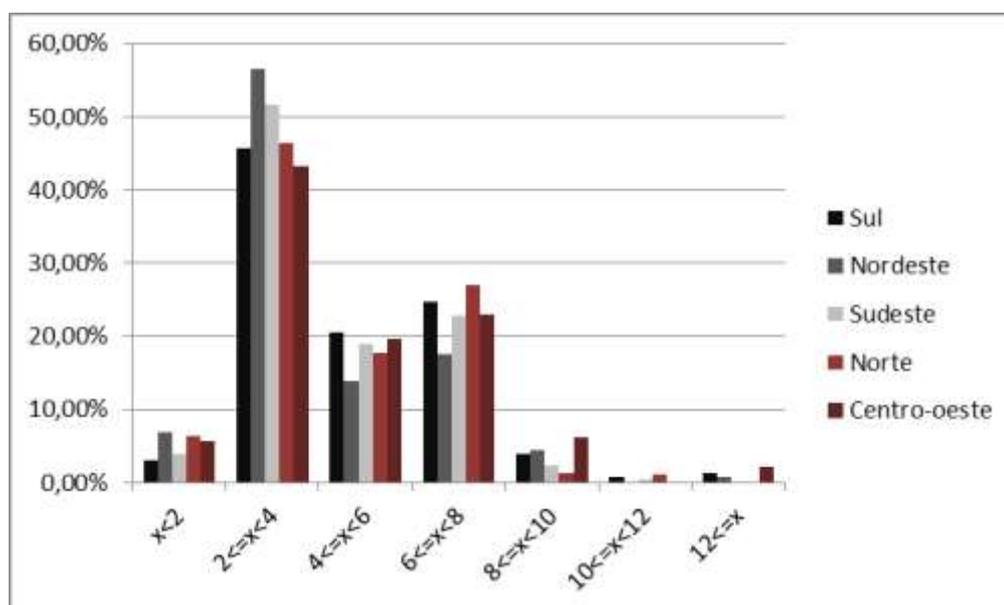


Figura 27- Proporção do número de dormitórios por comprimento da parede em contato com o exterior



Figura 28- Exemplo de UH de “esquina”: Paredes em contato com o exterior com mais de quatro metros de comprimento, para cada cômodo, destacadas em verde

3.2.8 Comprimento das aberturas dos dormitórios

Para esta característica, as regiões Sul, Sudeste, Norte e Centro-oeste têm a maioria das suas aberturas com comprimentos entre 1,2 e 1,6 m (Tabela 14 e Figura 29). A região nordeste se destaca por apresentar um grande número de aberturas com menos de 1,2 m (41,5% para a região).

Tabela 14- Número de dormitórios por comprimento das aberturas (m)

Comprimento (m)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
$x < 1$	91	312	143	120	136
$1,0 \leq x < 1,2$	414	1.734	156	324	270
$1,2 \leq x < 1,4$	3.260	1.581	1.732	916	631
$1,4 \leq x < 1,6$	4.470	476	2.494	1.042	2.304
$1,6 \leq x < 1,8$	1.164	56	520	172	726
$1,8 \leq x < 2,0$	832	440	298	68	147
$2,0 \leq x < 2,2$	791	64	14	68	76
$2,2 \leq x < 2,4$	152	80	0	18	125
$2,4 \leq x < 2,6$	152	104	0	0	0
$2,6 \leq x < 2,8$	166	22	90	0	95



$2,8 \leq x < 3,0$	61	0	90	0	0
$3,0 \leq x < 3,2$	40	0	90	0	19
$3,2 \leq x < 3,4$	20	40	30	0	0
$3,4 \leq x < 3,6$	0	0	0	0	0
$3,6 \leq x < 3,8$	0	0	0	0	0
$3,8 \leq x < 4,0$	40	0	0	0	0
$4,0 \leq x < 4,5$	80	0	11	0	0
$4,5 \leq x < 5,0$	0	0	0	0	112
$5,0 \leq x$	28	21	0	0	0

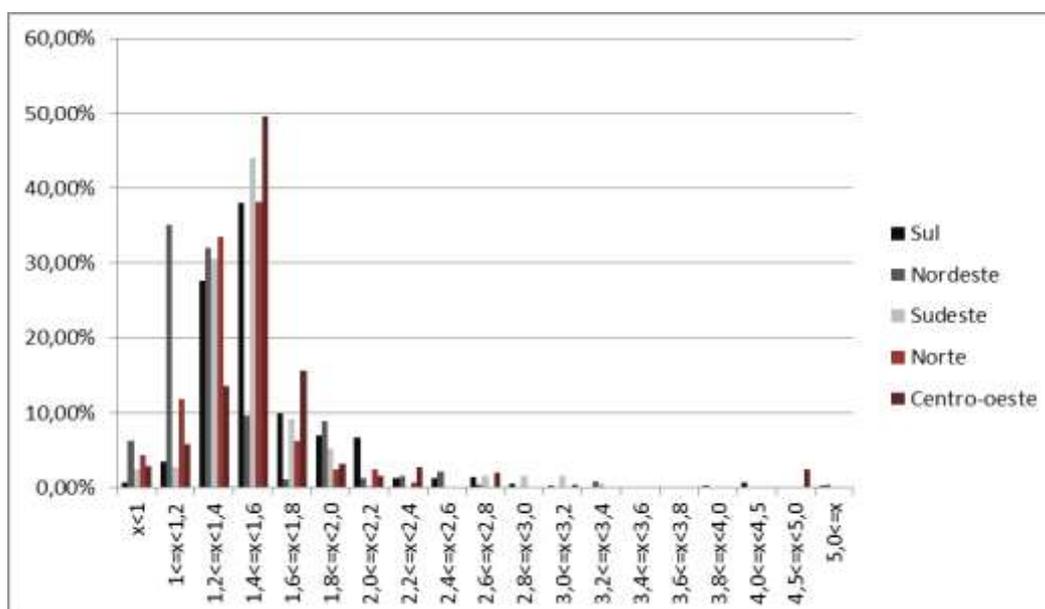


Figura 29- Proporção do número de dormitórios por comprimento das aberturas (m)

3.2.9 Área da cozinha

No caso das cozinhas, a suas áreas variam de 6 a 10 m² em mais da metade das UHs e em todas as regiões. O Centro-Oeste se destaca por apresentar um número significativo de cozinhas com mais de 14 m² (28,9% das amostras para a região, conforme a Figura 30b). Como foi visto até então, os gráficos para o Centro-oeste do número de suítes, número de banheiros, número de lavabos e na área das cozinhas, tendem a ter um comportamento diferenciado, o que sugere uma grande quantidade de UHs de alto padrão. A Figura 11e e a análise do banco de dados ajudam a entender melhor esse comportamento. Percebeu-se no banco de dados que a maioria dos empreendimentos com um número elevado de andares (que passam de 19 pavimentos tipo, conforme a mediana disponível na Figura 11e) possuía características que contribuíram decisivamente para a diferenciação dos gráficos apontados acima, devido ao elevado número de UHs que esses empreendimentos adicionaram à pesquisa.

Tabela 15- Número de UHs por área da cozinha (m²)

Área (m ²)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
4-6	558	272	0	104	0
6-8	1.270	653	1.294	550	656
8-10	1.386	755	165	218	291
10-12	368	124	320	174	270
12-14	227	0	48	36	25
14-16	140	88	151	0	321
16-18	37	38	0	0	56
18-20	36	0	90	0	22
20-24	0	22	0	0	107
24-28	88	0	0	0	0

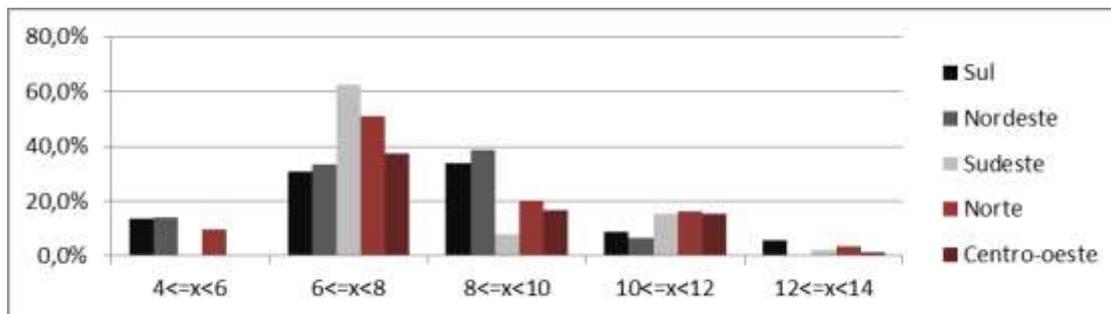


Figura 30a- Porcentagem de UHs por valores de área da cozinha

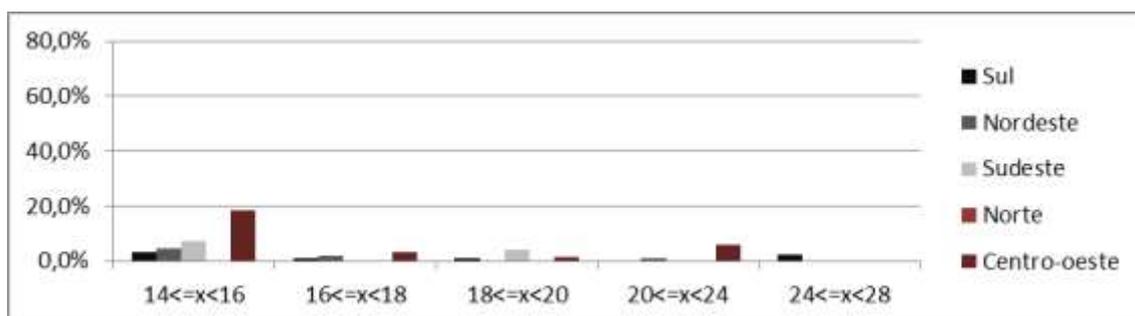


Figura 30b- Porcentagem de UHs por valores de área da cozinha

3.2.10 Área do estar/jantar

O gráfico das Figuras 31a e b também demonstram que nas duas faixas pré-definidas de área de 12 a 16 m² e 16 a 20 m² se encontram a maioria das áreas de estar/jantar do banco de dados. A análise do gráfico da Figura 32 quantifica essa proporção, mostrando que



essas duas faixas de área correspondem a 54,01% do total. Também é notável a baixa quantidade de áreas de estar/jantar com mens de 20 m² na região norte.

Tabela 16- Número de UHs por área do estar/jantar (m²)

Área (m ²)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
8-12	277	90	32	204	209
12-16	801	464	332	616	504
16-20	1.429	858	632	226	349
20-24	831	88	464	0	404
24-28	439	218	135	0	147
28-32	424	100	204	0	75
32-40	169	102	31	0	40
40-50	143	32	180	36	20
50-60	96	0	0	0	0
60-	40	0	58	0	0

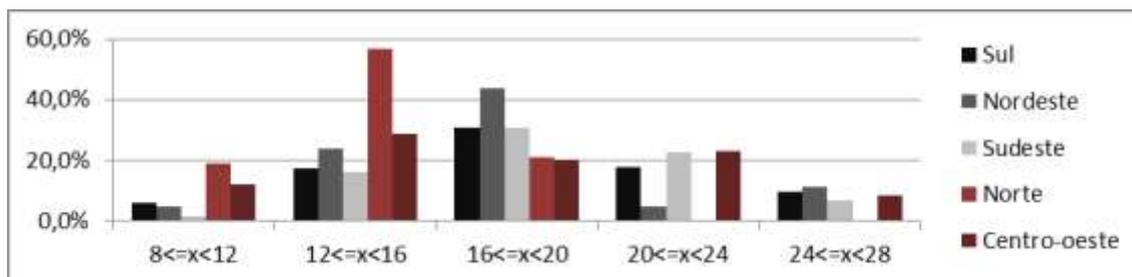


Figura 31a- Porcentagem de UHs por valores de área do Estar/Jantar

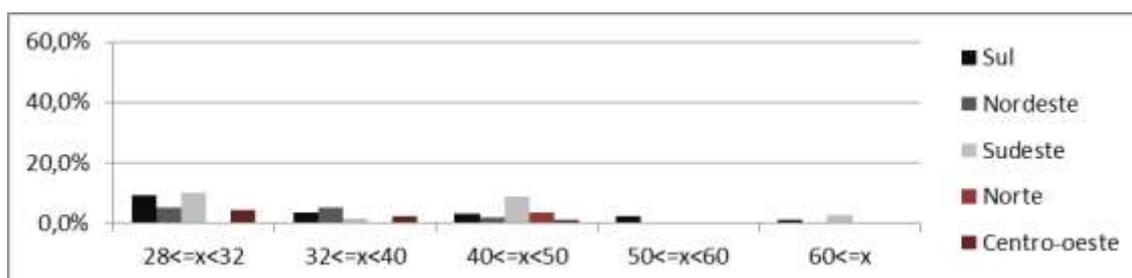


Figura 31b- Porcentagem de UHs por valores de área do Estar/Jantar

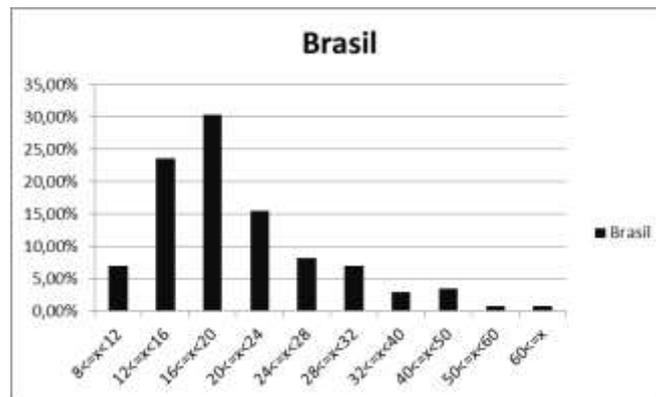


Figura 32- Porcentagem nacional de UHs por valores de área do Estar/Jantar no Brasil

3.2.11 Relação entre as áreas da cozinha + serviço e estar/jantar

As Figuras 33 e 34 mostram as médias, máximos e mínimos das áreas de cozinha somadas com as áreas de serviço e das áreas de estar/jantar por região. Ambas as Figuras mostram uma grande variabilidade em termos de área máxima por região e um gráfico mais comportado no que diz respeito às suas áreas mínimas, variando de 8,31 a 10,93 m² para o estar/jantar e de 4,46 a 6,21 m² para a cozinha + serviço. Mas o que mais chama a atenção é o resultado das médias dos dois cômodos. Se forem analisados individualmente, as médias das regiões apresentam valores distintos que não seguem um padrão definido. No entanto, se os dois gráficos forem colocados lado a lado, como na Figura 35, percebe-se que eles têm curvas muito parecidas, o que sugere uma relação de proporcionalidade entre os dois cômodos. De fato, se forem analisadas as razões das médias por região, têm-se valores muito parecidos entre as regiões Sul, Nordeste e Sudeste, e entre o Norte e o Centro-oeste, como mostra a Figura 36.

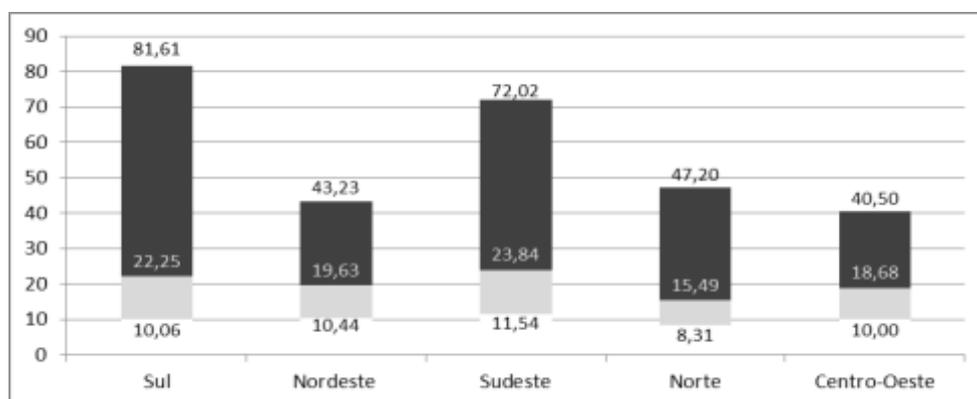


Figura 33- Gráfico de médias, máximos e mínimos das áreas de estar/jantar por região

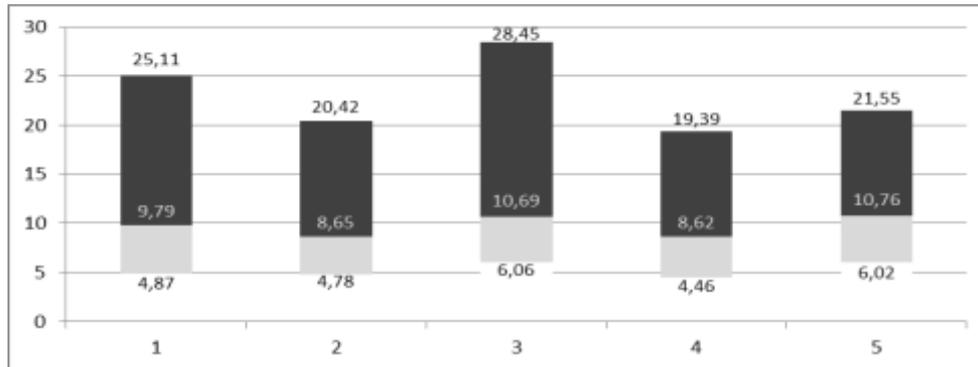


Figura 34- Gráfico de médias, máximos e mínimos das áreas de cozinha+serviço por região

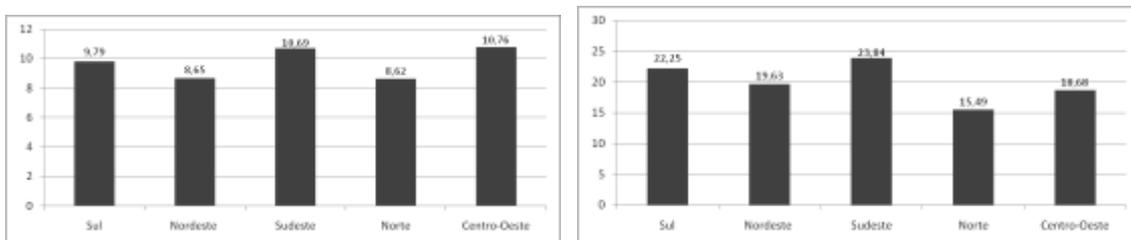


Figura 35- Comparação visual dos gráficos das médias

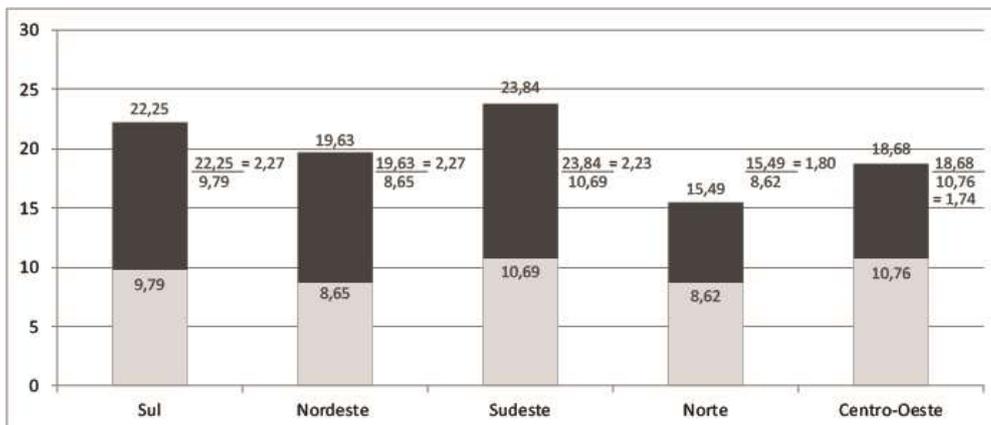


Figura 36- Sobreposição das médias das áreas da cozinha/serviço e estar/jantar

3.2.12 Comprimento das paredes do estar/jantar em contato com o exterior

Os dados por região da Tabela 17 e da Figura 37 ajudam a demonstrar que a grande maioria das áreas de estar/jantar possui entre 2 e 4 m de parede em contato com o exterior. Também foi percebido na análise que grande parte dessas paredes só possui uma orientação, ou seja, as áreas de estar normalmente só tem uma parede em contato com o exterior, sendo

que os outros limites desse cômodo são feitos com as paredes internas que o separam da cozinha, do banheiro ou dos dormitórios. A Figura 38 mostra um exemplo de estar com apenas uma parede em contato com o exterior.

Tabela 17- Número de UHs por comprimento da parede do estar/jantar em contato com o exterior

Comprimento (m)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
$x < 2$	184	0	20	0	19
$2,0 \leq x < 4,0$	3336	1532	1195	996	998
$4,0 \leq x < 6,0$	530	276	701	50	569
$6,0 \leq x < 8,0$	205	38	100	0	162
$8,0 \leq x < 10,0$	171	74	24	0	0
$10,0 \leq x < 12$	108	32	14	0	0
$12,0 \leq x$	115	0	14	36	0

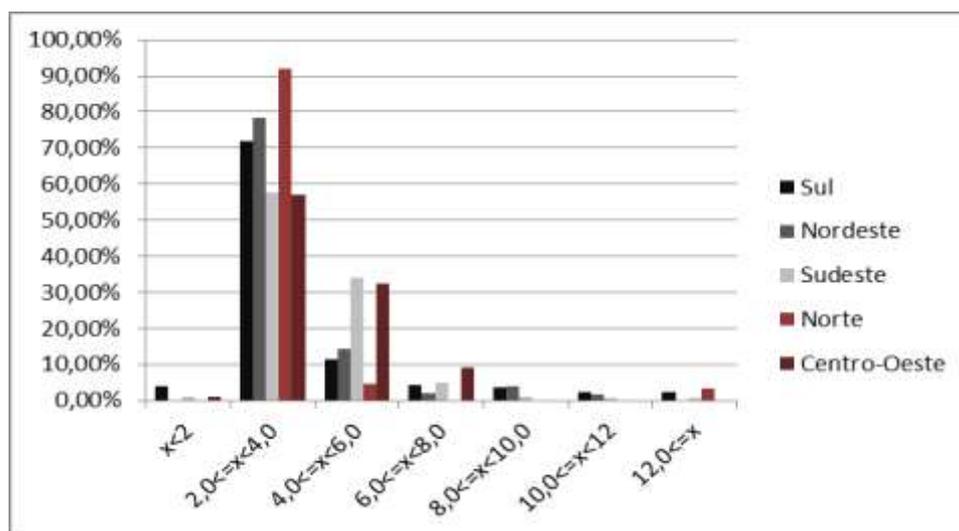


Figura 37- Proporção do número de UHs por comprimento das paredes do estar/jantar em contato com o exterior



Figura 38 Exemplo de UH com parede do estar/jantar em contato com o exterior em apenas uma orientação

3.2.13 Comprimento das aberturas do estar/jantar

O gráfico da Figura 39 mostra um comportamento bastante variado do número de UHs por comprimento da abertura do ambiente de estar/jantar. Mas dividindo-se as regiões em grupos pode se dizer que no Sul e no Nordeste há uma predominância de janelas com comprimentos entre 1,4 m e 2,0 m (57,30% e 54,05% das amostras para as regiões). Já no Norte e no Sudeste essa faixa aumenta para 1,4 m a 2,2 m (80,41% da amostra para a região) e 1,8 m a 2,8 m, respectivamente (56,29% da amostra). A região Centro-oeste destaca-se por apresentar a maioria das aberturas das áreas de estar/jantar com mais de 2,4 m de comprimento (70,54% da amostra). Outro dado que chama a atenção é o fato de que 506 UHs presentes na região nordeste possuem, segundo a Tabela 18, aberturas na faixa de 1,4 m a 1,6 m, valor que chega a 25,92% total para a região.



Tabela 18- Número de UHs por comprimento das aberturas do estar/jantar

Comprimento (m)	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
$x < 1$	40	22	0	0	19
$1,0 \leq x < 1,2$	12	60	20	0	28
$1,2 \leq x < 1,4$	0	75	0	0	64
$1,4 \leq x < 1,6$	408	506	32	136	166
$1,6 \leq x < 1,8$	673	128	64	280	51
$1,8 \leq x < 2,0$	954	138	540	118	120
$2,0 \leq x < 2,2$	629	283	60	336	44
$2,2 \leq x < 2,4$	84	0	96	36	23
$2,4 \leq x < 2,6$	41	0	264	72	340
$2,6 \leq x < 2,8$	278	172	204	18	29
$2,8 \leq x < 3,0$	121	170	60	0	110
$3,0 \leq x < 3,2$	166	0	187	16	248
$3,2 \leq x < 3,4$	331	0	100	0	112
$3,4 \leq x < 3,6$	34	0	120	16	0
$3,6 \leq x < 3,8$	58	0	159	18	90
$3,8 \leq x < 4,0$	270	0	0	0	0
$4,0 \leq x < 4,5$	123	244	90	0	210
$4,5 \leq x < 5,0$	114	32	44	0	0
$5,0 \leq x$	313	122	28	36	94

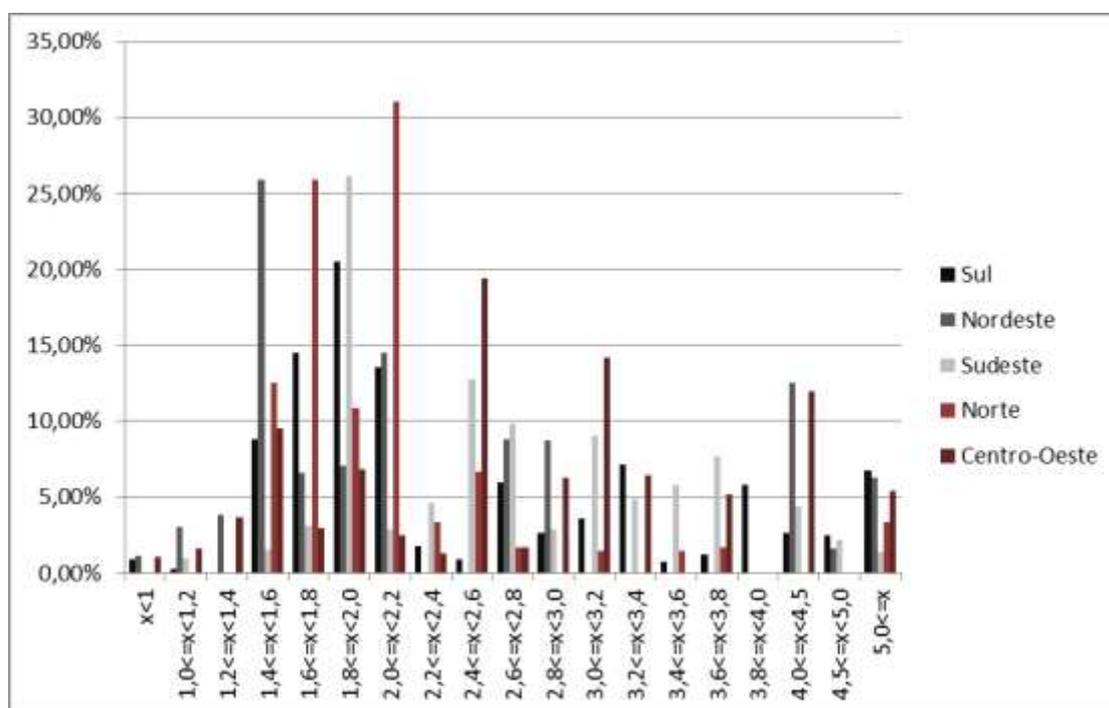


Figura 39- Proporção do número de UHs por comprimento das aberturas do estar/jantar

3.2.14 Relação entre paredes em contato com o exterior e aberturas do estar/jantar

Não há uma relação clara entre o comprimento da parede em contato com o exterior e o comprimento das aberturas do estar/jantar. No entanto, o gráfico da Figura 40 demonstra que o maior comprimento de paredes em contato com o exterior (eixo x do gráfico) influencia o aumento do comprimento da janela deste cômodo (eixo y do gráfico).

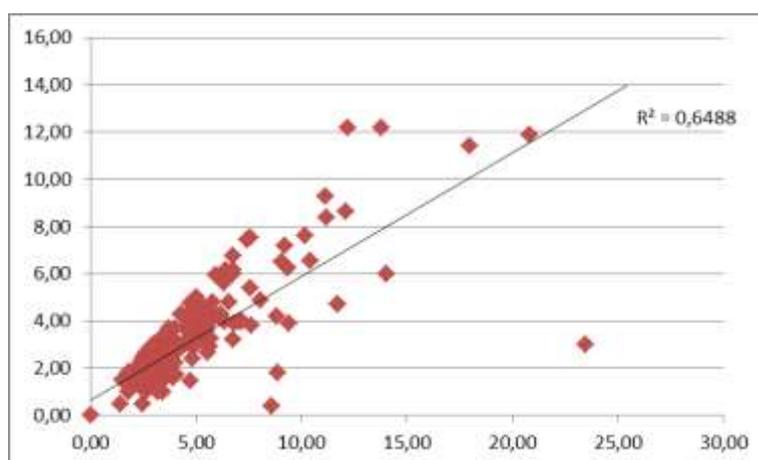


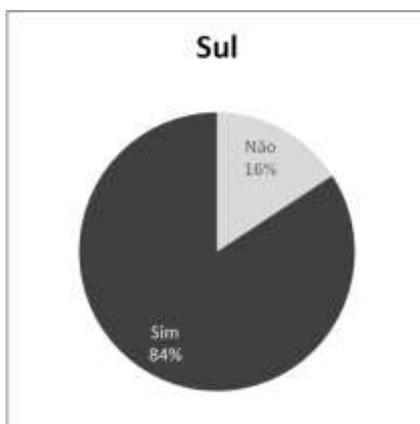
Figura 40- Relação entre paredes em contato com o exterior e aberturas do estar/jantar

3.2.15 Integração entre estar/jantar e cozinha

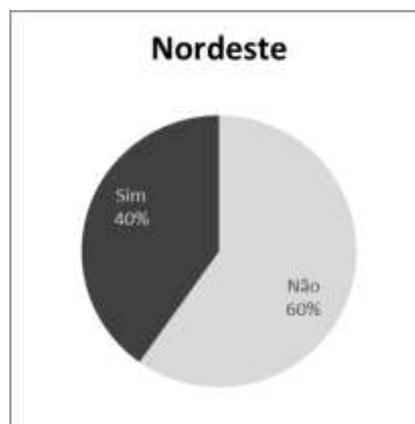
Há uma distinção muito clara dos valores de integração entre as regiões. As amostras da região sul são as que apresentam a maior porcentagem de cozinhas integradas às áreas de estar/jantar, com 84% (Figura 41a). Já as UHs das regiões Centro-oeste e Nordeste são as que apresentam a maior porcentagem de cozinhas separadas das áreas de estar/jantar, 57% e 60% (Figuras 41e e 41b). Ainda sobre este critério, pode ser dito que a sua variação é mais relacionada com a área útil das UHs do que da região em que ela está inserida. Observou-se que a UHs com mais de 90 m² tendem a ter a cozinha separada da área de estar.

Tabela 19- Número de UHs por critério de integração entre estar/jantar e cozinha

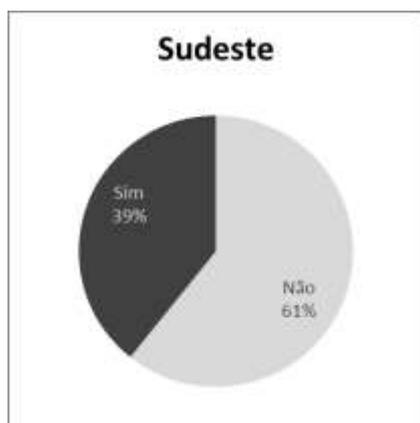
	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
Não integrado	734	1.168	1.256	200	1.003
Integrado	3915	784	812	882	745



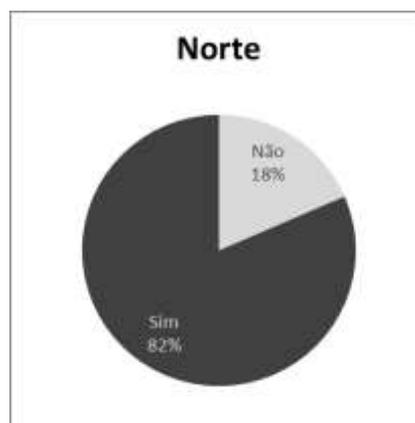
**Figura 41a- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha - Sul**



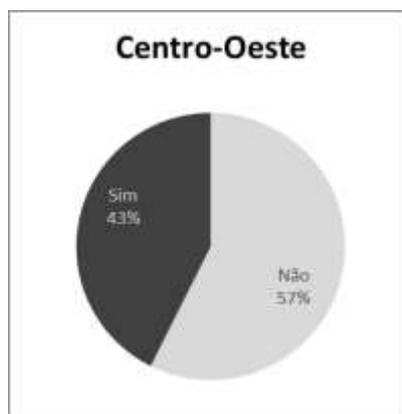
**Figura 41b- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha - Nordeste**



**Figura 41c- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha - Sudeste**



**Figura 41d- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha - Norte**



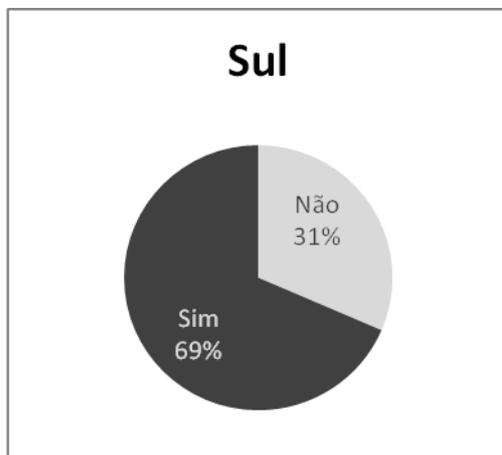
**Figura 41e- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha – Centro-Oeste**

3.2.16 Integração entre cozinha e área de serviço

A tendência do mercado imobiliário em oferecer modelos de layout tripartidos em zonas íntima, social e de serviço identificada por Tramontano (2000) pode ser identificada pela análise desta característica. Em princípio, são irrelevantes os casos no banco de dados em que a cozinha e a área de serviço não estavam uma ao lado da outra, o que reforça o fato de que elas formam uma zona da casa identificada com as atividades de limpeza e cocção. Além disso, as Figuras 42a, b, c, d e e mostram que além da proximidade característica dos dois cômodos, na grande maioria dos casos eles se encontram integrados. Os casos de cozinha e área de serviço separadas por paredes tendem a aumentar de acordo com a área útil das UHs, sendo que as plantas com mais de 90 m² têm a maioria desses cômodos não integrados.

Tabela 20- Número de UHs por critério de integração entre cozinha e área de serviço

	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
Não integrado	1.462	192	568	144	556
Integrado	3.187	1.760	1.500	938	1.192



**Figura 42a- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha – Sul**



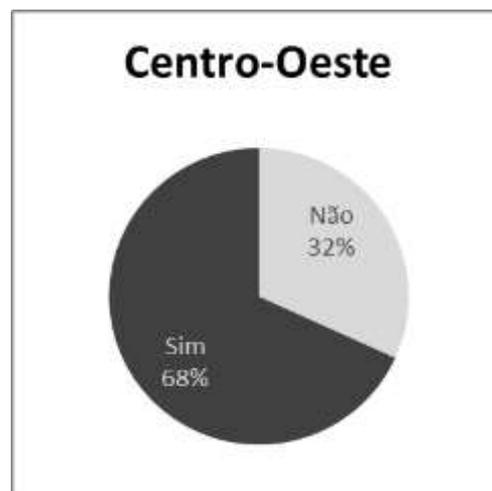
**Figura 42b- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha - Nordeste**



**Figura 42c- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha – Sudeste**



**Figura 42d- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha - Norte**



**Figura 42e- Porcentagem de Integração
Estar/jantar e cozinha – Centro-Oeste**

3.2.17 Presença de sacada

A presença de sacadas ligadas às áreas de estar/jantar influencia o desempenho térmico destes ambientes. As informações do item 3.2.12 apontaram que as áreas de estar/jantar possuem em geral apenas uma parede em contato com o exterior, o que leva à conclusão de que as principais trocas térmicas com o meio externo são realizadas por esta superfície. Assim, a sacada protege o estar/jantar da entrada da radiação direta, não só pelo fato dela se comportar como um brise horizontal, mas pelo próprio recuo da parede em contato com o exterior que gera sombreamentos adicionais, como mostra a Figura 43. Nesse estudo observou-se que a maior parte das UHs possuem sacadas, sendo que no Sul e o Nordeste



(Figuras 44 a e b) esse valor chega a três quartos das UHs. Nas demais regiões essa proporção é ainda maior, 100% para a Sudeste, 87% para a Norte e 98% para a Centro-oeste (Figuras 44 c, d e e, respectivamente). O histograma da Figura 45 mostra que a maior parte das sacadas da amostra tem profundidade entre 1,0 m e 2,6 m.



Figura 43- Exemplo de sombreamento pelo recuo da parede do estar/jantar

Tabela 21- Presença de sacadas

	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Centro-Oeste
Não	1.129	469	0	140	28
Sim	3.520	1.483	2.068	942	1.720

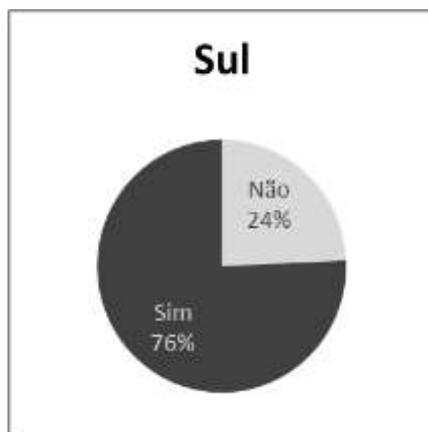


Figura 44a- Porcentagem de presença ou não de sacada - Sul

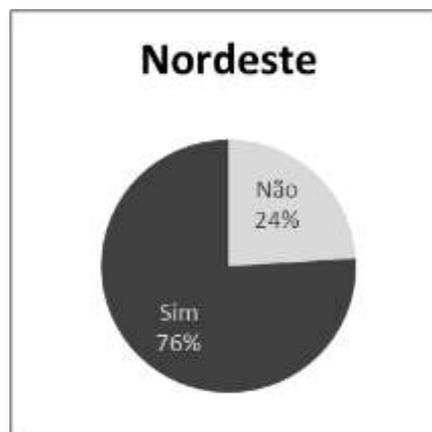


Figura 44b- Porcentagem de presença ou não de sacada - Nordeste



Figura 44c- Porcentagem de presença ou não de sacada - Sudeste

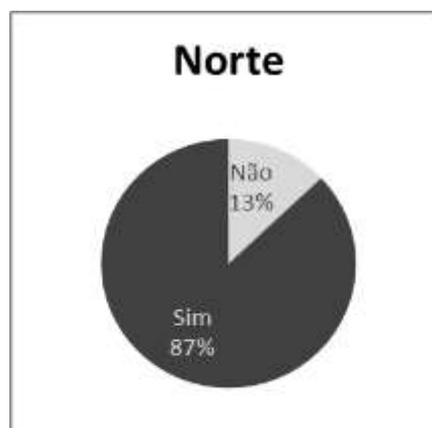


Figura 44d- Porcentagem de presença ou não de sacada - Norte

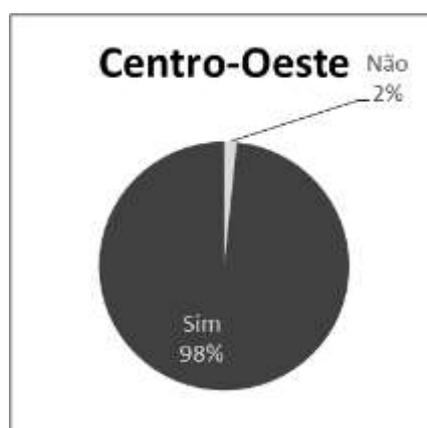


Figura 44e- Porcentagem de presença ou não de sacada – Centro-Oeste

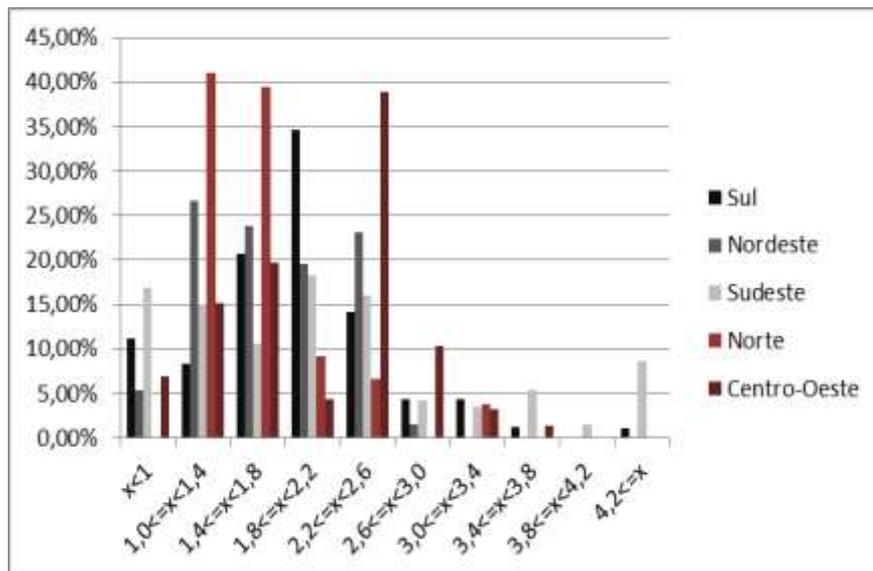


Figura 45- Proporção de UHs por profundidade das suas sacadas

3.3 Segunda Etapa - Análise por número de dormitórios

3.3.1 Números de UHs por área útil

Como já se esperava, o maior número de dormitórios em uma UH acarreta o aumento da sua área útil. Se forem analisados os dados da Tabela 22, percebe-se que para dois dormitórios é possível de se encontrar plantas entre 30 e 45 m² de área útil (16,75% do total de UHs de dois dormitórios). Para três e quatro dormitórios, as áreas mínimas encontradas estão entre as faixas de 45 e 50 m² e 60 e 65 m², respectivamente. Para quatro dormitórios percebeu-se que a maioria das UHs (72,49%) possui mais de 90 m² de área útil, enquanto que em UHs de dois dormitórios essa proporção não chega a 1%.



Tabela 22- Número de UHs de dois, três e quatro dormitórios por área útil

Área útil (m ²)	2	3	4
30 ≤ x < 35	48	0	0
35 ≤ x < 40	191	0	0
40 ≤ x < 45	482	0	0
45 ≤ x < 50	653	66	0
50 ≤ x < 55	511	374	0
55 ≤ x < 60	444	489	0
60 ≤ x < 65	514	780	36
65 ≤ x < 70	745	531	84
70 ≤ x < 75	195	521	40
75 ≤ x < 80	198	314	160
80 ≤ x < 90	298	541	93
90 ≤ x < 100	0	214	300
100 ≤ x < 110	0	191	192
110 ≤ x < 120	0	195	59
120 ≤ x < 130	0	59	21
130 ≤ x < 140	19	60	22
140 ≤ x < 150	0	0	32
150 ≤ x < 160	0	40	80
160 ≤ x	6	13	382

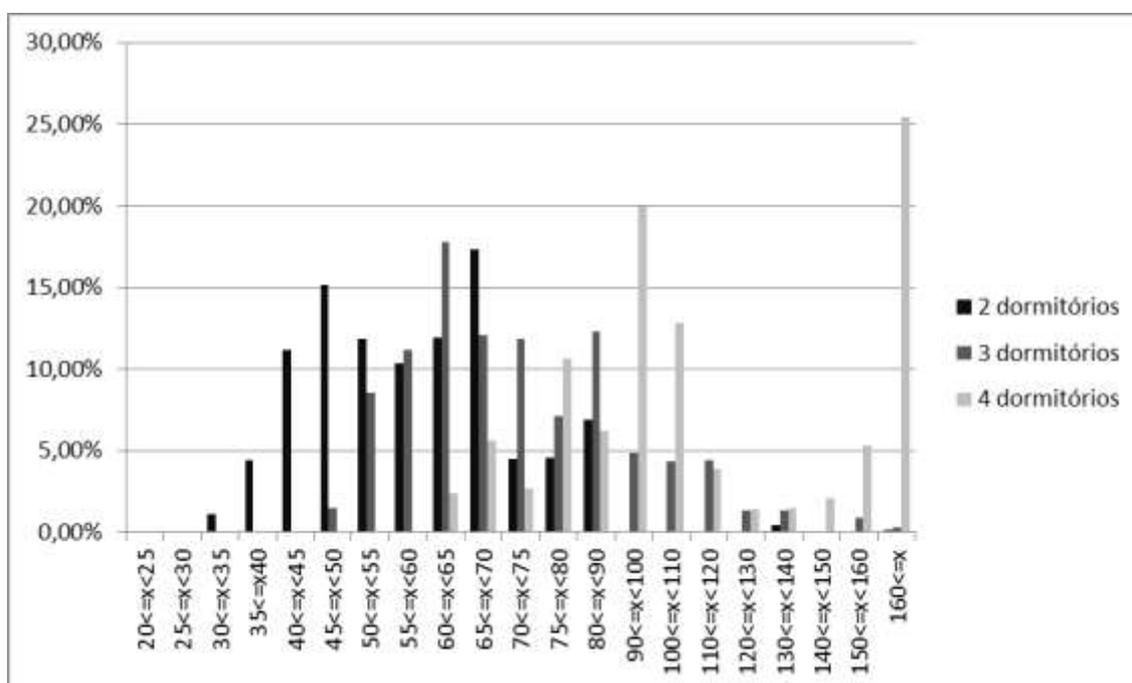


Figura 46- Proporção de UHs de dois, três e quatro dormitórios por área útil



3.3.2 Influência do número de dormitórios nas áreas de estar/jantar e cozinha + serviço

A partir do momento em que se comprovou a relação direta entre o aumento da área útil e o maior número de dormitórios, a pesquisa pautou-se em investigar se as áreas de estar/jantar e da cozinha + serviço da amostra também eram afetadas pelo número de dormitórios. Os resultados gráficos para os dois cômodos dispostos nas Figuras 47 e 48 afirmam essa tendência. As UHs de dois dormitórios possuem uma proporção grande de áreas de estar/jantar com menos de 16 m² (41,98% do total). Esse número cai drasticamente se forem analisadas as UHs com três e quatro dormitórios (14,65 e 10,66%, respectivamente). Como pode ser percebido na Figura 47, o gráfico das áreas de estar/jantar de três dormitórios está concentrado de tal forma que quase metade das dessas UHs possui áreas de estar/jantar entre 16 e 20 m² (44,76% do total). Em contrapartida, o gráfico das UHs de quatro dormitórios é mais bem distribuído, apresentando valores significativos tanto em áreas 12 e 16 m² quanto em áreas maiores, como 40 e 50 m².

Tabela 23- Número de UHs de dois, três e quatro dormitórios por área de estar/jantar

Área (m ²)	2	3	4
8 ≤ x < 12	340	0	0
12 ≤ x < 16	1467	640	160
16 ≤ x < 20	1003	1955	262
20 ≤ x < 24	777	782	223
24 ≤ x < 28	212	429	250
28 ≤ x < 32	465	279	32
32 ≤ x < 40	40	157	127
40 ≤ x < 50	0	113	300
50 ≤ x < 60	0	13	49
60 ≤ x	0	0	98

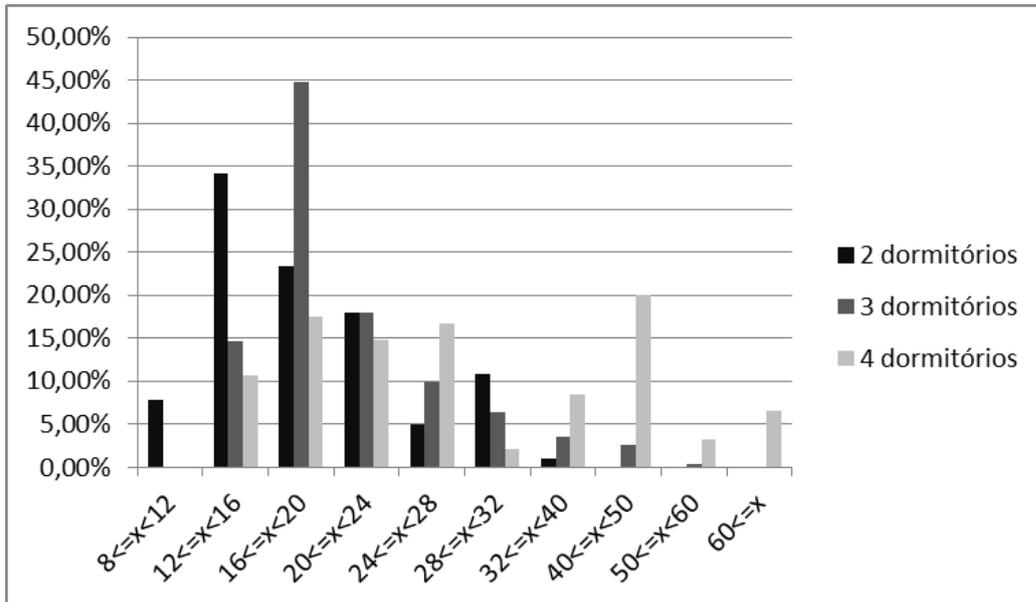


Figura 47- Proporção de UHs de dois, três e quatro dormitórios por área de estar/jantar

O gráfico da área das cozinhas + serviço apresentou um comportamento muito semelhante ao da área de estar/jantar, o que ajuda a reforçar a análise feita em 3.2.11. Como mostra a Figura 48, quase todas as UHs de dois dormitórios possuem o somatório das suas áreas de cozinhas e serviço menores do que 12 m², havendo uma predominância de áreas entre 6 e 8 m² (58,99% do total). As UHs de quatro dormitórios se destacam por quase não apresentarem áreas de cozinha + serviço com menos de 8 m², que são bastante comuns para UHs de dois e três dormitórios.

Tabela 24- Número de UHs de dois, três e quatro dormitórios por área de cozinha + serviço

Área (m ²)	2	3	4
4 ≤ x < 6	280	136	0
6 ≤ x < 8	2539	1292	28
8 ≤ x < 10	922	1161	220
10 ≤ x < 12	440	835	354
12 ≤ x < 14	56	310	125
14 ≤ x < 16	24	267	260
16 ≤ x < 18	24	139	98
18 ≤ x < 20	0	114	91
20 ≤ x < 24	19	94	235
24 ≤ x < 28	0	40	60
28 ≤ x < 32	0	0	30

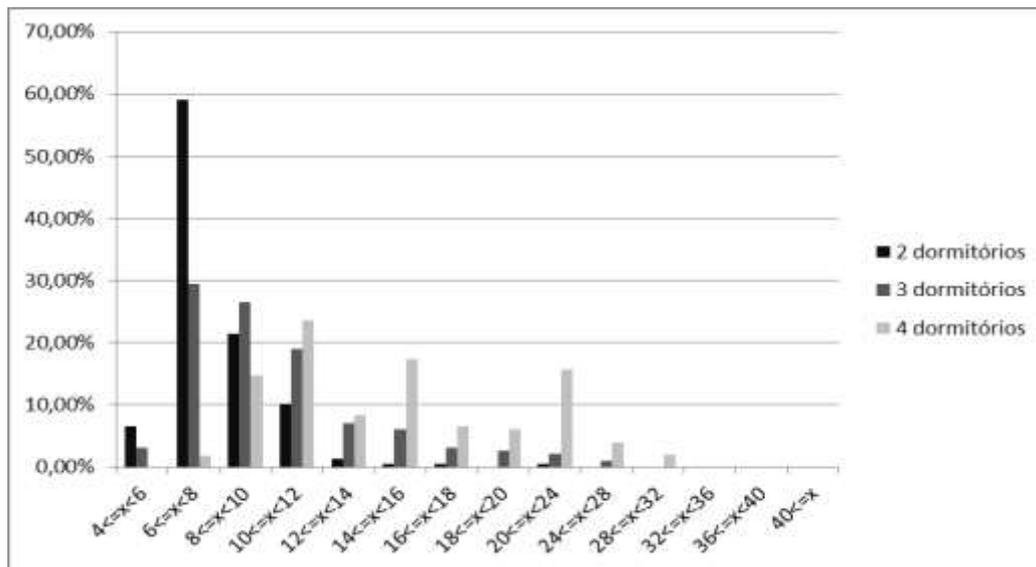


Figura 48- Proporção de UHs de dois, três e quatro dormitórios por área de cozinha + serviço

Como será apresentado posteriormente, UHs com grandes valores de área útil possuem maior diversidade de layout, e conforme a seção anterior onde foi demonstrada a influência do número de dormitórios no aumento das áreas de estar/jantar, cozinha + serviço e área útil, a diversidade apresentada nos dois gráficos de área das UHs de quatro dormitórios desta seção pode ser explicada pela maior liberdade que se tem de projetar um apartamento de maior área útil.

3.3.3 Números de UHs por critério de integração entre estar/jantar e cozinha

A análise da Figura 49 mostra o comportamento inverso entre as UHs de dois e quatro dormitórios. Nas amostras das UHs de dois dormitórios, 74,98% apresentavam integração entre esses dois cômodos, enquanto que nas de quatro dormitórios o valor cai para aproximadamente 9,53%. Já o gráfico das UHs de três dormitórios é quase que uma transição entre os comportamentos tão fixos dos gráficos anteriores. Percebe-se também que há uma relação entre o aumento da área útil e a redução da proporção de UHs com estar/jantar e cozinha integrados.

Tabela 25- Número de UHs por critério de integração entre estar/jantar e cozinha

Nº dormitórios	Área útil	Não	Sim
2 dormitórios	$30 \leq x < 60$	498	1.831
	$60 \leq x < 90$	573	1.377
	$90 \leq x$	6	19
3 dormitórios	$30 \leq x < 60$	92	837
	$60 \leq x < 90$	909	1.778
	$90 \leq x$	1.009	79
4 dormitórios	$60 \leq x < 90$	349	64
	$90 \leq x$	1.009	79

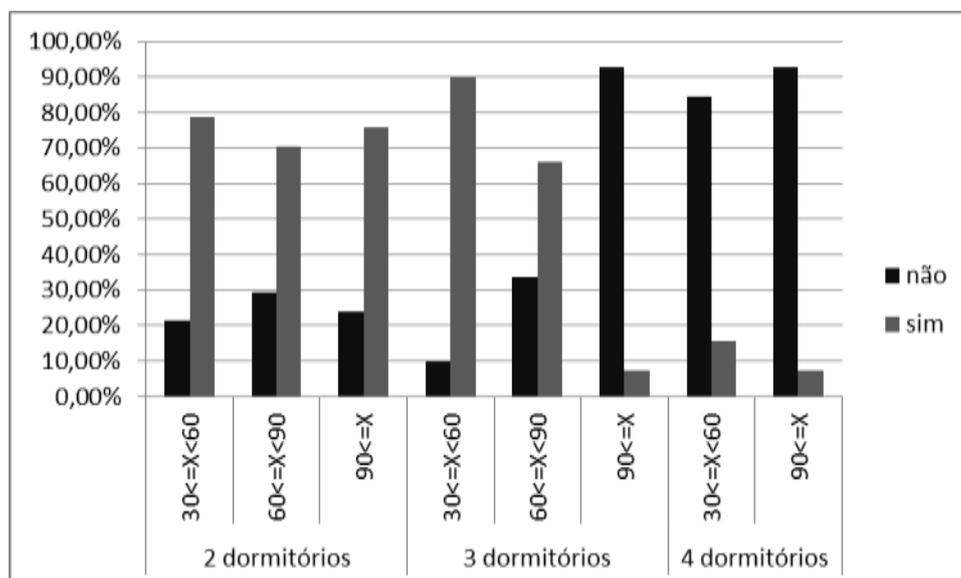
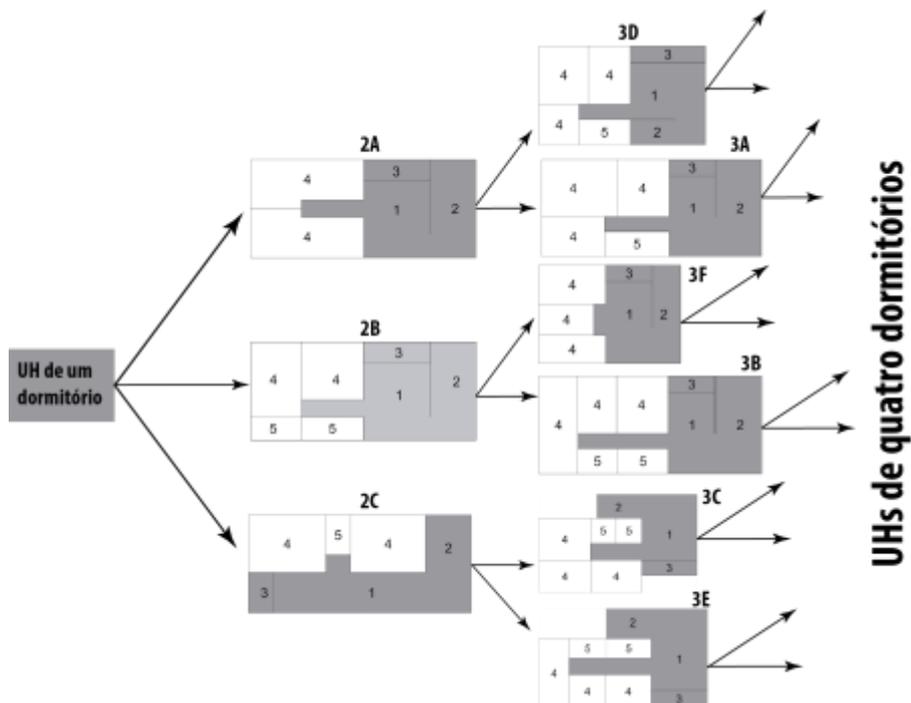


Figura 49- Proporção de UHs de dois, três e quatro dormitórios por critério de integração entre estar/jantar e cozinha

3.4 Segunda Etapa – Classificação visual das UHs

Este estudo levou em consideração a disposição do estar, da cozinha e dos dormitórios. Verificou-se que o número de banheiros varia bastante de acordo com a presença ou não de suítes e a suas posições não seguem uma lógica definida. Além disso, estes ambientes não contribuem tanto para o desempenho térmico das edificações quanto os demais, por isso foram desconsiderados nesta parte da análise. No caso das sacadas, mesmo que nos desenhos da classificação das UHs ela apareça com acesso somente a partir do estar, há casos em que a sacada também pode ser acessada a partir da área de serviço.

Verificou-se também que o maior número de dormitórios influencia diretamente na variabilidade das plantas. Desta forma, esse processo de aumento da complexidade com o maior número de dormitórios pode ser entendido como um processo de encadeamento, onde há três tipos básicos de plantas para dois dormitórios que dão origem, cada uma, a dois tipos de planta de três dormitórios, que por sua vez definem parte dos modelos de quatro dormitórios, até chegar-se à abstração total, onde as plantas adquirem um formato tão complexo que não se enquadram em uma tipologia fixa. A Figura 50 mostra, de forma esquemática, esse processo de encadeamento e a tendência à inviabilidade na definição de tipos para UHs quatro dormitórios. Posteriormente, cada um desses tipos analisados terá uma explicação mais detalhada. Deve-se salientar que as UHs com três dormitórios e com mais de 90 m² de área útil também possuem uma complexidade tão grande que fica difícil organizá-las em tipos.



**Figura 50- Modelo de representação do aumento da complexidade das UHs
1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver),
4- Dormitórios, 5 – Banheiro**

Desconsiderando-se as UHs de três dormitórios com mais de 90 m² de área útil e as de quatro dormitórios, esses tipos correspondem a 89,66% das UHs da amostra. Ou seja, apenas uma em cada dez plantas analisadas não se enquadra na tipificação proposta.

3.4.1 Dois dormitórios – 2A

Este tipo, disponível esquematicamente na Figura 51 e com um exemplo na Figura 52, se caracteriza por apresentar a parede em contato com o exterior da cozinha + serviço e do estar orientadas para a mesma direção, e a possibilidade dos dormitórios apresentarem aberturas com orientações distintas. Este fato se deve à característica de posicionamento dos dormitórios desta tipologia, que só é possível em apartamentos de “esquina”, uma vez que se houvesse uma UH destas entre outras duas, um dos dormitórios não possuiria janela. Para edificações com planta em “Q” ou “R” apenas um dos dormitórios pode apresentar mais de uma parede em contato com o exterior. Já no caso de plantas em “H”, ambos os dormitórios podem ter essa característica, como mostra a Figura 53.

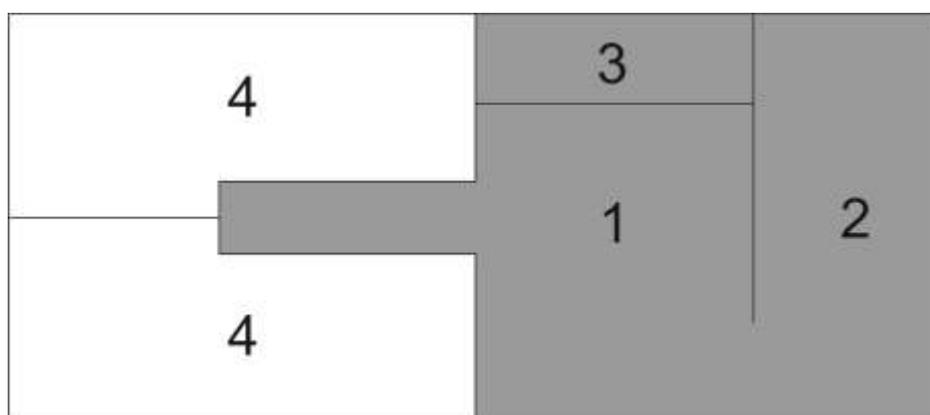


Figura 51- Figura esquemática do tipo em questão: 1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios (Lembrando que, neste caso, para simplificar a análise, a posição dos banheiros foi desconsiderada)

Tabela 26- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 2A

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	251	5,83%
$60 \leq x < 90$	609	14,15%
$90 \leq x$	0	0,00%
Esse tipo corresponde a 19,98% dos apartamentos de 2 dormitórios da amostra		



Figura 52- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

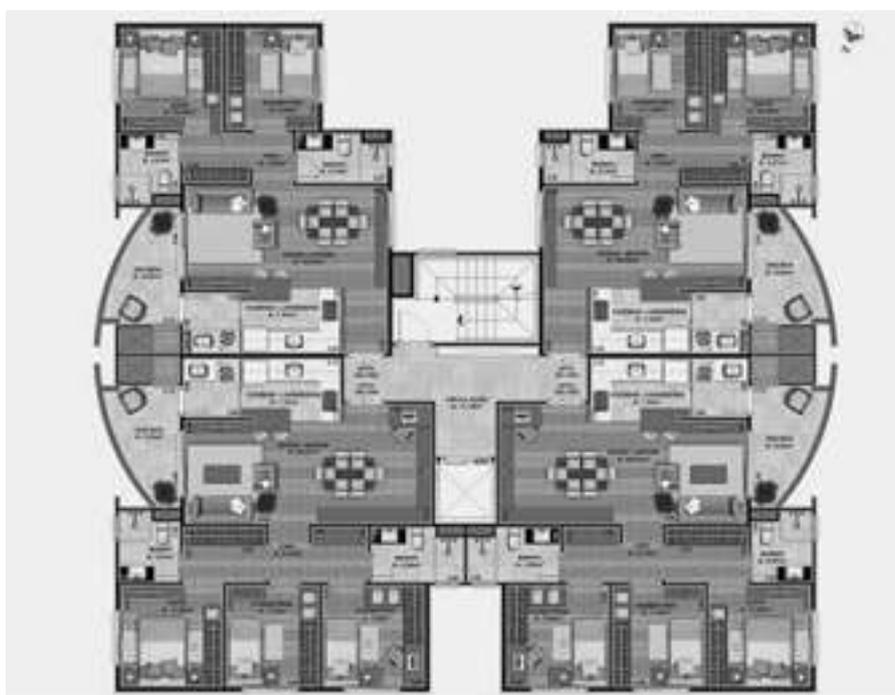


Figura 53- Imagem ilustrativa de empreendimento em formato "H"

3.4.2 Dois dormitórios - 2B

Plantas com este formato apresentam a mesma configuração da cozinha + serviço com o estar do modelo anterior. A diferença está na posição dos dormitórios, que se encontram do mesmo lado em relação ao eixo longitudinal do apartamento. Este tipo de planta é bastante comum tanto em apartamentos que estão entre outros dois no mesmo pavimento tipo, quanto nos de “esquina”. Como pode ser comprovado na Tabela 27, mais da metade das UHs de dois dormitórios possuem essa configuração, o que mostra a importância deste tipo de UH para o mercado imobiliário.

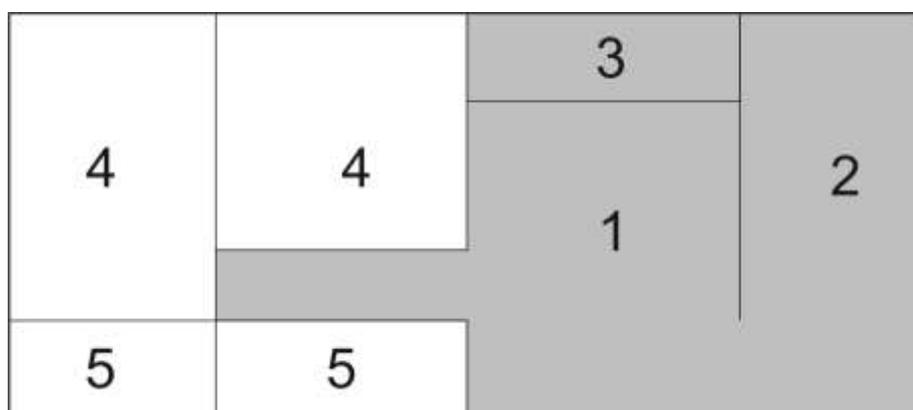


Figura 54- Figura esquemática do tipo em questão: 1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5 - Banheiro

Tabela 27- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 2B

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	1.613	37,48%
$60 \leq x < 90$	733	17,03%
$90 \leq x$	6	0,14%
Esse tipo corresponde a 54,65% dos apartamentos de 2 dormitórios da amostra		



Figura 55- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

3.4.3 Dois dormitórios – 2C

Neste caso, a cozinha e o serviço formam um “L” que envolve os dormitórios. Isso permite que a parede do estar em contato com o exterior possua uma orientação distinta da parede da cozinha + serviço em contato com o exterior. Como normalmente esses ambientes possuem janelas, a grande maioria destes apartamentos se encontra na esquina dos empreendimentos em formato “R” ou em plantas de formato “Q” ou “H”.

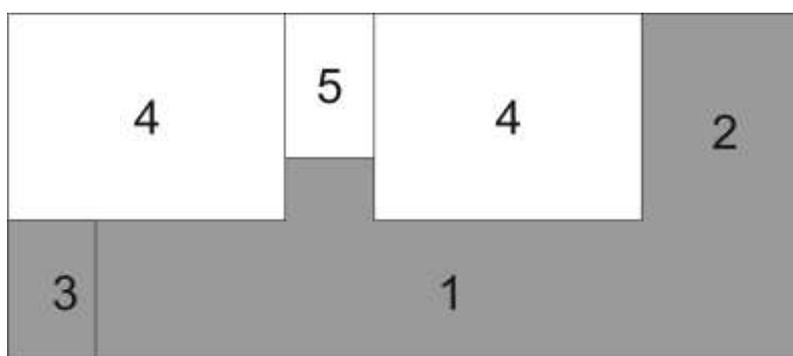


Figura 56- Figura esquemática do tipo em questão: 1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5 – Banheiro

Tabela 28- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 2C

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	310	7,20%
$60 \leq x < 90$	424	9,85%
$90 \leq x$	0	0,00%
Esse tipo corresponde a 17,05% dos apartamentos de 2 dormitórios da amostra		



Figura 57- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

3.4.4 Três dormitórios - 3A

Este tipo é bastante semelhante ao 2A. Pela Figura 58 percebe-se que ele possui a mesma configuração do estar/jantar e da cozinha do modelo respectivo para dois dormitórios, tanto nas suas posições, quanto na orientação das paredes em contato com o exterior. A diferença é que, se considerarmos o eixo longitudinal do modelo da Figura 58, tem-se a adição de um dormitório. As observações feitas anteriormente para o 2A também são válidas neste tipo.

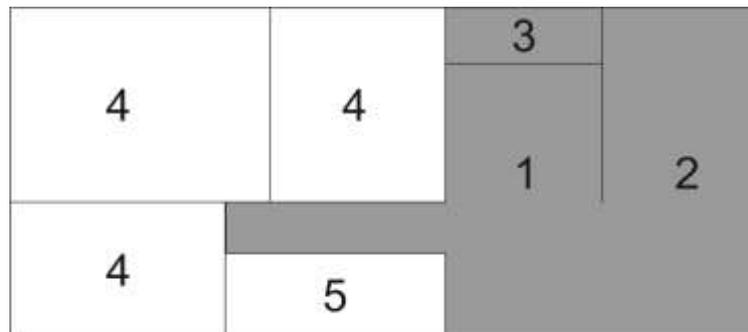


Figura 58- Figura esquemática do tipo em questão: 1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5- Banheiro

Tabela 29- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 3A

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	248	6,86%
$60 \leq x < 90$	1.080	29,87%
Esse tipo corresponde a 36,73% dos apartamentos de 3 dormitórios da amostra		

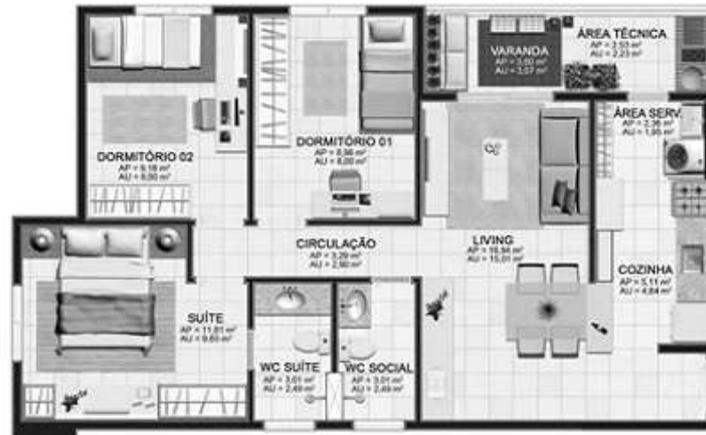


Figura 59- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

3.4.5 Três dormitórios - 3B

Este tipo também é semelhante a um dos modelos de dois dormitórios, o 2B. A diferença é que, como no tipo 3A, em um dos lados, se considerarmos o eixo longitudinal do apartamento, tem-se a adição de um dormitório. Como no 2B, é bastante comum de se encontrar plantas com esta organização tanto em UHs que estão entre outras duas no mesmo pavimento tipo quanto nas de esquina.

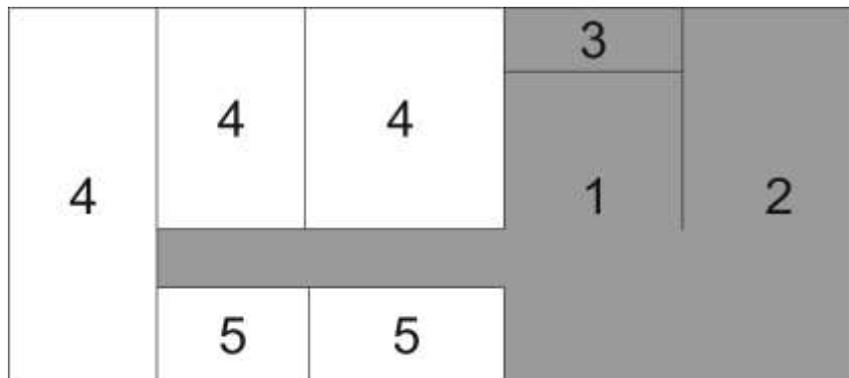


Figura 60- Figura esquemática do tipo em questão: 1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5- Banheiro

Tabela 30- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 3B

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	208	5,75%
$60 \leq x < 90$	101	2,79%
Esse tipo corresponde a 8,54% dos apartamentos de 3 dormitórios da amostra		



Figura 61- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

3.4.6 Três dormitórios - 3C

Este tipo é bastante semelhante ao 2C, com o estar e a cozinha formando um “L”. O que muda é a posição dos dormitórios, que formam outro “L”. Lembrando que pelo fato dos dormitórios que não são dependência de empregada obrigatoriamente apresentarem janelas, esse tipo de apartamento é encontrado somente nas esquinas dos empreendimentos em formato “R” ou em plantas de formato “Q” ou “H”.

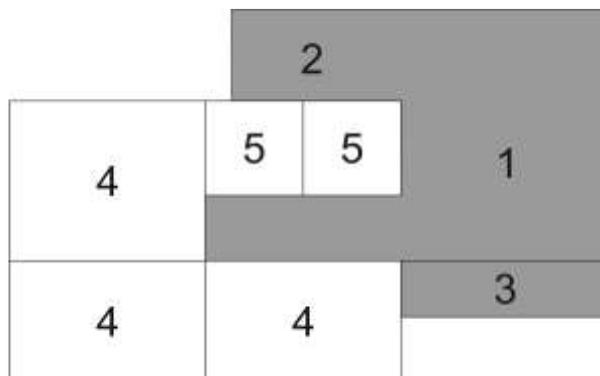


Figura 62- Figura esquemática do tipo em questão: 1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5 – Banheiro

Tabela 31- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 3C

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	265	7,33%
$60 \leq x < 90$	513	14,19%
Esse tipo corresponde a 21,52% dos apartamentos de 3 dormitórios da amostra		



Figura 63- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

3.4.7 Três dormitórios - 3D

Neste tipo, a cozinha e o estar/jantar possuem uma configuração diferente das apresentadas anteriormente, como mostra a Figura 64. A observação feita para os dormitórios do modelo 3C também vale neste tipo.

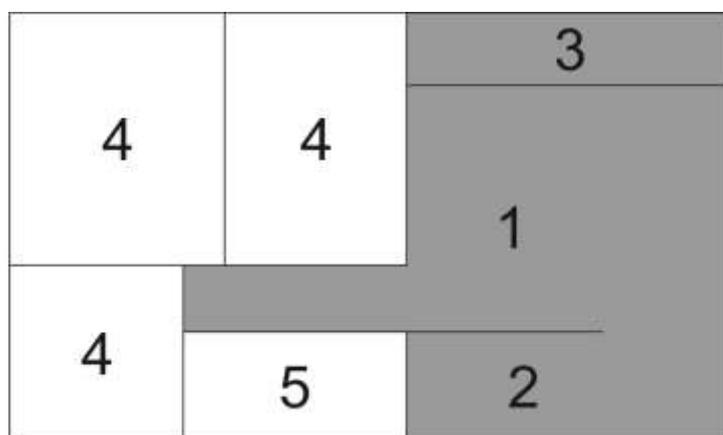


Figura 64- Figura esquemática do tipo em questão: 1-Estar, 2-Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5- Banheiro

Tabela 32- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 3D

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	108	2,99%
$60 \leq x < 90$	242	6,69%
Esse tipo corresponde a 9,68% dos apartamentos de 3 dormitórios da amostra		



Figura 65- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

3.4.8 Três dormitórios - 3E

Com a disposição da cozinha e do estar parecida com o 3C, este tipo de planta se diferencia por apresentar os dormitórios lado a lado, com uma parede em contato com o exterior em comum.

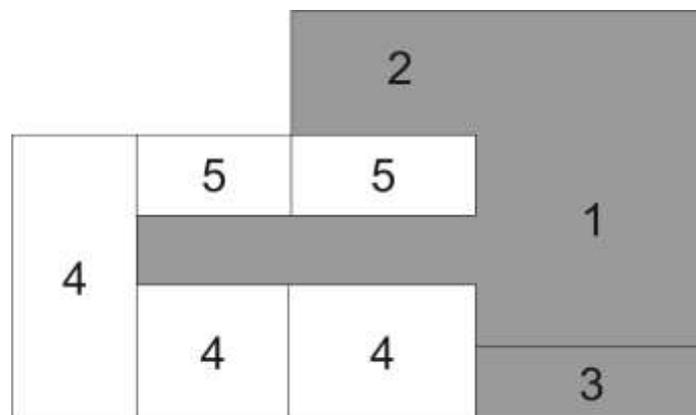


Figura 66- Figura esquemática do tipo em questão: 1- Estar, 2- Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5- Banheiro

Tabela 33- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 3E

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	0	0,00%
$60 \leq x < 90$	265	7,33%
Esse tipo corresponde a 7,33% dos apartamentos de 3 dormitórios da amostra		



Figura 67- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

3.4.9 Três dormitórios – 3F

Por fim, o tipo 3F apresenta a possibilidade de haver as aberturas e as paredes em contato com o exterior dos dormitórios com orientações distintas das do estar/jantar e da cozinha. Esse tipo de layout só é possível em apartamentos de esquina.

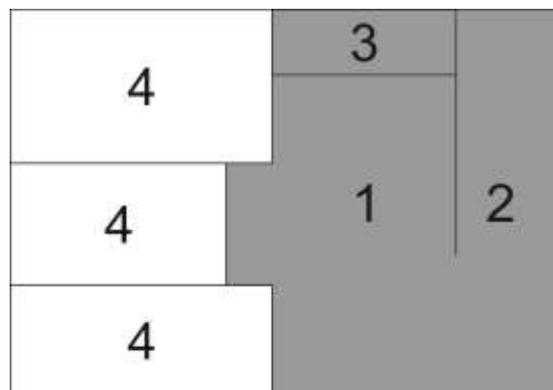


Figura 68- Figura esquemática do tipo em questão: 1- Estar, 2- Cozinha + Serviço (integrados ou não), 3- Sacada (se houver), 4- Dormitórios, 5- Banheiro

Tabela 34- Número e proporção de UHs por área útil do tipo 3F

Área útil (m ²)	Número de UHs deste tipo	Porcentagem em relação ao total de apartamentos com dois dormitórios
$30 \leq x < 60$	0	0,00%
$60 \leq x < 90$	186	5,14%
Esse tipo corresponde a 5,14% dos apartamentos de 3 dormitórios da amostra		



Figura 69- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste tipo

A Tabela 35 apresenta os tipos de UHs de dois e três dormitórios e a sua possível localização no pavimento tipo.

Tabela 35- Possível localização das UHs por tipo

Área útil	Esquina	Entre outras UHs
2A	X	
2B	X	X
2C	X	
3A	X	
3B	X	X
3C	X	
3D	X	
3E	X	
3F	X	

Como abordado anteriormente, a complexidade das plantas de três dormitórios com mais de 90 m² não permitiu a continuidade da tipologia anterior. Nestes casos, percebeu-se o surgimento de ambientes diferenciados como *home office*, *escritório* e *home theater*. Em alguns casos é até possível de se identificar semelhanças com os tipos apresentados, como na Figura 70 em que se notou a semelhança com o tipo 3F.

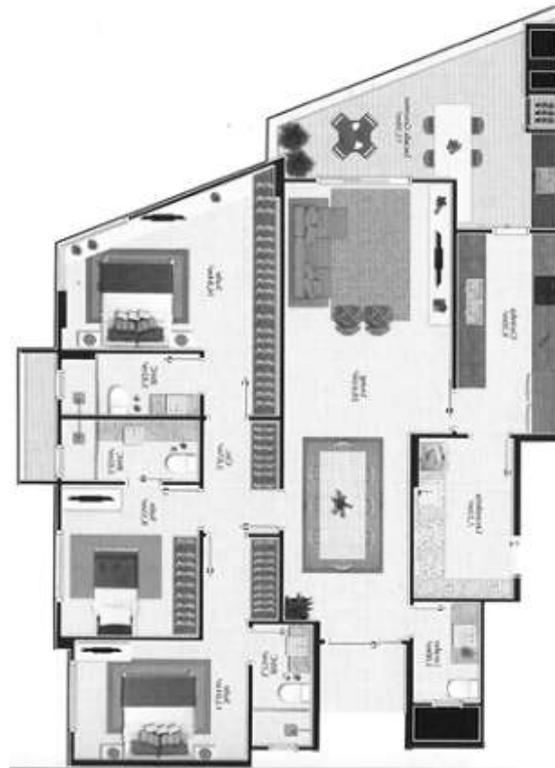


Figura 70- Imagem da UH com mais de 90 m² semelhante às plantas do tipo 3F

3.4.10 Quatro dormitórios

Assim como nas UHs de três dormitórios com mais de 90 m² de área útil, as UHs de quatro dormitórios possuem tamanha variabilidade que seria necessária uma gama muito alta de tipos para organizá-las. Apesar disso, de um modo geral podemos agrupar as UHs em três grupos gerais.

- 1) Primeiro grupo: as edificações seguem a tipologia das UHs de três dormitórios, com a adição de um dormitório (Figura 71).



Figura 71- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste grupo

- 2) Segundo grupo: o apartamento ocupa todo o pavimento tipo, o que, pela enorme complexidade desse tipo de planta, dificulta ainda mais a análise por tipologias (Figura 72).



Figura 72- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste grupo

- 3) Terceiro grupo: os apartamentos seguem a mesma tipologia das UHs de três dormitórios. A sua distinção do primeiro grupo está em que um dos dormitórios (dependência de empregadas) possui o seu acesso para a área de serviço. Em boa parte desses casos o dormitório em questão mal possui paredes em contato com o exterior, como mostra a Figura 73.



Figura 73- Imagem ilustrativa de uma planta contida neste grupo

3.5 Segunda Etapa – Definição dos modelos finais

Como foi abordado na metodologia, além de se considerar as características mais usuais encontradas na etapa de análise para a elaboração dos modelos finais, estabeleceu-se que todos os modelos criados deveriam ser bastante versáteis para que não fosse preciso criar um novo tipo de planta se quisesse variar uma das suas características. As Figuras 74a, b, c, d, e, f, e g mostram as possibilidades de modificação do modelo base. A princípio, o modelo possui dois dormitórios com apenas uma parede em contato com o exterior (Figura 74a), mas isso pode ser simplesmente alterado na suíte, com a modificação da característica de uma das suas paredes adiabáticas (Figura 74b). A sacada, que serve como proteção para a parede em contato com o exterior do estar/jantar e o banheiro da suíte podem ser retirados para permitir a insolação direta no estar (dependendo da orientação) e aumentar a área do dormitório (Figuras 74c e d). A característica de integração entre estar/jantar e a cozinha também pode ser alterada, bem como a orientação da abertura da suíte (Figuras 74e e f). E por fim, pela simetria no eixo transversal que divide as áreas sociais dos dormitórios, é possível aumentar área da cozinha e do estar sem distorcer o formato dos dormitórios, como mostra a Figura 75g.

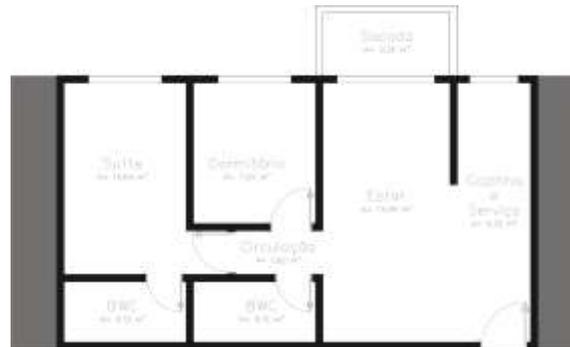


Figura 74a- Modelo sem alterações

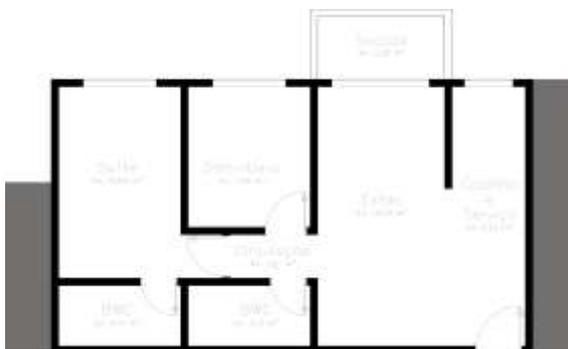


Figura 74b- Modificação na parede em contato com o exterior

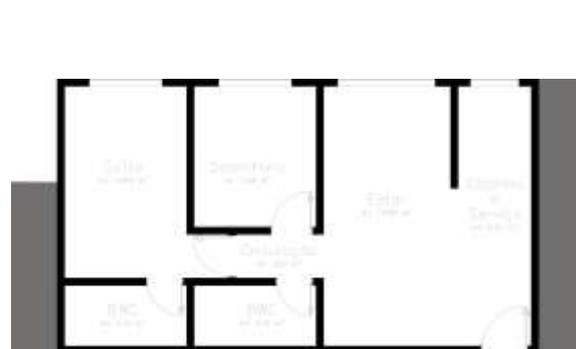


Figura 74c- Planta sem sacada

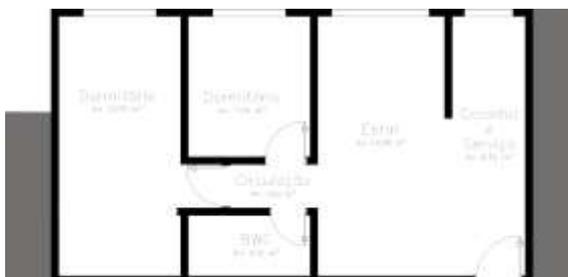


Figura 74d- Modificação na área do dormitório

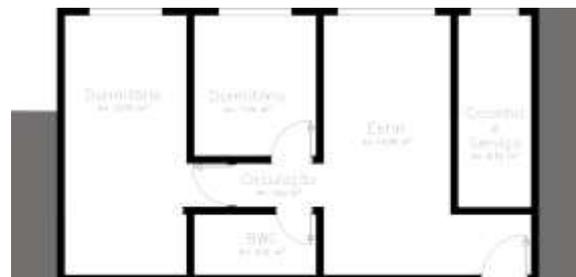


Figura 74e- Cozinha e estar/jantar não integrados



Figura 74f- Modificação na posição da abertura de um dos dormitórios



Figura 74g- Possibilidade de aumento da área do estar/jantar e da cozinha

3.5.1 Modelo 1

O primeiro modelo (Figura 75) possui dois dormitórios, sendo um uma suíte, um banheiro social e a organização dos cômodos semelhante ao tipo 2B, que é o mais presente na amostra.

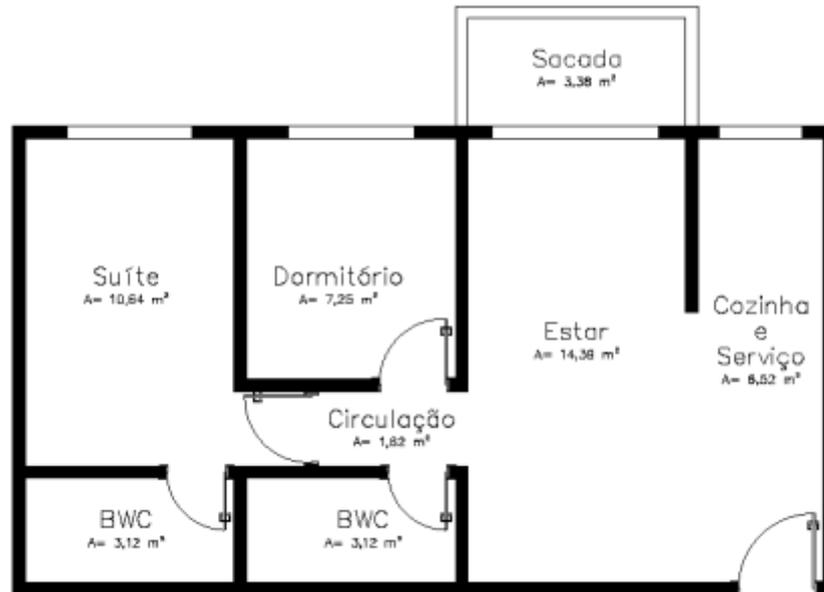


Figura 75- Imagem do modelo 1

3.5.2 Modelo 2

O segundo modelo (Figura 76) foi elaborado a partir do modelo 2C, que possui o segundo tipo mais comum de organização da área social da amostra (formato em "L"), além de ter uma grande proporção de paredes em contato com o exterior em relação ao 2B. Este modelo, bem como os próximos dois, também permite as mesmas variações comentadas no primeiro modelo.

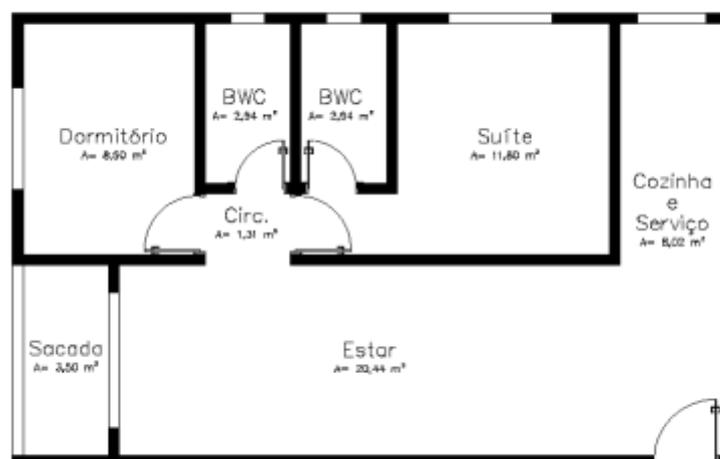


Figura 76 Imagem do modelo 2

3.5.3 Modelo 3

Os próximos dois modelos contêm, cada um, três dormitórios. Este modelo (Figura 77) foi elaborado a partir do 3B e foi escolhido por permitir um número reduzido do comprimento de paredes em contato com o exterior.

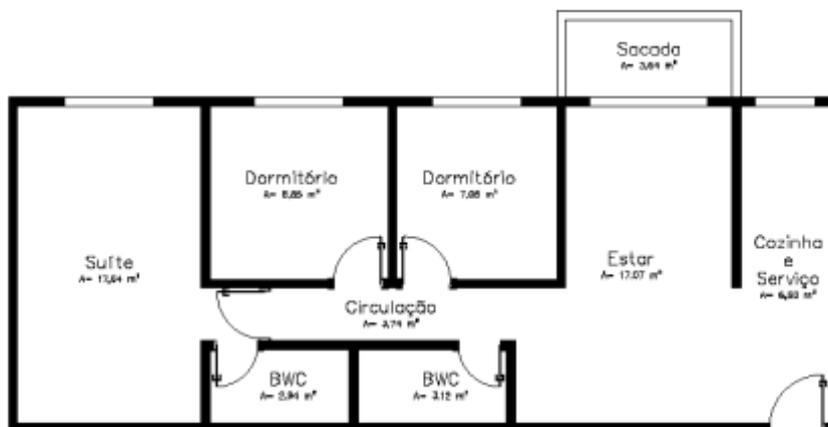


Figura 77- Imagem do modelo 3

3.5.4 Modelo 4

Já o modelo quatro foi elaborado para permitir uma grande proporção de paredes em contato com o exterior (Figura 78). A variação desta característica entre os modelos é importante para garantir a diversidade do desempenho térmico entre eles.

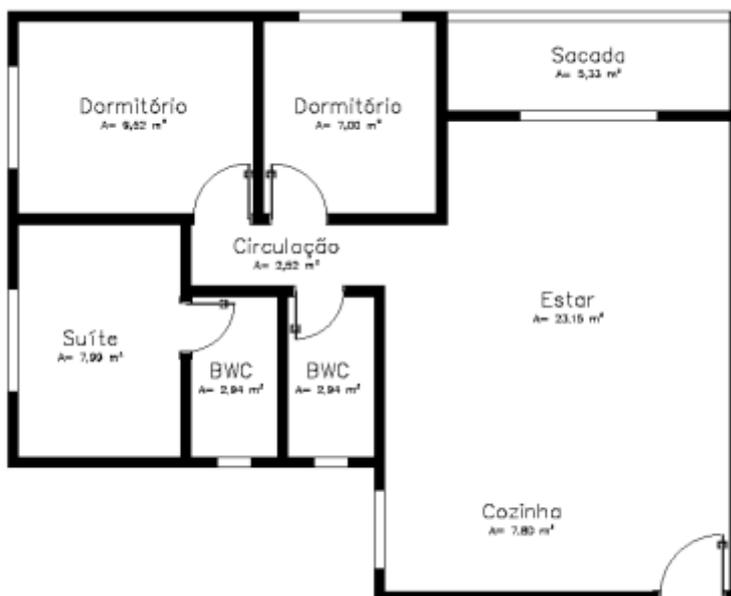


Figura 78- Imagem do modelo 4



3.5.5 Características construtivas

O levantamento das características construtivas utilizadas nas edificações residenciais brasileiras foi baseado na norma NBR 12721 (ABNT, 2006), em projetos da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU, 2015) e em projeto de um edifício unifamiliar de interesse social desenvolvido pela CAIXA Econômica Federal (CAIXA, 2006).

A Norma NBR 12271 (ABNT, 2006) identifica 11 tipologias construtivas para edificações residenciais, fazendo uma distinção entre edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares. Esta norma não apresenta distinção entre as tipologias e características construtivas por região geográfica ou zona bioclimática brasileira. A norma NBR 12271 estabelece três padrões construtivos: baixo, médio e alto padrão. Analisando as características construtivas das diferentes tipologias de edificações, percebe-se que a diferença está relacionada à área interna, ao número de pavimentos (no caso de edificações residenciais multifamiliares), ao número de ambientes presentes em cada habitação e ao acabamento interno das unidades habitacionais. Portanto, as características construtivas no acabamento externo da edificação são muito parecidas podendo ser resumidas com as seguintes características:

- Paredes externas em bloco cerâmico 8 furos 9cm x 19cm x 19cm / bloco concreto 19cm x 19cm x 39cm;
- Revestimento de paredes internas em chapisco e massa única (sala e quartos);
- Cerâmica PEI II (cozinha e banheiros);
- Cobertura em chapa ondulada de cimento amianto e estrutura de madeira;
- Esquadrias 1,20m x 1,20m, 2 folhas correr (ferro de chapa dobrada);
- Vidro simples 4mm.

Na pesquisa realizada sobre Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU, 2015), foram encontrados diferentes projetos relativos às edificações residenciais. As características construtivas comuns aos diferentes projetos referem-se à:

- Paredes externas em blocos cerâmicos ou em blocos de concreto 14cm x 29cm x 39cm;
- Paredes internas em blocos cerâmicos ou blocos de concreto 9cm x 29cm x 39cm;
- Cobertura inclinada com estrutura em madeira e telha cerâmica;
- Esquadrias nos quartos: tipologia de correr (ou deslizantes) de três folhas sendo duas venezianas; na sala: tipologia de correr (ou deslizantes) de 2 folhas;
- Altura do pé-direito: 2,60 m;
- Sistema de aquecimento de água solar com instalação de 2 coletores.



Um edifício de interesse social também foi avaliado (CAIXA, 2006) para verificar se existem diferenças em relação às características construtivas de edificações de baixo padrão. As características construtivas encontradas no projeto da CAIXA foram:

- Paredes externas em painéis de blocos de concreto (9cm x 19cm x 39cm), assentados com argamassa de cimento;
- Cobertura inclinada com telhas cerâmicas tipo PLAN, sobre estrutura de madeira de lei sem tesoura;
- Esquadrias nos quartos: tipologia de correr (ou deslizantes) de 2 folhas.
- Vidro simples 4 mm;
- Altura pé direito 2,60 m;
- Sistema de aquecimento de água com chuveiro elétrico.

Por meio da análise das características construtivas foi possível observar que não existem grandes diferenças, sejam em residenciais unifamiliares ou multifamiliares, edificações residenciais de baixo ou alto padrão. Além disso, percebe-se que as diferentes condições climáticas do Brasil não são levadas em consideração para diferenciação das características construtivas. A diferença entre o padrão construtivo das edificações residenciais brasileiras recai sobre os acabamentos internos, assim como na existência de elementos de sombreamento das aberturas.

3.6 Terceira Etapa – Classificação energética modelos

A última etapa da presente pesquisa foi a avaliação do nível de eficiência energética da envoltória dos quatro modelos, para as diferentes zonas bioclimáticas, por meio do método de simulação do RTQ-R.

3.6.1 Definição das características da envoltória dos modelos

A análise das características construtivas das edificações residenciais brasileiras evidenciou que não existem diferenças significativas entre as diferentes tipologias de edifícios residenciais. Além disso, observou-se que as condições climáticas não influenciam na maneira de construir estas edificações. Por esta razão, optou-se em avaliar os quatro modelos considerando as mesmas características construtivas para a envoltória (Tabela 36) nas diferentes zonas bioclimáticas. Foi considerado que as quatro UHs estão localizadas em um pavimento intermediário de um edifício multifamiliar (sem contato com o solo e nem com o exterior através da cobertura). O pé direito utilizado foi de 2,60 m.

Tabela 36- Características da envoltória dos quatro modelos

Tipo		Caraterísticas	U [W/m ² K]	CT [kJ/m ² K]	α (adm)
Paredes externas e internas		Bloco cerâmico (9,0cm x 19,0cm x 19,0cm) Argamassa interna (2,5 cm) Argamassa externa (2,5 cm)	2,46	150	0,4
Piso e cobertura		Concreto maciço (10 cm) Contrapiso (2,0 cm) Piso cerâmico (0,75 cm)	4,00	294	-

Conforme observado, os padrões construtivos de baixa, média e alta renda são diferenciados pela área total da unidade e o número de dormitórios, juntamente com os acabamentos internos e uso de elementos de sombreamento. Frente a isso, os modelos foram avaliados para três diferentes cenários com relação às aberturas:

- 1- Janelas de correr com vidro simples de 3 mm sem elementos de sombreamento;
- 2- Janelas de correr com vidro simples de 3 mm com venezianas integradas nos dormitórios;
- 3- Janelas de correr com vidro simples de 3 mm com venezianas integradas nos ambientes de permanência prolongada.

3.6.2 Modelo 1

A modelagem geométrica para simulação do Modelo 1 é apresentada na Figura 79.

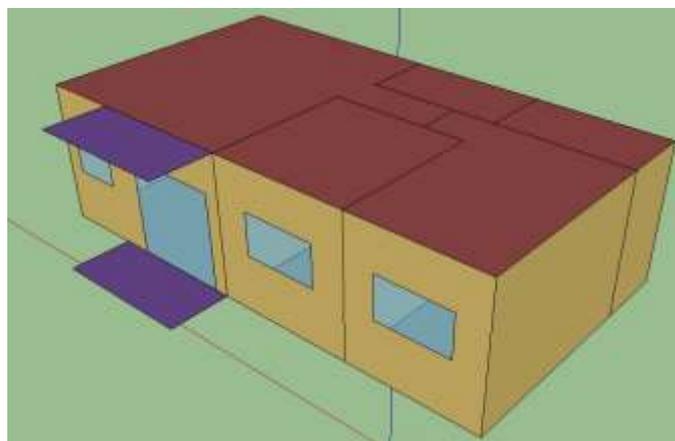


Figura 79- Modelo geométrico do Modelo 1



A Tabela 37 apresenta os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 1 sem elementos de sombreamento para o verão, para o inverno e a classificação da envoltória, assim como seus equivalentes numéricos, nas diferentes zonas bioclimáticas.

Tabela 37- Resultados do Modelo 1 sem elementos de sombreamento

Modelo 1 - sem elementos de sombreamento								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	C	C	C
	5.00	5.00	3.56	5.00	-	2.56	2.56	2.56
Envoltória para Inverno	B	B	B	B	-	-	-	-
	3.89	4.44	4.44	4.44	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	B	A	-	C	C	C
	3.97	4.69	3.88	4.82	-	2.56	2.56	2.56

O Modelo 1 sem elementos de sombreamento obteve na classificação final da envoltória nível A (ZB 2 e ZB4) e B (ZB 1 e ZB3) nas zonas bioclimáticas mais frias, enquanto nas ZB 6, 7 e 8 obteve o nível C.

A Tabela 38 mostra os resultados do desempenho energético do Modelo 1 com venezianas integradas nas janelas dos dormitórios.

Tabela 38- Resultados do Modelo 1 com venezianas nos dormitórios

Modelo 1 - com venezianas nos dormitórios								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	B	C	B
	5.00	5.00	4.00	5.00	-	4.00	3.00	4.00
Envoltória para Inverno	B	B	B	B	-	-	-	-
	3.89	4.44	4.44	4.44	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	B	A	-	B	C	B
	3.97	4.69	4.16	4.82	-	4.00	3.00	4.00

Percebe-se que, em comparação com os resultados obtidos no modelo sem elementos de sombreamento, a UH melhorou a classificação final da envoltória nas ZB 6 e 8. Nas ZB 3 e ZB 7, apesar da classificação não ter alterado, percebe-se melhoria no equivalente numérico da envoltória. Estes resultados demonstram que o uso dos elementos de sombreamento permite melhor desempenho energético principalmente nas zonas bioclimáticas mais quentes.

A Tabela 39 mostra os resultados do desempenho energético do Modelo 1 com venezianas integradas nas aberturas nos ambientes de permanência prolongada (dormitórios e

estar/jantar). Em comparação com a avaliação anterior, o modelo apresenta a veneziana integrada também no estar/jantar.

Tabela 39- Resultados do Modelo 1 com venezianas nos APP

Modelo 1 - com venezianas nas APP								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	A	A	-	A	B	A
	5.00	5.00	5.00	5.00	-	4.56	4.00	4.56
Envoltória para Inverno	B	B	B	B	-	-	-	-
	3.89	4.44	4.44	4.44	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	A	A	-	A	B	A
	3.97	4.69	4.80	4.82	-	4.56	4.00	4.56

O uso de venezianas também na sala permitiu melhorar o desempenho energético na classificação final da envoltória, em comparação com as duas análises anteriores, nas zonas bioclimáticas mais quentes obtendo o nível A ou B. Nas outras zonas bioclimáticas a classificação da envoltória não obteve alterações significativas, exceção feita para a ZB3 onde o modelo obteve o nível A na envoltória. Os resultados obtidos demonstraram que o uso de venezianas integradas em todos os ambientes de permanência prolongada melhora o desempenho da envoltória de forma mais evidente nas zonas bioclimáticas quentes.

3.6.3 Modelo 2

O Modelo 2 também foi avaliado nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. O modelo geométrico utilizado na simulação é apresentado na Figura 80.

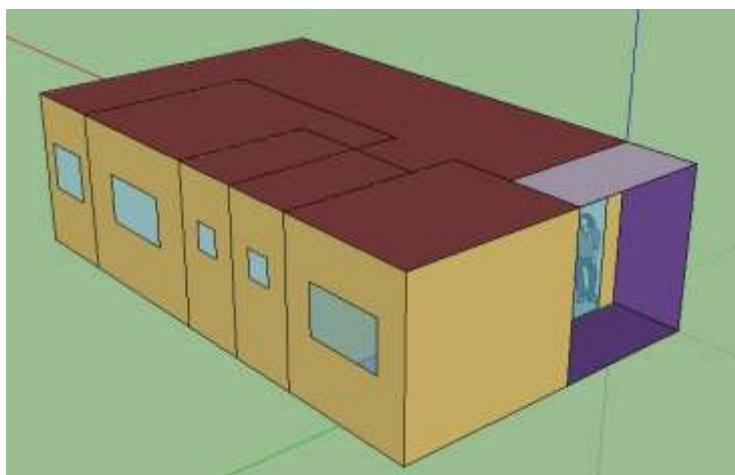


Figura 80- Modelo geométrico do Modelo 2



A Tabela 40 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 2 sem elementos de sombreamento nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

Tabela 40- Resultados do Modelo 2 sem elementos de sombreamento

Modelo 2- sem elementos de sombreamento								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	B	C	B
	5.00	4.83	4.00	5.00	-	3.83	3.00	3.83
Envoltória para Inverno	B	B	B	B	-	-	-	-
	3.79	4.40	4.40	4.40	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	B	A	-	B	C	B
	3.89	4.59	4.14	4.81	-	3.83	3.00	3.83

O Modelo 2 sem elementos de sombreamento obteve, na classificação final da envoltória, o nível A para as ZB 2 e ZB4; nível B para ZB 1, ZB 3, ZB 6 e ZB8 e nível C para ZB7.

A Tabela 41 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 2 com venezianas integradas nas janelas dos dormitórios.

Tabela 41- Resultados do Modelo 2 com venezianas nos dormitórios

Modelo 2- com venezianas nos dormitórios								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	B	B	B
	5.00	5.00	4.22	5.00	-	4.00	4.00	4.00
Envoltória para Inverno	B	B	B	B	-	-	-	-
	3.79	4.40	4.40	4.40	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	B	A	-	B	B	B
	3.89	4.66	4.28	4.81	-	4.00	4.00	4.00

Em comparação com os resultados obtidos no modelo sem elementos de sombreamento, percebe-se que o uso de venezianas integradas nos dormitórios permite melhorar o equivalente numérico da maioria das zonas bioclimáticas (ZB2, ZB3, ZB6, ZB7 e ZB8) e o aumento da classificação na ZB 7, que passou de nível C para nível B. Também neste modelo evidencia-se que o uso dos elementos de sombreamento permite melhor desempenho energético principalmente nas zonas bioclimáticas mais quentes

A Tabela 42 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 2 com venezianas integradas nas aberturas nos ambientes de permanência prolongada. Em comparação com a avaliação anterior o modelo apresenta a veneziana também na sala.

Tabela 42- Resultados do Modelo 2 com venezianas nos APP

Modelo 2- com venezianas nas APP								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	A	A	-	A	A	A
	5.00	5.00	4.83	5.00	-	4.61	4.61	4.61
Envoltória para Inverno	B	B	B	B	-	-	-	-
	3.79	4.40	3.79	3.79	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	B	A	-	A	A	A
	3.89	4.66	4.46	4.61	-	4.61	4.61	4.61

A inclusão da veneziana também na sala permitiu melhorar a classificação da envoltória, em comparação com as duas análises anteriores, exclusivamente nas zonas bioclimáticas mais quentes (ZB 6 a ZB 8), atingindo o nível A. Nas outras zonas bioclimáticas o desempenho energético da envoltória não obteve alterações significativas, feita exceção para a ZB3 onde o modelo obteve o nível A na envoltória para verão e um ligeiro aumento no equivalente numérico da envoltória.

O uso das venezianas integradas, também no Modelo 2, permitem melhorar o desempenho energético da edificação da envoltória de forma mais acentuada nas zonas bioclimáticas quentes.

3.6.4 Modelo 3

O Modelo geométrico do Modelo 3 é apresentado na Figura 81 e a Tabela 43 mostra os resultados do desempenho energético deste modelo sem elementos de sombreamento.

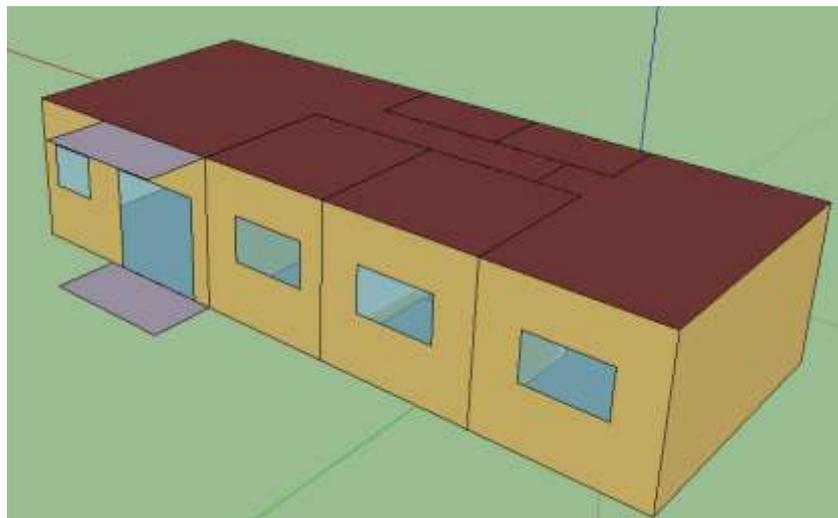


Figura 81- Modelo geométrico do Modelo 3



Tabela 43- Resultados do Modelo 3 sem elementos de sombreamento

Modelo 3 - sem elementos de sombreamento								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	C	C	C
	5.00	5.00	4.00	5.00	-	2.74	2.74	3.22
Envoltória para Inverno	A	A	A	A	-	-	-	-
	4.52	4.52	4.52	5.00	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	A	A	B	A	-	C	C	C
	4.56	4.73	4.19	5.00	-	2.74	2.74	3.22

O Modelo 3 apresentou um bom desempenho da envoltória nas zonas bioclimáticas mais frias (nível A nas ZB 1, ZB 2 e ZB4 e nível B na ZB 3). As zonas bioclimáticas quentes obtiveram classificação nível C.

A Tabela 44 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 3 com venezianas integradas nas janelas dos dormitórios.

Tabela 44- Resultados do Modelo 3 com venezianas nos dormitórios

Modelo 3 - com venezianas nos dormitórios								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	B	C	B
	5	5	4.3	5	-	4.0	3.3	4.0
Envoltória para Inverno	A	A	A	A	-	-	-	-
	4.52	4.52	4.52	5	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	A	A	B	A	-	B	C	B
	4.56	4.73	4.36	5.00	-	4.00	3.27	4.00

Em comparação com os resultados obtidos no Modelo 3 sem elementos de sombreamento, percebe-se que o uso de venezianas integradas nos dormitórios permite melhorar o equivalente numérico na maioria das zonas bioclimáticas, porém não alcançando um nível superior na classificação, feita exceção para a UH nas ZB 6 e ZB 8, que passaram do nível C para nível B.

A Tabela 45 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 3 com venezianas integradas nas aberturas dos ambientes de permanência prolongada.

Tabela 45- Resultados do Modelo 3 com venezianas nas APP

Modelo 3 - com venezianas nas APP								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	A	A	-	A	B	A
	5.00	5.00	4.74	5.00	-	4.74	4.00	4.74
Envoltória para Inverno	A	A	A	A	-	-	-	-
	4.52	4.52	4.52	5.00	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	A	A	A	A	-	A	B	A
	4.56	4.73	4.66	5.00	-	4.74	4.00	4.74

O uso da veneziana integrada também na sala permitiu melhorar o desempenho energético da envoltória, em comparação com as duas análises precedentes, nas ZB 3, ZB 6, ZB 7 e ZB 8. Com exceção da ZB 7, todas atingiram nível A nesta condição.

O uso das venezianas integradas, também no Modelo 3, permite melhorar o desempenho da edificação da envoltória de forma mais acentuada nas zonas bioclimáticas quentes.

3.6.5 Modelo 4

Por fim foi avaliado o desempenho energético do Modelo 4 nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. O modelo geométrico para simulação da UH é apresentado na Figura 82.

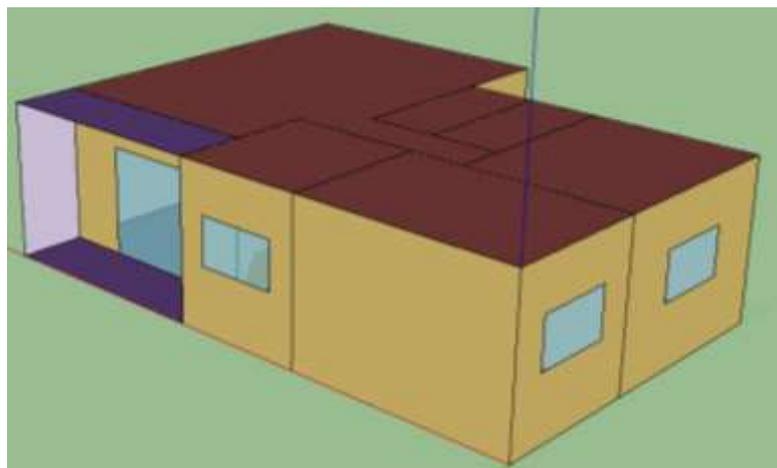


Figura 82- Modelo geométrico do Modelo 4



A Tabela 46 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 4 sem elementos de sombreamento nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

Tabela 46- Resultados do Modelo 4 sem elementos de sombreamento

Modelo 4 - sem venezianas								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	B	C	C
	5.00	4.55	3.66	5.00	-	3.55	2.83	2.55
Envoltória para Inverno	B	B	B	B	-	-	-	-
	3.72	4.44	4.44	4.44	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	B	B	A	-	B	C	C
	3.82	4.49	3.94	4.82	-	3.55	2.83	2.55

O Modelo 4 sem elementos de sombreamento obteve, na classificação da envoltória sem elementos de sombreamento, o nível A na ZB 4, nível B nas ZB 1, ZB 2, ZB 3 e ZB 6, enquanto que nas ZB 7 e ZB 8 obteve o nível C.

A Tabela 47 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 4 com venezianas integradas nas janelas dos dormitórios.

Tabela 47- Resultados do Modelo 4 com venezianas nos dormitórios

Modelo 4 - com venezianas nos dormitórios								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasília	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	B	A	-	B	B	B
	5.00	5.00	4.10	5.00	-	4.00	3.55	3.83
Envoltória para Inverno	B	B	B	A	-	-	-	-
	3.55	4.44	4.44	5.00	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	B	A	-	B	B	B
	3.66	4.69	4.23	5.00	-	4.00	3.55	3.83

Em comparação com os resultados obtidos no modelo sem elementos de sombreamento, percebe-se que o uso de venezianas integradas nos dormitórios permitiu melhorar de um nível a classificação final da envoltória nas ZB 2, ZB 7 e ZB 8.

A Tabela 48 mostra os resultados do desempenho energético da envoltória do Modelo 4 com venezianas integradas nas aberturas nos ambientes de permanência prolongada.



Tabela 48- Resultados do Modelo 4 com venezianas nos APP

Modelo 4 - com venezianas nas APP								
	ZB1- Curitiba	ZB2- Santa Maria	ZB3- Florianópolis	ZB4- Brasilia	ZB5	ZB6- Campo Grande	ZB7 - Cuiabá	ZB8 - Salvador
Envoltória para Verão	A	A	A	A	-	A	B	A
	5.00	5.00	4.66	5.00	-	4.55	3.83	4.55
Envoltória para Inverno	B	B	B	A	-	-	-	-
	3.55	4.44	4.44	5.00	-	-	-	-
Equivalente numérico da envoltória	B	A	A	A	-	A	B	A
	3.66	4.69	4.58	5.00	-	4.55	3.83	4.55

O uso da veneziana também na sala permitiu melhorar o desempenho energético na classificação final da envoltória, em comparação com as duas análises anteriores, nas ZB 3, ZB 6 e ZB 8, obtendo o nível A. Nas outras zonas bioclimáticas a classificação final da envoltória não obteve alterações significativas.

O uso das venezianas integradas, também no Modelo 4, permite melhorar o desempenho da edificação da envoltória de forma mais acentuada nas zonas bioclimáticas quentes.



4 CONCLUSÕES

Este relatório apresenta um levantamento realizado em projetos e memoriais descritivos de edificações residenciais multifamiliares recém-construídas nas cinco regiões do Brasil, obtidos em sites de vendas de construtoras e/ou incorporadoras. O trabalho realizado permitiu traçar um perfil atual das unidades habitacionais e a organização do layout dos apartamentos que abrange cerca de 90% dos casos de dois e três dormitórios com área inferior a 90 m². Informações estatísticas sobre as características físicas que podem afetar o desempenho térmico das edificações também foram observadas. Por fim, a síntese das informações analisadas nessa etapa deu origem a quatro modelos de UHs que foram então avaliados quanto à eficiência energética através do método de simulação do RTQ-R.

Uma das premissas para a escolha dos empreendimentos era a de garantir a maior diversidade de unidades habitacionais possível. A princípio, constatou-se que esse critério prejudicaria a análise, no sentido em que a escolha consciente das amostras por qualquer critério que fosse não refletiria o atual cenário da construção civil, que exigiria uma seleção de amostras cujos critérios não interferissem na aleatoriedade do processo. No entanto, constatou-se que mesmo buscando essa diversificação, havia muitas convergências de resultados, tanto nas características físicas dos ambientes quanto na elaboração dos tipos mais comuns de plantas. Portanto, pode-se observar que no cenário real, que é mais homogêneo do que o presente na pesquisa, essas características são ainda mais marcantes.

Apesar da variabilidade de parte dos resultados das características analisadas entre as cinco regiões do Brasil, o estudo demonstrou que é pouco provável que a região em que o empreendimento está inserido seja um fator determinante para a diferenciação das UHs. Fatores físicos com área útil e o número de dormitórios, bem como fatores econômicos como o padrão construtivo se mostraram mais influentes. O processo de seleção visual reforçou a ideia de que o número de dormitórios somado à área útil formam os principais condicionantes para a complexidade da planta.

O resultado também apontou maior variedade de *layout* nas UHs de esquina, não só no que se refere aos tipos de UH (onde sete deles são exclusivos de UHs de esquina), mas também na possibilidade do uso da estratégia da ventilação cruzada. Observou-se que as UHs localizadas entre outras duas UHs no mesmo pavimento tipo basicamente repetem um formato, apresentando a utilização de um dormitório a mais, no caso das UHs de três dormitórios.

A convergência de resultados, aliada à ideia de versatilidade dos modelos finais permitiu a síntese dos nove tipos de plantas em quatro modelos, que abrangem as principais características observadas para as UHs.



A avaliação do nível de eficiência energética da envoltória dos quatro modelos através do método de simulação do RTQ-R evidenciou que as UHs obtiveram, na maioria dos casos analisados, um resultado melhor nas zonas bioclimáticas mais frias em comparação com as zonas mais quentes. O uso de elementos de sombreamentos nas aberturas permite melhorar o desempenho da envoltória dos modelos quando utilizado nos dormitórios, e de forma ainda mais significativa quando utilizada nos dormitórios e também na sala. Evidencia-se melhorias mais expressivas para as zonas bioclimáticas mais quentes.

O sistema de aquecimento de água não foi considerado neste trabalho, assim como as bonificações. Assim sendo, não foi possível determinar a classificação das edificações sendo construídas no país. De acordo com a Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso, realizada pela Eletrobras/Procel em 2005, 80,9% dos domicílios aqueciam a água para banho; destes, 73,5% usava sistemas de aquecimento elétrico sendo 99,6% por meio de chuveiros elétricos. Se o chuveiro elétrico fosse considerado na UH, as classificações apresentadas no item 3.6 seriam reduzidas, visto que o chuveiro elétrico proporciona no máximo classificação nível D no sistema de aquecimento de água.



5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Norma NBR 12721. **Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios.** 2006.

BRANDÃO, D. Q. **Tipificação e aspectos morfológicos de arranjos espaciais de apartamentos no âmbito da análise do produto imobiliário brasileiro.** Porto Alegre, Ambiente Construído, 2003.

BRASIL, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria nº 18**, de 16 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). 2012.

_____. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. **11º Balanço do PAC2.** Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/divulgacao-do-balanco/balanco-completo>>

CAIXA – **Cadernos CAIXA. Projeto Padrão – casas populares.** Vitória, 2006. Disponível em: <http://www.abenc-ba.org.br/attachments/274_modelo_padrao_casa_37m2.pdf>.

CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.cdhu.sp.gov.br/index.asp>>

ELETROBRAS/PROCEL. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005: classe Residencial Relatório Brasil - Sumário Executivo.** Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2009. 187 p. (Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil).

INDICE BRASILEIRO DE GEORGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 1940-2010.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.seriesestatisticas.ibge.gov.br>>

PEREIRA, R. **Habitação contemporânea na cidade de São Paulo: evolução recente de algumas tipologias.** São Carlos: NOMADS/USP, 1999.

PONTELLO, I.S. TRAMONTANO, M. **Edifícios de Apartamentos Brasileiros Contemporâneos.** São Carlos, 2013.

TRAMONTANO, M. **Evolução recente da habitação contemporânea na cidade de São Paulo.** São Carlos: USP/NOMADS, 2000.



Anexo I- Lista dos empreendimentos analisados

Empreendimento	Construtora	Localização
Rossi Up-Life	Rossi	Florianópolis - SC
Residencial Ilha Dourada	Criciúma Construções	Florianópolis - SC
Sun Village	COTA	Florianópolis - SC
Solar de Gaia	COTA	Palhoça - SC
Soprano Hall	WOA	Florianópolis - SC
Vivare	Living	Palhoça - SC
Fortaleza de São José	Hantei	São José - SC
Imola	Nostracasa	Chapecó - SC
Residencial Garden	Hansen	Joinville - SC
Villagio Central	Criciúma Construções	Içara - SC
Absoluto	Criciúma Construções	Criciúma - SC
Nação Unidas	Fontana	Criciúma - SC
Porto Atlantico	COTA	Itajaí - SC
Sun Village	COTA	Florianópolis - SC
Fortaleza de São José	Hantei	São José - SC
Palazzo Di Venezia	Alamo	Florianópolis - SC
La Fontaine	Alamo	São José - SC
Recanto do Itacurubi	Hantei	Florianópolis - SC
Visionare	Cyrela	São José - SC
Torre del Greco	OMA	Blumenau - SC
Monserato	OMA	Blumenau - SC
Belfiore	Nostracasa	Chapecó - SC
La Spezia	Nostracasa	Chapecó - SC
Apartamento América – Rio Marckenzie	Hansen	Joinville - SC
Edifício American Flower	Hansen	Joinville - SC
347	Hansen	Joinville - SC
Villagio Central	Criciúma Construções	Içara - SC
Varenna	Fontana	Criciúma - SC
Millenium Palace	FG	Balneário Camburio - SC
Ibiza Towers	R. Teixeira	Balneário Camburio - SC
Porto Mediterraneo	MRV	Porto Alegre - RS
Miami Towers	Criciúma Construções	Canoas - RS
Maia Residencial	Atena Incorporações	Caxias do Sul - RS
PLAY	Marconi	Porto Alegre - RS
Due Fratelli	Pavei	Porto Alegre - RS
Villagio Planalto Triunfo	Living	Porto Alegre - RS
The Sun	Living	Porto Alegre - RS
Altos da Aviação	ALM	Venâncio Aires/RS
Reserva Itapeva	Mocellin	Porto Alegre - RS
Terra do Chimarrão	ALM	Venancia Aires - RS
Spazio Porto Atlantico	MRV	Porto Alegre - RS
Bravo	Even	Porto Alegre - RS
VidaViva	Even	Canoas - RS
Solar dos Plátanos	Criciúma Construções	Novo Hamburgo - RS
Tessália	Atena Incorporações	Caxias do Sul - RS
Ícaro	Atena Incorporações	Caxias do Sul - RS
Maliá	Atena Incorporações	Caxias do Sul - RS



Ilha de Creta	Atena Incorporações	Caxias do Sul - RS
Speciale	Mocellin	Porto Alegre - RS
Bella Vita	Mocellin	Porto Alegre - RS
Matheo Gianella	Living	Caxias do Sul - RS
Villa Malbec	UNNA	Passo Fundo - RS
Villa Mimosa	Cyrela	Canoas - RS
Grand Park Eucaliptos	Even	Porto Alegre - RS
Ágora	Atena Incorporações	Caxias do Sul - RS
Villa Carmenére	UNNA	Passo Fundo - RS
Costa Esmeralda	Mocellin	Porto Alegre - RS
Fun Residence Club	Living	Curitiba - PR
Spazio Chiara	MRV	Curitiba - PR
Alameda	Plaenge	Londrina - PR
Rossi 145	Rossi	Curitiba - PR
Residencial Bali	Galmo	Londrina - PR
Torre Valência	Galmo	Londrina - PR
Up Life Pinheirinho	Living	Curitiba - PR
Ideale Residencial	Living	Curitiba - PR
Splendor Centro	Grauna	Londrina - PR
Fontaine D'or	Quadra	Londrina - PR
Aquabrazil	Quadra	Londrina - PR
Victória Park	Rossi	Londrina - PR
Artè Palhano	Artenge	Londrina - PR
Villa Romana	Artenge	Rolândia - PR
San Lorenzo Home Club	Brookfield	Curitiba - PR
Terra Parque	Quadra	Londrina - PR
Terranoble	Quadra	Londrina - PR
Cayenne	Bortoletto	Curitiba - PR
Botanica	JL	Curitiba - PR
Way Point	JL	Cascavel - PR
Terrasse Jardin	Quadra	Londrina - PR
Edifício Le Havre	Bortoletto	Curitiba - PR
AquaParque	Quadra	Londrina - PR
Fit Terra Bonita	Grauna	Londrina - PR
Torres Inglaterra	Artenge	Londrina - PR
Mirante do Lago	Artenge	Londrina - PR
Torre Valverde	Galmo	Londrina - PR
Torre Almeria	Galmo	Londrina - PR
Excellence	JL	Cascavel - PR
Othelo Priori	L. Priori	Recifa - PE
Beira Mar	L. Priori	Paulista - PE
Villa Montalcino	DN	Fortaleza - CE
Tribeca	OAS	Salvador - BA
Imperial Villa Park	PDG	Natal - RN
Edifício Aveiro	Construart	Maceió - AL
Edifício Barcelos	Construart	Maceió - AL
Residencial Alfredo Volpi	Construart	João Pessoa - PB
Garden Ville	Gafisa	Salvador - BA
Villa Allegro	Gafisa	Salvador - BA
Palm Ville	Gafisa	Salvador - BA
Viver Bem	Capuche	Natal - RN
Residencial Costa Morena	Brookfield	Salvador - BA



Le Park Residencial	Cyrela	Salvador - BA
Parque Dunas do Sol	MRV	São José de Ribamar - MA
Brisas Life	Cyrela	São Luís - MA
Villagio Maraponga	MRV	Fortaleza - CE
Grand Park das Árvores	Gafisa	São Luís - MA
Grand Park das Águas	Gafisa	São Luís - MA
Torres da Tamarineira II	MRV	Recife - PE
Parque Jardim dos Coqueiros.	MRV	Caruaru - PE
Andrea Priori	L. Priori	Recife - PE
Praia Mare Condominium	DN	Fortaleza - CE
Nouveau	OAS	Rio de Janeiro- RJ
Botafogo Flex	CHL	Rio de Janeiro- RJ
Helbor Boulevard Tatupé	Helbor	São Paulo - SP
Chácara Canteira	Eztec	R. carapajó - São Paulo -SP
Jardins Mantiqueira	Eztec	Osasco - SP
Val Thorens	Sudeste	R. Groenlândia - BH -MG
d'Ampezzo	Sudeste	Belo Horizonte - MG
Passione	Even	São Paulo - SP
Pátio Vila Nova São José	Gafisa	São José dos Campos -SP
Maayan	Cyrela	Rio de Janeiro -RJ
Blue Diadema	OAS	Diadema - SP
Penthouse Tamboré	Brookfield	São Paulo -SP
Terrara	Brookfield	São Paulo - SP
Talipô	Brookfield	Campinas - SP
iDeale	Helbor	São Bernardo do Campo - SP
Costa do Atlântico	Galwan	Vila Velha - ES
Vila Alpina	Galwan	Vitória - ES
Vila Romana	Galwan	Vitória - ES
Alameda Cotegipe	Cyrela	Belém - PA
Torres de Itália	SBS	Porto Velho - RO
Reserva Morada	Capital	Aleixo -Manaus - AM
Marseille	Gafisa	Ponta Negra - Manaus - AM
Acquarelle	Gafisa	Ponta Negra - Manaus - AM
Reserva Inglesa - Liverpool	Rossi	Manaus - AM
Vivendas do Rio Negro	Rossi	Manaus - AM
Varanda Castanheira	Living	Ananindeua - PA
Pleno Residencial	Living	Belém -PA
Parque Verde	Cyrela	Belém -PA
Alegro Montenegro	Living	Belém -PA
Vitória maguari	Living	Ananindeua - PA
Vitória maguari	Living	Ananindeua - PA
Jardim Paradiso Alpínia	Capital	Manaus - AM
Islamorada The Condominium	Capital	Manaus - AM
Villa Jardim - Cond Orquídea	Rossi	Manaus - AM
Life Centro	Rossi	Manaus - AM
EcoVille Araguaí Ville	MRV	Goiânia - GO
Alvorada	Brookfield	Cuiabá - MT
Bonavita	Brookfield	Cuiabá - MT
Harmonia	Brookfield	Cuiabá - MT
YES	Brookfield	Campo Grande - MS
Domani	Cyrela	Goiânia -GO
Varandas da Prça Life Style	Cyrela	Setor Bueno - GO



Classique	MRV	Campo Grande - MS
It- Flamboyant	Gafisa	Goiânia - GO
Absolutto	Plaenge	Cuiabá - MT
Belle Vie Residence	Plaenge	Cuiabá - MT
Recandto Praças	Rossi	Goiânia - GO
Recandto Praças	Rossi	Goiânia - GO
Persona Ventura	Rossi	Brasília - DF
Passarela Park Prime	Helbor	Campo Grande - MS
Passarela Park Prime	Helbor	Campo Grande - MS
IslaLifeStyle	Helbor	Brasília - DF
Jardins do Éden I	Engecom	Anápolis - GO
Uniko 87	Lopes	Cuiabá - MT
Vila Bella	Ferraresi	Cuiabá - MT
Torres de Madri	GMS	Cuiabá - MT
Glam	Lopes	Cuiabá - MT
Nova petrópolis	Lopes	Cuiabá - MT