

Rúbia Carminatti Peterson

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS PROJETUAIS E POTENCIAIS  
DE RECICLABILIDADE DE HABITAÇÕES DE INTERESSE  
SOCIAL EM CRICIÚMA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo PósARQ da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do Grau de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barth  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lisiane Ilha  
Librelotto

Florianópolis  
2013

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da  
Universidade Federal de Santa Catarina

Peterson, Rúbia Carminatti

Avaliação de parâmetros projetuais e potenciais de reciclabilidade de Habitações de Interesse Social em Criciúma. / Rúbia Carminatti Peterson ; orientador, Fernando Barth ; co-orientadora, Lisiane Ilha Librelotto. - Florianópolis, SC, 2013.  
226 p.

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

Inclui referências

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Habitação Social. 3. Funcionalidade. 4. Reciclabilidade. I. Barth, Fernando. II. Librelotto, Lisiane Ilha. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Rúbia Carminatti Peterson

**AValiação de Parâmetros Projetuais e Potenciais  
de Reciclabilidade de Habitações de Interesse  
Social em Criciúma.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de Setembro de 2013.

---

Prof. Dr. Ayrton Portilho Bueno  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Fernando Barth  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lisiane Ilha Librelotto  
Coorientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

Prof. PhD Roberto de Oliveira  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

Prof. Dr. Wilson Jesus da Cunha Silveira  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

Prof. Dr. Fernando Pelisser  
Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC





Dedico este trabalho ao meu marido Michael Peterson e a minha filha Laura, pelo amor, apoio e compreensão, aos meus parentes e amigos pelo incentivo e ao meu orientador Fernando Barth e a minha coorientadora Lisiane Librelotto pelo aprendizado, amizade e força.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e pela fé que me faz prosseguir sempre.

Ao meu marido Michael Peterson pelo incentivo, apoio, paciência e compreensão.

A minha filha Laura Carminatti Peterson por ser um anjo enviado por Deus e que esteve comigo durante este processo.

Aos familiares e amigos pelo incentivo e confiança, em especial a minha mãe Anacir Formigoni Carminatti por nos acompanhar e auxiliar com a Laura durante as viagens do último trimestre.

A minha querida amiga Giovana Letícia Schindler Milaneze pelo incentivo no ingresso ao mestrado e pela companhia nas viagens a Florianópolis.

As amigas Viviane Teixeira Iwakiri, Virginia Gomes De Luca, Laura Rendón, Nathalia Braga, Adriane Silva pelos ótimos momentos de convívio.

Aos professores do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNESC pelo incentivo.

Ao Dr. Luiz Henrique Vefago pelas orientações e pela disponibilidade em ajudar nesta pesquisa.

Aos funcionários e engenheiros da Construtora ConstruFase pela gentileza em disponibilizar as informações necessárias aos estudos de caso.

Aos funcionários da GEDUR - Caixa Econômica Federal e Prefeitura Municipal de Criciúma por fornecerem informações relevantes a elaboração desta pesquisa.

A querida secretária Ana Maria Wisintainer Ramos pela gentileza, competência e cordialidade no atendimento.

A Professora Lisiane Ilha Librelotto pelo apoio, incentivo, aprendizado e amizade durante o mestrado e principalmente por ter me acolhido com tanta disponibilidade no estágio docência.

Ao professor Fernando Barth pelo incentivo, apoio, compreensão e aprendizado.

Agradeço também a CAPES pelo apoio financeiro a esta pesquisa.



## RESUMO

A habitação de interesse social é um tema pertinente, existindo a necessidade de reverter a insuficiência e a precariedade de construções para atendimento da classe mais pobre da população. Considerando que a cidade de Criciúma, segundo informações do PLHIS(2010), possui um déficit quantitativo de moradia de 6.455 unidades, estudos relacionados a questão habitacional no município possuem grande relevância. Esta dissertação buscou avaliar os parâmetros projetuais e os potenciais de reciclabilidade das habitações de interesse social multifamiliares construídas em Criciúma. A pesquisa baseou-se em um método qualitativo, quantitativo e exploratório, com a caracterização da produção de habitações de interesse social em Criciúma por meio de análises da composição, da funcionalidade e da caracterização dos sistemas construtivos. Foram selecionados dois estudos de caso em conjuntos habitacionais financiados pelo Programa Minha Casa Minha Vida, de modo a representar as tipologias mais construídas na cidade. A abordagem centrou-se na fase de projeto com intuito de antecipar as soluções para garantir a satisfação do usuário. Utilizou-se o método de avaliação de funcionalidade para verificar a adequação das habitações ainda na fase de projeto, possibilitando assim propor modificações nas configurações para melhoria de usos. De outra parte a avaliação dos índices de reciclabilidade possibilita a verificação da adequação dos materiais e sistemas construtivos propostos como ferramenta para avaliar o grau de reciclabilidade de um edifício. Como resultado da aplicação do Método da Funcionalidade pode-se constatar que as habitações analisadas apresentaram um baixo desempenho funcional. Constatou-se que o sistema construtivo convencional possibilita maiores ajustes nas configurações das unidade de habitação, permitindo o deslocamento de paredes sem interferir na área construída, enquanto que o sistema com paredes estruturais não possibilita estas modificações na planta baixa em função de uma modulação pré-determinada. Observou-se também que esta modulação reduz a flexibilidade nas circulações e conseqüentemente o layout das unidades habitacionais. De modo análogo, os resultados obtidos pela aplicação do Método da Reciclabilidade se mostraram baixo. Apesar do baixo desempenho dos edifícios analisados, observa-se a importância da incorporação deste parâmetro construtivo na etapa de projeto, com a definição de materiais adequados. A substituição de materiais por reciclados, permite minimizar a energia incorporada e a emissão de CO<sub>2</sub>, reduzindo o impacto ambiental gerado na produção, possibilitando um aumento na área construída com a economia de energia gerada com esta ação.

**Palavras-chave:** Habitação Social. Funcionalidade. Reciclabilidade.



## ABSTRACT

The social housing is a significant issue to the public and private sectors in the way to solve the demand and the precariousness of buildings to serve the poorest class of the population. The town of Criciúma, according to the Local Plan for Social Housing (2010), has a deficit of 6,455 housing units, making relevant this problem. This work aimed to evaluate some of the design parameters and construction aspects of the social housing buildings. The research was based on a qualitative, quantitative and exploratory method, with the characterization of the production of social housing in Criciúma through analysis of the composition, functionality and the characterization of building systems. There were selected two case studies in housing financed by the program "Minha Casa Minha Vida", to represent the typologies more frequent used in the city. The approach focused on the design phase in order to anticipate solutions to ensure user satisfaction and in order to reduce waste. The method of evaluating functionality of housing was used to verify the adequacy of these houses still in the design phase, allowing layout modifications in the settings to provide better uses. On the other hand the evaluation of recyclability enables verification of the adequacy of materials and construction systems proposed as a tool to determine the degree of recyclability of a building. As application result of the functionality method can be viewed that the habitations analyzed present a low functional performance, being reverted before the occupation by simple interventions in the layout. Was found that the conventional building system enables more adjustments in the configurations of the habitations units, allowing the wall changes without interfering in the building area, while the system with structural walls does not allow this changes in the plant as function of a pre determined modulation. Can be observed that this modulation decrease the flexibility in the circulations and consequently the habitations units lay out. Analogously, the obtained results by the application of the recyclability Indexes Method showed low. Although the low performance of the two analyzed buildings, can be observed the importance of the incorporation of this building parameter in the project step, with the adequate materials definition. The substitution of virgin materials by recycled materials, allow to minimize the incorporated energy and the CO<sub>2</sub> emission, decreasing considerably the environmental impact generated in the production, allowing an increasing in the building area by the energy save generated with this action.

**Keywords:** Social Housing. Functionality. Recyclability.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Déficit habitacional urbano por faixa de renda média familiar mensal em salários mínimos (SM).....	31
Figura 2 – Fases da pesquisa.....	40
Figura 3 – Modelos gráficos tipo radar. a) Indicador de Funcionalidade do Compartimento (IFC) e b) Indicador de Funcionalidade da Habitação (IFH)..	45
Figura 4 – Fator de reciclabilidade nos processos de projeto e de desconstrução de uma edificação proposto por Vefago (2012).....	50
Figura 5 – Sistematização das políticas e programas habitacionais ao longo dos anos.....	64
Figura 6 - Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano (1), por faixas de renda média familiar mensal – Santa Catarina – 2007.....	66
Figura 7 - Componentes do Déficit Habitacional em Santa Catarina, 2007.....	66
Figura 8 - Distribuição do déficit habitacional total pelas mesorregiões de Santa Catarina - 2000 .....	68
Figura 9 - a) Planta baixa pavimento tipo. b) Distribuição das unidades. c) Fachada do Conjunto Realengo.....	72
Figura 10 - a) Planta baixa do pavimento tipo. b) Fachada do Conjunto Del Castilho. c) Distribuição das unidades.....	73
Figura 11 - a) Planta baixa do pavimento tipo. b) Fachada do Conjunto Realengo.....	73
Figura 12 - a) Planta baixa do pavimento tipo. b) Fachada do Conjunto Lagoinha.....	74
Figura 13 - a) Planta baixa pavimento tipo. b) Fachada. c) Implantação do conjunto Areal.....	74
Figura 14 - a) Planta Baixa das unidades habitacionais. b) Distribuição das unidades habitacionais do Conjunto Residencial Vila Guiomar.....	76
Figura 15 - a)Implantação. b)Vista geral do Conjunto Residencial Vila Guiomar.....	76
Figura 16 – a) Edifícios multifamiliares. b) Residências uni familiares.....	77
Figura 17 – a) Implantação do conjunto com as casas mais centralizadas situadas junto as vias sinuosas e os edifícios laminares nas extremidades. b) Planta baixa do pavimento tipo.....	77
Figura 18 – a) Vista posterior do Edifício Japurá com o uso de pilotis e as linhas da arquitetura moderna. b) Planta baixa apartamento duplex.....	78
Figura 19 – a) Unidades habitacionais e implantação modernista contrastando com a malha urbana tradicional. b) Planta baixa e fachada.....	78
Figura 20 – vista do conjunto co casas em primeiro plano e edifício de quatro pavimentos ao fundo.....	79
Figura 21 – a) Vista geral do Conjunto. b) Implantação.....	80
Figura 22 - Residencial Deodoro.....	81
Figura 23 – a e b) Plantas baixas do pavimento tipo com destaque para o edifício principal com planta serpenteada. c) Fachada.....	82

Figura 24 - a e b) Imagens do conjunto com destaque para o edifício principal com planta serpenteada.....	82
Figura 25 – Conjunto Habitacional Cidade de Tiradentes , São Paulo, 1970. ....	83
Figura 26 - Vista dos conjuntos Santa Etelvina IVA e III-A .....	84
Figura 27 – Conjunto Habitacional General Dale Coutinho, Santos-SP, 1979. .84	
Figura 28 - Etapas do ciclo de vida de uma edificação adaptado de Dolan et al (1999). .....	93
Figura 29 – Localização da região de estudo.....	99
Figura 30 – Localização dos estudos de caso e entorno. ....	101
Figura 31 – Perspectiva frontal do empreendimento que caracteriza o estudo de caso 1.....	103
Figura 32 – Implantação do Conjunto com localização dos blocos, garagens e área de lazer.....	104
Figura 33 – Área de lazer do Condomínio: a) Campo de futebol, b) Play ground. ....	105
Figura 34 – Perspectiva posterior do empreendimento demonstrando as garagens, pilotis e área de lazer. ....	105
Figura 35 – Planta baixa pavimento térreo com pilotis e garagens cobertas. ...	106
Figura 36 – Planta baixa do pavimento tipo com demarcação das circulações. ....	106
Figura 38 – Corte BB, demonstra a relação entre os blocos A e B e as garagens. ....	107
Figura 37 - Corte AA, demonstra a relação dos blocos e a área .....	107
Figura 39 – Fachada frontal.....	108
Figura 40 - Fachada Leste dos Blocos.....	108
Figura 41 – Distribuição das unidades habitacionais nos 7 pavimentos tipos. ....	109
Figura 42 – Plantas baixas humanizadas. a) Apartamento Tipo a, b) Apartamento tipo b. ....	109
Figura 43 – Plantas baixas técnicas. a) Apartamento Tipo a, b) Apartamento tipo b.....	110
Figura 44 – Hierarquia dos espaços.....	111
Figura 45 – Representação da forma e espaços que compõem a implantação do empreendimento.. ....	112
Figura 46 – Representação dos fluxos de veículos e pedestres.....	113
Figura 47 – Configuração da Planta baixa do pavimento tipo. ....	114
Figura 48 – Fluxo de moradores no pavimento tipo da edificação. ....	114
Figura 49 – Fluxo vertical de moradores na edificação.....	115
Figura 50 – Princípios de ordem da fachada norte com representação dos eixos de simetria. ....	116
Figura 51 – Fachada leste com representação do eixo de simetria. ....	116
Figura 52 – Representação de cheios e vazios. a) Fachada norte. b) Fachada Leste. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 53 - a) Habitação Tipo A. b) Habitação Tipo B. ....	118
Figura 54 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo A. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo A.....	119

Figura 55 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo A. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo A. ....	121
Figura 56 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo B. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo B. ....	121
Figura 57 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A. ....	123
Figura 58 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar do sala de estar e jantar Tipo B. ....	123
Figura 59 - a) Planta baixa cozinha Tipo A. b) Planta baixa cozinha Tipo B. b) Modelo radar da cozinha do Tipo A e Tipo B. ....	124
Figura 60 - a) Planta baixa banheiro Tipo A. b) Modelo radar do banheiro Tipo A. ....	125
Figura 61 - a) Planta baixa banheiro Tipo B. b) Modelo radar do banheiro Tipo B. ....	126
Figura 62 - a) Planta baixa área de serviço tipo a com 1,74m da largura. b) Planta baixa área de serviço Tipo A com 1,57m. c) Modelo radar da área de serviço Tipo A e B. ....	127
Figura 63 - a) Planta baixa da habitação Tipo A. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo A. ....	128
Figura 64 - a) Planta baixa da habitação Tipo B. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo B. ....	129
Figura 65 - a) Planta baixa da habitação Tipo A. b) Planta baixa da habitação Tipo B. ....	130
Figura 66 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo A. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo A. ....	130
Figura 67 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo B. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo B. ....	131
Figura 68 - a) Planta baixa quarto dos filhos tipo A adaptado. b) Modelo radar do quarto dos filhos tipo A. ....	132
Figura 69 - a) Planta baixa quarto dos filhos tipo B adaptado. b) Modelo radar do quarto dos filhos tipo B. ....	132
Figura 70 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A. ....	133
Figura 71 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar do sala de estar e jantar Tipo B. ....	133
Figura 72 - a) Planta baixa cozinha Tipo A. b) Planta baixa cozinha Tipo B. c) Modelo radar do cozinha Tipo A e Tipo B. ....	134
Figura 73 - a) Planta baixa banheiro Tipo A. b) Modelo radar do banheiro Tipo A. ....	135
Figura 74 - a) Planta baixa banheiro Tipo B. b) Modelo radar do banheiro Tipo B. ....	135
Figura 75 - a) Planta baixa área de serviço Tipo A. b) Modelo radar da área de serviço Tipo A. ....	136
Figura 76 - a) Planta baixa área de serviço Tipo B. b) Modelo radar da área de serviço Tipo B. ....	136

Figura 77 - a) Planta baixa Tipo A. b) Modelo radar Tipo A com modificações.	137
Figura 78 - a) Planta baixa Tipo B. b) Modelo radar Tipo B com adaptações.	138
Figura 79 – a) Terreno em seu estado original. b) Terreno com desnível e aterro.	139
Figura 80 – a) Broca iniciando a perfuração. b) Perfuração pronta aguardando a armadura e concretagem.	140
Figura 81 – a) Colocação da armadura. b) Concretagem e colocação das esperas do pilar.	140
Figura 82 – a e b) Contrapiso armado resistente ao tráfego de veículos.	141
Figura 83 – a) Laje concretada e formas dos pilares em madeira do Bloco B. b) Bloco A ao fundo com sistema de vigas e pilares.	141
Figura 84 – a) Escoras em eucalipto, vigas e fechamento . b) Lajes com vigotas de concreto e tabelas de cerâmica.	142
Figura 85 – a e b) Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos de 8 furos.	143
Figura 86 – a e b) Vergas e contra-vergas.	143
Figura 87 – a e b) Esquadrias da fachada.	144
Figura 88 – a e b) Estrutura do telhado.	145
Figura 89 – a) Telhamento. b) Duto.	145
Figura 90 – Perspectiva do empreendimento que caracteriza o estudo de caso 2	155
Figura 91 – Implantação do Conjunto com localização dos blocos, garagens e área de lazer.	156
Figura 92 – Área de lazer do Condomínio: a) Campo de areia, b) Pista caminhada e campo futebol.	157
Figura 93 – Perspectiva do empreendimento demonstrando a pista de caminhada, salão de festas, área de lazer.	157
Figura 94 – Planta baixa do pavimento tipo com demarcação das circulações.	158
Figura 95 – Implantação do conjunto com localização da guarida de acesso.	159
Figura 96 – Distribuição das unidades habitacionais nos 4 pavimentos tipos.	159
Figura 97 – Plantas baixas humanizadas. a) Apartamento Tipo A, b) Apartamento Tipo B.	160
Figura 98 - Plantas baixas técnicas. a) Apartamento Tipo A, b) Apartamento Tipo B.	161
Figura 99 – Hierarquia dos espaços.	162
Figura 100 – Representação da forma e espaços que compõem a implantação do empreendimento.	163
Figura 101 – Representação dos fluxos de veículos e pedestres.	163
Figura 102 – Configuração da Planta baixa do pavimento tipo.	164
Figura 103 – Fluxo de moradores no pavimento tipo da edificação.	164
Figura 104 – Fluxo vertical de moradores na edificação.	165
Figura 105 – a) Princípios de ordem da fachada principal com representação do eixo de simetria. b) Fachada lateral	165
Figura 106 - a) Habitação Tipo A. b) Habitação Tipo B.	166

Figura 107 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo A. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo A.....	168
Figura 108 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo B. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo B.....	168
Figura 109 - a) Plantas baixas quartos dos filhos Tipo A. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo A.....	169
Figura 110 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo B. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo B.....	170
Figura 111 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A.....	171
Figura 112 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar do sala de estar e jantar Tipo B.....	171
Figura 113 - a) Planta baixa cozinha Tipo A. b) Modelo radar da cozinha Tipo A.....	173
Figura 114 - a) Planta baixa cozinha Tipo B. b) Modelo radar cozinha Tipo B.....	173
Figura 115 - a) Planta baixa banheiro Tipo A. b) Planta baixa banheiro Tipo B. b) Modelo radar do banheiro Tipo A e Tipo B.....	174
Figura 116 - a) Planta baixa área de serviço Tipo A. b) Modelo radar área de serviço Tipo A.....	175
Figura 117 - a) Planta baixa área de serviço Tipo B. b) Modelo radar área de serviço Tipo B.....	175
Figura 118 - a) Planta baixa da habitação Tipo A. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo A.....	176
Figura 119 - a) Planta baixa da habitação Tipo B. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo B.....	177
Figura 120 - a)Planta baixa da habitação Tipo A. b)Planta baixa da habitação Tipo B.....	178
Figura 121 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo A. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo A.....	179
Figura 122 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo B. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo B.....	179
Figura 123 - a) Plantas baixas quartos dos filhos Tipo A. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo A.....	180
Figura 124 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo B. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo B.....	181
Figura 125 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A.....	182
Figura 126 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar do sala de estar e jantar Tipo B.....	182
Figura 127 - a) Planta baixa área de serviço Tipo A. b) Modelo radar da área de serviço Tipo A.....	183
Figura 128 - a) Planta baixa área de serviço Tipo B. b) Modelo radar da área de serviço Tipo B.....	183

Figura 129 - a) Planta baixa Tipo A. b) Modelo radar Tipo A com modificações. .....	184
Figura 130 - a) Planta baixa Tipo B. b) Modelo radar Tipo B com modificações. .....	185
Figura 131 - a) Terreno em seu estado original. b) Entorno imediato.....	186
Figura 132 - a) Perfuração por broca. b) Escavação. ....	187
Figura 133 - a e b) Laje maciça e colunas e cintas de concreto com ferragens armadas.....	187
Figura 134 - a e b) Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos de 8 furos. .	188

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1a – Conjuntos habitacionais unifamiliares aprovados pela Prefeitura Municipal de Criciúma no período de 2005 a 2012. ....	37
Quadro 2 – Características e critérios de avaliação dos quesitos. ....	43
Quadro 3 – Conceitos e indicadores. Fonte: Adaptado de Leite (2003).....	44
Quadro 4 – Intervalo de desempenho de funcionalidade: ambiente e habitação. ....	45
Quadro 5 – Dados ambientais dos materiais virgens e reciclados utilizados nos estudos de caso. ....	47
Quadro 6 – Projeção de déficit e inadequação habitacional para 100% dos domicílios com renda até 3SM em Criciúma – N.....	68
Quadro 7 – Projeção do déficit e inadequação habitacional para os próximos 15 anos, no município de Criciúma – N.....	69
Quadro 8 – Projeção do déficit e inadequação habitacional para os próximos 15 anos no município de Criciúma. ....	100
Quadro 9 – Construção de Conjuntos Habitacionais multifamiliares aprovados pela Prefeitura Municipal de Criciúma no período de 2005-2012. ....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
Quadro 10 – Síntese dos estudos de caso.....	102
Quadro 11 – Quadro de áreas das Tipologias A e B e índices da CAIXA.....	110
Quadro 12 – Quadro de áreas e percentuais de cheios e vazios do Bloco A. <b>Erro!</b>	
<b>Indicador não definido.</b>	
Quadro 13 – Conceitos de funcionalidade e seus indicadores. ....	117
Quadro 14 – Intervalo de desempenho de funcionalidade: ambiente e habitação. ....	117
Quadro 15 - Funcionalidade do compartimento quarto de casal dos Tipos A e B. ....	119
Quadro 16 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos. ....	120
Quadro 17 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar.....	122
Quadro 18 - Funcionalidade do Compartimento cozinha. ....	124
Quadro 19 - Funcionalidade do compartimento banheiro.....	125
Quadro 20 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço. ....	127
Quadro 21 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A. ....	128
Quadro 22 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B. ....	129
Quadro 23 - Funcionalidade do Compartimento quarto de casal com modificações. ....	130
Quadro 24 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos com modificações.....	131
Quadro 25 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar com modificações.....	133
Quadro 26 - Funcionalidade do Compartimento cozinha com modificações...	134
Quadro 27 - Funcionalidade do Compartimento banheiro com modificações.	135
Quadro 28 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço com modificações.....	136

Quadro 29 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A com modificações.....	137
Quadro 30 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B com modificações.....	138
Quadro 31 – Traços utilizados na obra .....	143
Quadro 32 – Quadro de esquadrias.....	144
Quadro 33 – Quadro de áreas das Tipologias A e B.....	161
Quadro 34 - Funcionalidade do compartimento quarto de casal dos Tipos A e B. ....	167
Quadro 35 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos.....	169
Quadro 36 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar. ....	171
Quadro 37 - Funcionalidade do Compartimento cozinha. ....	172
Quadro 38 - Funcionalidade do compartimento banheiro.....	174
Quadro 39 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço.....	175
Quadro 40 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A.....	176
Quadro 41 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B. ....	177
Quadro 42 - Funcionalidade do Compartimento quarto de casal com modificações.....	179
Quadro 43 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos com modificações.....	180
Quadro 44 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar com modificações.....	181
Quadro 45 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço com modificações.....	183
Quadro 46 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A com modificações.....	184
Quadro 47 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B com modificações.....	185
Quadro 48 – Traços utilizados na obra. ....	188
Quadro 49 – Quadro de esquadrias.....	189
Quadro 50 – Síntese dos estudos de caso. ....	199
Quadro 51–Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A antes e depois das modificações para o Edifício Residencial 1.....	201
Quadro 52 - Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B antes e depois das modificações para o Edifício Residencial 1. ....	202
Quadro 53 - Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A antes e depois das modificações para o Edifício Residencial B. ....	203
Quadro 54 - Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B antes e depois das modificações para o Edifício Residencial 2. ....	205
Quadro 55 – Funcionalidade das unidades habitacionais com modificações...206	



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão do projeto em sistemas com seus materiais e massas. ....	146
Tabela 2 – Média dos dados ambientais dos materiais virgens e reciclados utilizados nos estudos de caso. ....	147
Tabela 3 – Energia incorporada dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.....	148
Tabela 4 – CO2 dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual. ....	150
Tabela 5 - Quantidade e categoria dos materiais e componentes da construção. ....	151
Tabela 6 - Índice de reciclabilidade do projeto do edifício. ....	152
Tabela 7 - Nova distribuição dos materiais e componentes da construção. ....	153
Tabela 8 - Aumento do índice de reciclabilidade do projeto do edifício. ....	154
Tabela 9 - Divisão do projeto em sistemas com seus materiais e massas. ....	190
Tabela 10 – Média dos dados ambientais dos materiais virgens e reciclados utilizados nos estudos de caso. ....	191
Tabela 11 – Energia incorporada dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.....	192
Tabela 12 – CO2 dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual. ....	194
Tabela 13 - Quantidade e categoria dos materiais e componentes da construção. ....	195
Tabela 14 - Índice de reciclabilidade do projeto do edifício. ....	196
Tabela 15 - Quantidade e categoria dos materiais e componentes da construção. ....	197
Tabela 16 - Aumento do índice de reciclabilidade do projeto do edifício. ....	198
Tabela 17 – Energia incorporada dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.....	208
Tabela 18 – CO2 dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual. ....	209
Tabela 19 - Índice de reciclabilidade do projeto do edifício. ....	211



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACV - Análise de Ciclo de Vida  
ACVEs - Análises de Ciclo de Vida Energéticas  
AMREC - Associação dos Municípios da Região Carbonífera  
BNH - Banco Nacional de Habitação  
CCFGTS - Carta de crédito FGTS  
CIAM - Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna  
CREA/SC - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura, Agronomia de Santa Catarina  
FAR - Fundo de Arrendamento Residencial  
FCP - Fundação Casa Popular  
FDS - Fundo de Desenvolvimento Social  
FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço  
GEDUR - Gerência de Desenvolvimento Urbano  
HBB - Habitar Brasil BID  
IAP's - Instituto de Aposentadoria e Pensão  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas  
IFC - Indicador de Funcionalidade do Compartimento  
IFH - Indicador de Funcionalidade da Habitação  
IPAT - Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas  
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
MCMV - Minha Casa Minha Vida  
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento  
PAM - Programa de Auxílio Moradia  
PAR - Programa de Arrendamento Residencial  
PCHIS - Plano Catarinense de Habitação de Interesse Social  
PLANHAB - Plano Nacional de Habitação  
PLHIS - Plano Local de Habitação e Interesse Social  
PSH - Programa de Subsídio Habitacional  
SBPE - Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo  
SFH - Sistema Financeiro de Habitação  
SM - Salário Mínimo  
SNHIS - Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>29</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E TEMA DA PESQUISA .....	29
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO .....	31
1.3 JUSTIFICATIVA .....	33
1.4 OBJETIVOS .....	33
<b>1.4.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>33</b>
<b>1.4.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>33</b>
1.5 PROBLEMA DE PESQUISA .....	34
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	34
1.7 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DA AMOSTRA .....	35
1.8 MÉTODO EMPREGADO .....	36
<b>1.8.1 Fases da pesquisa</b> .....	<b>40</b>
1.8.1.1 Pesquisa para levantamento e escolha dos conjuntos habitacionais Fase 1 .....	40
1.8.1.2 Escolha do método e análise do primeiro estudo de caso - Fase 2... 41	41
1.8.1.3 Análise de mais um estudo de caso, elaboração e análise dos quadros comparativos e resultados - Fases 3 e 4 .....	41
<b>1.8.2 Análise da Composição</b> .....	<b>42</b>
<b>1.8.3 Análise da Funcionalidade</b> .....	<b>42</b>
<b>1.8.4 Análise dos sistemas construtivos</b> .....	<b>46</b>
<b>1.8.5 Análise da Reciclabilidade do Edifício</b> .....	<b>46</b>
1.9 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA DISSERTAÇÃO .....	50
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>53</b>
2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL .....	53
<b>2.1.1 Conceito de necessidades habitacionais</b> .....	<b>55</b>
2.2 BREVE HISTÓRICO DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL .....	56
2.3 POLÍTICAS E PROGRAMAS HABITACIONAIS .....	62
<b>2.3.1 Cronologia das políticas e programas habitacionais do Brasil</b> .....	<b>63</b>
<b>2.3.2 Habitação de Interesse Social no Brasil</b> .....	<b>64</b>
<b>2.3.3 Habitação de Interesse Social em Santa Catarina</b> .....	<b>65</b>
<b>2.3.4 Habitação de Interesse Social em Criciúma</b> .....	<b>67</b>
2.4 TIPOLOGIAS HABITACIONAIS PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES .....	70
<b>2.4.1 Produção dos Institutos de Aposentadoria e Pensão – IAP’S</b> .....	<b>75</b>
<b>2.4.2 Produção Fundação Casa Popular - FCP</b> .....	<b>80</b>
<b>2.4.3 Departamento de Habitação Popular</b> .....	<b>81</b>
<b>2.4.4 Banco Nacional de Habitação</b> .....	<b>83</b>
<b>2.4.5 Minha Casa Minha Vida</b> .....	<b>84</b>
<b>2.4.6 Tipologia dos sistemas construtivos predominantes na região de Criciúma</b> .....	<b>84</b>
2.5 FUNÇÃO DOS ESPAÇOS E OS CONFLITOS NO PROJETO.....	85
<b>2.5.1 Funcionalidade da habitação</b> .....	<b>86</b>

<b>3 SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES .....</b>	<b>89</b>
3.1 GESTÃO DOS RECURSOS .....	89
3.2 IMPACTOS GERADOS NO MEIO AMBIENTE .....	90
<b>3.2.1 LEED - Leadership in Energy and Environmental Design.....</b>	<b>92</b>
<b>3.2.2 AQUA - Alta Qualidade Ambiental .....</b>	<b>92</b>
<b>3.2.3 Sustentax .....</b>	<b>92</b>
<b>3.2.4 Procel Edifica .....</b>	<b>92</b>
3.3 CICLO DE VIDA E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES .....	92
3.4 RECICLAGEM .....	94
3.5 UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS REUTILIZADOS E RECICLADOS	95
3.6 NORMAS SOBRE A RECICLAGEM.....	96
3.7 POTENCIAIS DE RECICLABILIDADE.....	97
<b>4 ESTUDOS DE CASO .....</b>	<b>99</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO .....	99
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS CONJUNTOS HABITACIONAIS CONSTRUÍDOS EM CRICIÚMA NO PERÍODO DE 2005-2013 .....	100
4.3 CONJUNTOS HABITACIONAIS SELECIONADOS .....	101
4.4 ESTUDO DE CASO EDIFÍCIO RESIDENCIAL 1.....	103
<b>4.4.1 Características do empreendimento.....</b>	<b>104</b>
<b>4.4.2 Características das edificações .....</b>	<b>105</b>
<b>4.4.3 Características das unidades habitacionais .....</b>	<b>109</b>
<b>4.4.4 Análise da Composição da Implantação.....</b>	<b>110</b>
<b>4.4.5 Análise da Composição dos Edifícios.....</b>	<b>113</b>
<b>4.4.6 Análise da Composição das Fachadas.....</b>	<b>115</b>
<b>4.4.7 Análise da Funcionalidade .....</b>	<b>117</b>
4.4.7.1 Análise da funcionalidade dos compartimentos das Unidades habitacionais Tipo A e Tipo B.....	118
4.4.7.1.1 <i>Funcionalidade do compartimento quarto de casal .....</i>	<i>118</i>
4.4.7.1.2 <i>Funcionalidade do compartimento quarto dos filhos.....</i>	<i>120</i>
4.4.7.1.3 <i>Funcionalidade do compartimento sala de estar e jantar .....</i>	<i>122</i>
4.4.7.1.4 <i>Funcionalidade do compartimento cozinha.....</i>	<i>123</i>
4.4.7.1.5 <i>Funcionalidade do compartimento Banheiro .....</i>	<i>125</i>
4.4.7.1.6 <i>Funcionalidade do compartimento Área de Serviço.....</i>	<i>126</i>
4.4.7.2 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo A .....	127
4.4.7.3 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo B .....	128
4.4.7.4 Avaliação da Funcionalidade das Unidades Habitacionais .....	129
<b>4.4.8 Caracterização dos sistemas construtivos.....</b>	<b>139</b>
4.4.8.1 Implantação .....	139
4.4.8.2 Fundações .....	140
4.4.8.3 Sistema estrutural .....	141
4.4.8.4 Vedações.....	142
4.4.8.5 Esquadrias.....	144
4.4.8.6 Cobertura .....	145
<b>4.4.9 Avaliação da reciclabilidade com materiais virgens, reciclados e índices de reciclabilidade do projeto.....</b>	<b>146</b>

4.4.9.1 Energia incorporada nos materiais do edifício.....	148
4.4.9.2 Emissão de CO <sub>2</sub> de materiais e componentes do edifício .....	150
4.4.9.3 Determinação do índice de reciclabilidade .....	151
4.5 ESTUDO DE CASO EDIFÍCIO RESIDENCIAL 2.....	155
<b>4.5.1 Características do empreendimento.....</b>	<b>156</b>
<b>4.5.2 Características das edificações.....</b>	<b>157</b>
<b>4.5.3 Características das unidades habitacionais .....</b>	<b>159</b>
<b>4.5.4 Análise da Composição da Implantação .....</b>	<b>161</b>
<b>4.5.5 Análise da Composição dos Edifícios .....</b>	<b>164</b>
<b>4.5.6 Análise da Composição das Fachadas.....</b>	<b>165</b>
<b>4.5.7 Análise da Funcionalidade .....</b>	<b>166</b>
4.5.7.1 Análise da funcionalidade dos compartimentos das Unidades habitacionais Tipo A e Tipo B.....	166
4.5.7.1.1 <i>Funcionalidade do compartimento quarto de casal.....</i>	<i>166</i>
4.5.7.1.2 <i>Funcionalidade do compartimento quarto dos filhos .....</i>	<i>168</i>
4.5.7.1.3 <i>Funcionalidade do compartimento sala de estar e jantar.....</i>	<i>170</i>
4.5.7.1.4 <i>Funcionalidade do compartimento cozinha.....</i>	<i>172</i>
4.5.7.1.5 <i>Funcionalidade do compartimento Banheiro .....</i>	<i>173</i>
4.5.7.1.6 <i>Funcionalidade do compartimento Área de Serviço.....</i>	<i>174</i>
4.2.7.2 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo A .....	176
4.5.7.3 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo B .....	177
4.5.7.4 Avaliação da Funcionalidade das Unidades Habitacionais .....	178
Compartimento Quarto de casal.....	178
<b>4.5.8 Caracterização do sistema construtivo.....</b>	<b>186</b>
4.5.8.1 Implantação.....	186
4.5.8.2 Fundações .....	186
4.5.8.3 Sistema estrutural.....	187
4.5.8.4 Vedações.....	188
4.5.8.5 Esquadrias .....	188
4.5.8.6 Cobertura .....	189
<b>4.5.9 Avaliação da reciclabilidade com materiais virgens e reciclados e índices de reciclabilidade do projeto .....</b>	<b>190</b>
4.5.11.1 Energia incorporada nos materiais do edifício.....	192
4.5.11.2 Emissão de CO <sub>2</sub> de materiais e componentes do edifício .....	193
4.5.11.3 Determinação do índice de reciclabilidade .....	195
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>199</b>
5.1 ANÁLISES DOS ESTUDOS DE CASO .....	199
<b>5.1.2 Quanto aos parâmetros projetuais .....</b>	<b>200</b>
<b>5.1.3 Quanto aos parâmetros construtivos.....</b>	<b>207</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>213</b>
6.1 QUANTO A FUNCIONALIDADE: .....	214
6.2 QUANTO A RECICLABILIDADE:.....	214
6.3 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....	216
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>217</b>

**ANEXO A - Critérios de avaliação do método do Indicador de Funcionalidade da Habitação (LEITE, 2003).....223**



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E TEMA DA PESQUISA

O tema em estudo no presente trabalho refere-se a habitação de interesse social para famílias com rendimento mensal até seis salários mínimos sob a abordagem do projeto. A pesquisa apresenta dois estudos de caso que representam os conjuntos habitacionais de interesse social construídos na cidade de Criciúma / SC com objetivo de avaliar seus parâmetros projetuais e construtivos.

No Brasil, os problemas relacionados à habitação remontam a décadas, tendo sua origem no êxodo rural, nas grandes taxas de crescimento demográfico, no aceleração do processo de urbanização das grandes cidades e na industrialização. De acordo com Ribeiro e Pechman (1983), um agravamento na demanda por habitação ocorreu no início do século XX em função do crescimento da população e a redução da taxa de mortalidade decorrente das políticas de saneamento desenvolvidas pelo Estado.

Até a década de 1930, a habitação de interesse social no Brasil não foi objeto da iniciativa pública (FARAH, 1998). A partir desta década, ocorreu um crescimento das taxas de urbanização e com isto, cresceu a pressão sobre o Estado para a solução do problema habitacional para os trabalhadores urbanos. Iniciou nesta mesma década a criação dos Institutos de Aposentadoria e Pensão - IAP's. A falta de emprego, a renda insuficiente, o elevado custo do solo urbano, levou as camadas de baixo poder aquisitivo a se instalarem em áreas irregulares, com risco ambiental, gerando os assentamentos informais e agravando o déficit habitacional no Brasil.

Neste contexto, a habitação de interesse social é um tema pertinente para os poderes público e privado, existindo a necessidade de reverter a insuficiência e a precariedade de construções para atendimento desta camada da população. Este direito está previsto na Constituição Federal de 1988, regulamentada pelo Estatuto da Cidade em 2001, que possibilitou a instituição de políticas habitacionais preocupadas em solucionar o problema habitacional e proporcionar o equilíbrio ambiental. O Estatuto da Cidade é considerado um instrumento inovador na política habitacional e uma importante ferramenta de regularização fundiária.

As questões relacionadas à Habitação Popular no Brasil ainda apresentam muitas barreiras, apesar do avanço significativo nos últimos anos. Os profissionais de arquitetura têm papel fundamental na

concepção do espaço a ser habitado, onde cada usuário tem sua própria característica, suas particularidades e necessidades. Ao conceber um projeto, o projetista deve trabalhar com diferentes tipologias, adequando o espaço às necessidades do usuário, evitando a repetição de um modelo padrão.

Apesar da instituição de normas para caracterização dos materiais, desempenho, controle tecnológico, dentre outros aspectos relativos a evolução dos sistemas construtivos destinados a habitação de interesse social, muitos ainda não são considerados, como as necessidades individuais de cada família, região ou local de inserção. As condições de mercado, onde a rentabilidade, o prazo e a padronização são o foco das soluções apresentadas, o valor do projeto, a tipologia de habitação e o uso de materiais adequados, normalmente são desconsiderados, resultando em conjuntos e soluções padronizadas e com qualidade duvidosa.

Os métodos aplicados nesta pesquisa viabilizaram a avaliação dos parâmetros projetuais e construtivos dos conjuntos habitacionais. Na avaliação dos parâmetros projetuais foram analisadas a composição dos conjuntos e a funcionalidade das habitações na etapa de projeto. Os parâmetros construtivos foram avaliados por meio da caracterização dos sistemas construtivos utilizados, da análise da reciclabilidade do projeto dos edifícios avaliando, ainda, a energia incorporada e a emissão de CO<sub>2</sub> dos principais materiais utilizados. A avaliação da funcionalidade no desenvolvimento do projeto permite proporcionar ao futuro usuário ambientes agradáveis, confortáveis e seguros antecipando soluções antes da ocupação. Da mesma forma, a análise da reciclabilidade dos materiais utilizados paralelo a elaboração do projeto permite o aumento da sustentabilidade da construção, a diminuição de descartes e um maior reaproveitamento dos materiais.

Considerando que a cidade de Criciúma, teve seu crescimento econômico baseado na indústria de extração carbonífera, muitos locais apresentam deficiência de infraestrutura e de habitação em função da ocupação irregular decorrente do crescimento desordenado. Segundo informações extraídas do Plano Local de Habitação de Interesse Social de Criciúma (2010), o déficit de moradia no município de Criciúma é da ordem de 6.455 unidades, sendo 5.772 unidades na área urbana e 683 unidades na área rural. Este déficit representa a necessidade de construções de moradias, porém se for considerado o déficit qualitativo, este representa 8.476 unidades, sendo 7.489 na área urbana e 986 na área rural.

Neste contexto, assuntos relacionados às condições das moradias existentes e aos locais com demanda para intervenção são de extrema relevância. Deste modo, uma pesquisa para avaliação de parâmetros projetuais com análise da composição e da funcionalidade das tipologias utilizadas no município de Criciúma, bem como a avaliação de parâmetros construtivos com análise dos sistemas construtivos e da reciclabilidade dos materiais utilizados na construção podem contribuir para a melhoria do espaço habitado e da materialidade, refletindo na elevação da qualidade de vida.

## 1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

De acordo com relatório apresentado pela Fundação João Pinheiro (2008), o déficit habitacional no Brasil, estimado para o ano de 2008 corresponde a 5,546 milhões de domicílios, dos quais 4,629 milhões estão localizados nas áreas urbanas, ou seja, 83,5%. O déficit habitacional se concentra na faixa de população com renda até três salários mínimos com 89,6% do total conforme figura 1.

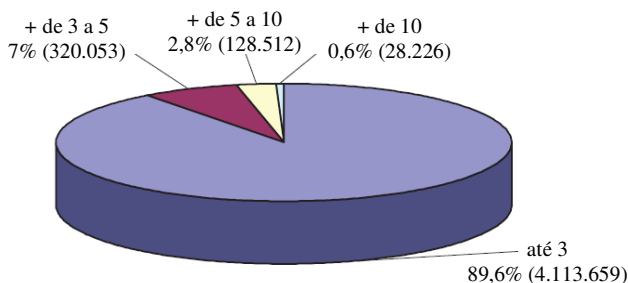


Figura 1 - Déficit habitacional urbano por faixa de renda média familiar mensal em salários mínimos (SM) - Brasil 2008

Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP) - 2008. Dados básicos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) - 2008.

Muitas famílias vivem em condições insalubres, sem condições de higiene, vivendo nas ruas, na beira de estradas, debaixo de pontes e viadutos ou ainda construindo abrigos com materiais disponíveis nos lixões como lona e papelão. Segundo informações do IBGE (2008), estima-se que aproximadamente quinze milhões de habitantes encontram-se em moradias inadequadas. Esta falta de condições adequadas das habitações tem como características a carência de

equipamentos públicos e comunitários, carência de infraestrutura, adensamento de pessoas em cômodos minúsculos, falta de sanitários, dentre outras.

Várias ações vêm sendo instituídas pelos governos federais, estaduais e municipais, porém o problema relacionado à habitação no país é crescente e requer políticas imediatas e eficientes. Segundo definição da Fundação João Pinheiro (2008), responsável pela medição de índices de habitação no Brasil, o déficit habitacional é entendido por falta de moradias para toda a população, devido à precariedade das construções ou ao desgaste da estrutura física. Desta forma, a ocupação de áreas degradadas, do leito de rios, de locais sem condições de habitabilidade e salubridade são computados como casos de déficit.

Um dos principais fatores, além da ausência de infraestrutura que contribui para a condição precária de moradias é a exclusão social das pessoas que migram de outros estados, normalmente de áreas rurais para centros urbanos. Estas pessoas, normalmente sem trabalho e que sonham em ter uma vida melhor na cidade, não possuem condições para pagar aluguel e se instalam em locais que contribuem para o crescimento desordenado da cidade.

O governo vem instituindo ações através do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), que no período de 2007 a 2010 buscou concretizar o crescimento com distribuição de renda, atendendo quatro milhões de famílias por meio da aquisição do terreno, construção e reforma de casas e urbanização de favelas e locais precários. Este programa visa atender aspectos relacionados a infraestrutura, habitação e saneamento.

Segundo Ermínia Maricato (2007), coordenadora do Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos da USP, existe falta de recursos, mas a grande questão é a falta de capacidade operacional do governo. Não existe cultura de investimentos em habitação e saneamento no país. Há 27 anos não se tem subsídios. Deste modo é necessário a adesão de estados e municípios para conseguir um combate efetivo ao déficit habitacional.

Atualmente, o Estatuto da Cidade estabelecido pela Lei 10.257 de 2001 ratificou a função social da propriedade e da habitação como direito básico da população, onde as soluções futuras devem contemplar:

- Habitação segura, confortável e salubre;
- Serviços urbanos, como transporte coletivo, coleta de lixo;
- Infraestrutura urbana, como rede física de coleta de esgoto, abastecimento de água;

- Equipamentos sociais, ou seja, edificações para as atividades relacionadas com saúde, educação, lazer, entre outros,
- Espaços públicos verdes: praças, parques urbanos, alamedas, parques lineares.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Não obstante os esforços e os programas existentes, o déficit habitacional urbano do município de Criciúma é de aproximadamente sete mil unidades. Deste modo faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas e implantação de conceitos que possam contribuir para a melhoria da habitabilidade, para a qualidade de vida e para a justiça social da população, vindo de encontro com o conceito de planejamento da cidade.

A avaliação da funcionalidade e da reciclabilidade durante a etapa de projeto permite soluções mais seguras, confortáveis e salubres. Ambientes com dimensões adequadas, atendendo a funcionalidade especificada ao seu uso, proporcionam ao usuário melhores condições de moradia.

Considerando que os conjuntos habitacionais de interesse social geralmente são construídos com soluções padronizadas e questionáveis, a avaliação dos parâmetros estabelecidos permite a melhoria da qualidade do espaço projetado, evitando desperdícios futuros por meio da antecipação de soluções durante a elaboração do projeto.

Desta maneira, o presente tema é de extrema relevância considerando as políticas habitacionais vigentes no país, as leis e normas instituídas para contemplação de moradias dignas e salubres. Sobretudo pelo apoio de órgãos federais nas intervenções em andamento.

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros projetuais e os potenciais de reciclabilidade de habitações de interesse social em Criciúma.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Apresentar breve histórico das Habitações de Interesse Social no Brasil e Criciúma;

- b) Identificar as Habitações de Interesse Social recentemente construídas em Criciúma a partir do Programa Minha Casa Minha Vida;
- c) Caracterizar os sistemas construtivos dos edifícios selecionados para os estudos de caso;
- d) Analisar os parâmetros projetuais: a composição e a funcionalidade do projeto das habitações selecionadas;
- e) Analisar os parâmetros construtivos: os sistemas construtivos e a reciclabilidade dos principais materiais utilizados na construção das habitações dos estudos de caso;
- f) Avaliar a energia incorporada, a emissão de Dióxido de Carbono e os potenciais de reciclabilidade dos principais materiais utilizados na construção.

## 1.5 PROBLEMA DE PESQUISA

O trabalho se desenvolve na área de concentração do programa de Pós-graduação PósARQ: Projeto e tecnologia do ambiente construído na linha de pesquisa Métodos e Técnicas Aplicados ao Projeto de Arquitetura e Urbanismo. Esta proposta parte das seguintes abordagens: caracterização de conjuntos habitacionais que abrange os empreendimentos, as edificações e as unidades habitacionais. São realizadas análises da composição da implantação dos edifícios e das fachadas, assim como análises da funcionalidade. A materialidade é analisada na caracterização dos sistemas construtivos e na reciclabilidade dos materiais, conjuntamente com a energia incorporada na produção dos componentes da construção e a emissão de Dióxido de Carbono.

Com base no exposto, as habitações de interesse social projetadas e construídas em Criciúma são adequadas ao uso, possuem espaços dinâmicos, funcionais que atendam as atividades neles desempenhadas, refletindo na satisfação de seus usuários? Da mesma maneira, os materiais utilizados, influenciam na funcionalidade dos espaços projetados, são de fontes renováveis, possuem potencial de reciclabilidade?

## 1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho procura estudar a produção de habitação de interesse social da cidade de Criciúma, analisando dois conjuntos

habitacionais multifamiliares, escolhidos por representar a Faixa II do Programa Minha Casa Minha Vida. O projeto é avaliado por meio da análise da funcionalidade e dos sistemas construtivos, observando a adequação ao contexto local. A pesquisa é realizada por meio de uma avaliação qualitativa e quantitativa a partir de dados levantados. Este trabalho não possui a intenção de propor novos sistemas construtivos, nem de construir protótipos para avaliação de desempenho em laboratório. As análises são efetuadas a partir de dados e informações existentes e catalogadas. Também não possui a intenção de elaborar um projeto ou uma nova tipologia habitacional mas sim, avaliar o que está sendo produzido na região.

A amostra de dois estudos de caso de conjuntos habitacionais multifamiliares foi selecionada a partir de um conjunto de obras, cujas informações foram fornecidas pela Prefeitura Municipal de Criciúma. A princípio seriam avaliados conjuntos habitacionais que atendem as diferentes faixas de subsídio do Programa Minha Casa Minha Vida, representativos das tipologias mais difundidas na região. Porém, em função de restrições de informações dos órgãos e dos construtores responsáveis pelos empreendimentos da Faixa I (renda até 3 salários mínimos), restringiu-se a análise para os conjuntos da Faixa II (renda entre 3 e 6 salários mínimos). Estes empreendimentos são os que apresentam o maior número de obras na região. Assim, o objetivo do estudo é o aprofundamento da compreensão da produção habitacional de interesse social em Criciúma, suas tipologias e sistemas construtivos, bem como as principais variáveis e parâmetros que determinam a qualidade da edificação. Desta maneira, esta pesquisa está delimitada na análise do projeto e da sua execução, antes de sua ocupação, incluindo a análise da funcionalidade e dos sistemas construtivos utilizados. Aborda também alguns aspectos da sustentabilidade da construção tais como a energia incorporada, a emissão de CO<sub>2</sub> e a reciclabilidade dos materiais.

## 1.7 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DA AMOSTRA

Os estudos de caso foram definidos com base em conjuntos habitacionais construídos após a implementação do Programa Minha Casa Minha Vida, considerando para abordagem e seleção as seguintes condicionantes:

- Os projetos devem se enquadrar na Faixa II de subsídio determinadas pelo Programa Minha Casa Minha Vida;
- As obras devem estar localizadas na cidade de Criciúma, nas áreas de interesse social demarcadas pela Prefeitura Municipal;

- O estudo teve por prioridade a tipologia de edifícios multifamiliares construídos a partir de 2005, não sendo objeto desta pesquisa as unidades uni familiares contempladas pelo mesmo Programa Habitacional,

- A seleção dos estudos de caso contemplou conjuntos representativos das construções que vem sendo praticadas na cidade, de preferência com diferentes sistemas construtivos e configurações, buscando resultados que possibilitem a geração de quadros comparativos que sejam indicativos destas tipologias construtivas que vem sendo utilizadas em Criciúma.





## 1.8 MÉTODO EMPREGADO

O presente trabalho baseia-se em um método qualitativo, quantitativo e exploratório, que busca a caracterização da produção de habitações de interesse social em Criciúma através do levantamento de dados e das análises realizadas segundo requisitos estabelecidos em conformidade com os referenciais pesquisados.

A elaboração do trabalho foi iniciada pelo levantamento bibliográfico, através de estudos relacionados ao tema objetivando a introdução de conceitos e métodos de análise mais adequados. Para o embasamento teórico do trabalho, tornou-se necessário o estudo da situação da habitação de interesse social no Brasil, sua evolução histórica, as políticas habitacionais e tipologias desenvolvidas ao longo dos anos, bem como a situação em Santa Catarina e em Criciúma. A revisão da literatura por meio de livros, artigos técnicos, anais de congressos, dissertações de mestrado, Internet, visitas a obras, entrevistas, dentre outras fontes torna-se de grande relevância para pesquisa. Também foram realizadas visitas à Caixa Econômica Federal e à Prefeitura Municipal de Criciúma para realizar um levantamento das tipologias mais empregadas na região e dos sistemas construtivos mais utilizados. Deste modo realizou-se o levantamento dos conjuntos habitacionais deste trabalho, conforme mostrado nos quadros 1a e 1b.









Quadro 1a – Conjuntos habitacionais unifamiliares aprovados pela Prefeitura Municipal de Criciúma no período de 2005 a 2012.

HABITAÇÕES UNIFAMILIARES						
Imagem	Nome do Programa e Bairro	Faixa SM	Un	Tipo	Área m <sup>2</sup> un.	Área m <sup>2</sup> total
	HBB-BID Bairro Paraíso	I 0-3	13	Casa geminada	37,80	1185,12
	PSH Bairro Renascer	I 0-3	101	Casa	30,00	4302,60
	FNHIS-PAC Bairro Renascer	I 0-3	26	Casa	36,00	1329,12
	PFHIS Bairro Renascer	I 0-3	23	Casa	36,00	1175,76

Fonte: Prefeitura municipal de Criciúma, 2012.

Quadro 1b – Conjuntos habitacionais multifamiliares aprovados pela Prefeitura Municipal de Criciúma no período de 2005 a 2012.

HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES						
Imagem	Nome do Conjunto e Bairro	Faixa SM	Un	Tipo	Área m <sup>2</sup> un.	Área m <sup>2</sup> total
	Residencial Venezia Santa Luzia	I 0-3	256	Apto 2 quartos	49,50	12671,49
	Res. Carmel Mineira Nova MCMV	I 0-3	272	Apto 2 quartos	49,42	13441,81

	Residencial San Diego Quarta Linha	I 0-3	320	Apto 2 quarto	50,16	16050,91
	Res. Turin B. Argentina	I 0-3	208	Apto 2 quartos	53,47	11122,07
	Res. Solar dos Comerciairos Jd. Maristela	II 3-6	112	Apto 2 quartos	56,50	6328,19
	Res. Mantova Santa Luzia	II 3-6	160	Apto 2 e 3 quartos	67,91	10864,82
	Res. Jardim São Luiz B. São Luiz	II 3-6	112	Apto 2 e 3 quartos	73,07	8184,19
	Res. Portal das Flores B. São Luiz	II 3-6	112	Apto 2 quartos	80,71	18078,74
	<b>ESTUDO 1</b> <b>Res. Parque das Nações B. São Luiz</b>	<b>II 3-6</b>	<b>112</b>	<b>Apto 2 quarto</b>	<b>72,04</b>	<b>8068,11</b>
	Res. Toscana B. Argentina	II 3-6	96	Apto 2 quartos	55,47	5325,31
	Res. Vicenza B. Imigrantes	II 3-6	192	Apto 2 quartos	61,00	11712,00
	Res. Morada do Bosque Vila Zuleima	II 3-6	128	Apto 2 quartos	65,15	8339,20
	Res. Vivendas de Barcelona B. Próspera	II 3-6	112	Apto 2 quartos	69,26	7757,54

	Res. Jardim das Orquídeas B. Ana Maria	II 3-6	102	Apto 2 quartos	82,61	8426,05
	Res. Jardim das Azaléias B. Ana Maria	II 3-6	128	Apto 2 quartos	63,84	8171,04
	Cond. Vila Treviso B. Rio Maina	II 3-6 III 6-10	60 20	Apto 2 e 3 quartos	80,4 149,6	4824,00 2992,00
	<b>ESTUDO 2</b> <b>Res. Sol di Toscana</b> <b>Santa Luzia</b>	<b>II</b> <b>3-6</b>	<b>240</b>	<b>Apto 2 quarto</b>	<b>59,42</b>	<b>14259,96</b>
	Res. Villa di Mônaco B. Ana Maria	II 3-6	102	Apto 2 quartos	79,43	8132,46

Fonte: Prefeitura municipal de Criciúma, 2012.

A partir dos critérios previamente estabelecidos, foi adotado o método de estudo de caso para análise dos conjuntos habitacionais, que segundo Fachin (2003), permite sistematizar detalhadamente o conhecimento específico. Para Yin (2005), o estudo de caso é um processo de investigação empírica com o qual se pretende estudar um fenômeno contemporâneo no contexto real em que ocorre. Pelo fato de muitas vezes ser difícil isolar o fenômeno em estudo do contexto em que acontece, é normalmente necessário usar diversas fontes de evidência e estabelecer comparações entre os diferentes dados recolhidos. Deste modo, a pesquisa foi dividida em quatro fases, conforme esquema mostrado na figura 2.

## 1.8.1 Fases da pesquisa

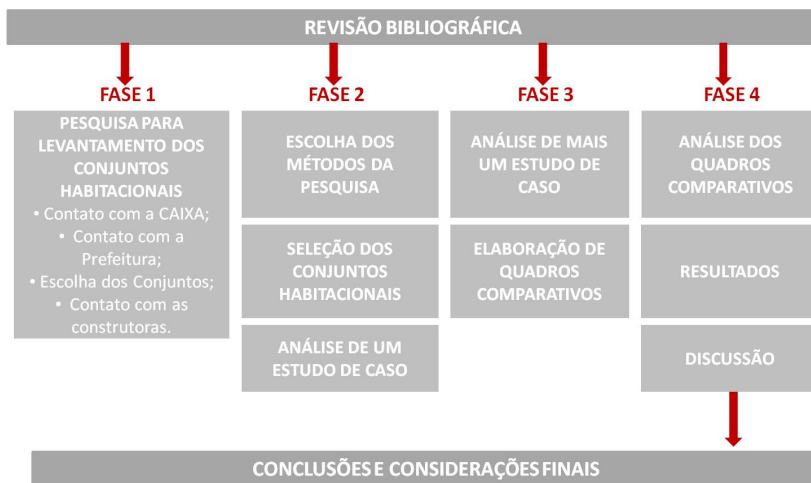


Figura 2 – Fases da pesquisa. Elaborado pela autora.

Na figura 2 pode-se observar que existem quatro fases de pesquisa. A primeira contempla, além da revisão bibliográfica, o levantamento dos conjuntos habitacionais e dos sistemas construtivos utilizados em Criciúma na Caixa Econômica Federal e na Prefeitura, além do contato com as construtoras dos empreendimentos. Na segunda fase se faz a seleção dos conjuntos habitacionais para os estudos de caso e a escolha e descrição das sistemáticas de avaliação com auxílio de estudos relacionados ao tema. Nesta etapa também é feita a análise detalhada do primeiro estudo de caso com base nos parâmetros de projeto relacionados a sistemática estabelecida. Na terceira fase é feita a análise de mais um estudo de caso, com a mesma metodologia utilizada no estudo de caso feito na etapa anterior. Posteriormente se faz a avaliação dos dois estudos, gerando quadros comparativos entre os mesmos. Por fim, na quarta fase, se realiza a avaliação e discussão dos resultados obtidos, tecendo as conclusões e considerações finais sobre os objetivos da pesquisa.

### 1.8.1.1 Pesquisa para levantamento e escolha dos conjuntos habitacionais - Fase 1

Para levantamento dos conjuntos habitacionais foram realizadas visitas técnicas na Caixa Econômica Federal, de modo a esclarecer

algumas questões relacionadas ao Programa Minha Casa Minha Vida e suas faixas de subsídio. Também foram feitas arguições aos arquitetos da Gerência de Desenvolvimento Urbano da Caixa Econômica Federal, referentes aos sistemas construtivos utilizados nos conjuntos na região de Criciúma. Para acesso aos projetos e relação dos nomes dos conjuntos habitacionais e empresas construtoras, foi necessário o contato com agentes da Prefeitura Municipal. Por meio de análises e leituras detalhadas dos projetos e do levantamento fotográfico dos mesmos foram identificados dezoito conjuntos aprovados nos últimos cinco anos, sendo quatro na Faixa I (0 a 3 salários mínimos) e catorze na Faixa II (3 a 6 salários mínimos). Os sistemas construtivos utilizados nestes conjuntos são basicamente com alvenaria convencional e com alvenaria estrutural realizados com blocos cerâmicos. Observou-se certa restrição por parte dos construtores na utilização de novos sistemas construtivos. Para seleção dos estudos de caso foram observados os critérios estabelecidos no item 1.7 deste capítulo.

#### 1.8.1.2 Escolha do método e análise do primeiro estudo de caso - Fase 2

O acesso ao projeto e ao memorial descritivo do empreendimento foi determinante para compreender o uso e a configuração das habitações, bem como a realização de visitas exploratórias para o levantamento fotográfico e melhor compreensão dos estudos de caso. Na análise dos estudos de caso utilizou-se o método comparativo entre os projetos, avaliando os conceitos relacionados à funcionalidade, composição e reciclabilidade do edifício. A princípio foi eleito um estudo de caso inicial. Para isto, levou-se em consideração as informações e materiais disponíveis sobre o mesmo que compreende plantas baixas, cortes, fachadas, memorial descritivo, técnicas construtivas utilizadas, dentre outras informações relevantes para as seguintes análises: da composição, da funcionalidade, dos sistemas construtivos e da reciclabilidade. Estas análises foram feitas a partir do projeto e visitas técnicas a obra e foram fundamentadas por revisão da literatura, considerando conceitos e parâmetros teóricos que são descritos na sequência deste capítulo.

#### 1.8.1.3 Análise de mais um estudo de caso, elaboração e análise dos quadros comparativos e resultados - Fases 3 e 4

Além do estudo de caso inicial foi realizado mais um estudo de caso com o emprego do mesmo método utilizado. Com os dois estudos

de caso finalizados, foram elaborados os quadros comparativos, a partir das análises realizadas. São cruzadas as informações de cada estudo com objetivo de comparar qual empreendimento possui o melhor desempenho de acordo com as variáveis analisadas. Com isto foi possível chegar aos resultados e proposições para novos estudos.

### **1.8.2 Análise da Composição**

Para análise da composição foram utilizados os conceitos de Hertzberger (1996) para avaliação da implantação. Alguns fatores utilizados foram determinantes tais como: grau de acesso, forma de supervisão, usuários e responsáveis pela gestão dos espaços. Ao considerar que em geral os lugares apresentam gradações de demarcações territoriais, pode-se dizer que o grau de acesso é uma questão de convenção que geralmente é respeitada pelos usuários. Partindo destes conceitos, realizou-se a análise dos espaços do empreendimento, sendo classificados como público, semi-público, semi-privado e privado.

Na análise da composição dos edifícios e das fachadas utilizou-se os conceitos de Ching (2002) para definição da forma, do espaço, da organização, proporção e princípios de ordem da composição, levando em consideração que existem alguns fatores adicionais além do emprego das bases geométricas para organização das formas e espaços de um edifício. A ordem de uma composição arquitetônica não se refere somente a regularidade geométrica, mas está relacionada ao arranjo e as proporções, em que cada parte de um todo está disposta de modo apropriado em relação às outras partes e à sua finalidade.

### **1.8.3 Análise da Funcionalidade**

A funcionalidade do ambiente, de acordo com Silva (1982), está relacionada a apropriação adequada do espaço e exerce grande influência em relação a satisfação do usuário. Para Pedro (2000) a funcionalidade é definida como uma característica que permite facilidade, confiabilidade e eficiência no desenvolvimento das atividades habitacionais e suas funções, proporcionadas pelas características dos espaços e de seus equipamentos.

De acordo com Palermo (2009), a funcionalidade na habitação tem relação entre espaço, o usuário e o conjunto de equipamentos necessários para desenvolver cada atividade, levando em consideração o acesso ao interior da casa e a cada cômodo, a circulação dentro de cada

cômodo, o acesso e a operação de cada equipamento e componente do mobiliário.

Neste contexto, para análise da funcionalidade, foi utilizado o método elaborado por Leite (2003), em que se estabeleceu um modelo teórico para determinação do Indicador de Funcionalidade com o estabelecimento de critérios de avaliação quantitativos e qualitativos para cada compartimento (IFC). Os aspectos quantitativos referem-se à quantidade de mobiliário mínimo e adicional. Já os aspectos qualitativos são pertinentes ao arranjo espacial desses equipamentos nos cômodos, considerando os espaços de circulação para os usuários, a articulação entre os próprios equipamentos e ambiente, conforme mostrado de maneira resumida no quadro 2. Mais detalhes podem ser vistos no Anexo A.

Quadro 2 – Características e critérios de avaliação dos quesitos.

Ambiente	Quesito de Quantidade		Quesito de Qualidade
	Equipamento mínimo (a1)	Equipamento adicional (b1)	
Quarto casal	1 cama de casal, 2mesas cabeceira, 1 roupeiro de três ou quatro portas e 1 cômoda.	1 cama infantil.	(a)Roupeiro e sua proximidade da porta. (b)Áreas de circulação e utilização. (c)Acessibilidade janela. (d)Otimização.
Quarto filho	02 camas de solteiro para áreas com mais de 7,50m <sup>2</sup> , 1 mesa de cabeceira, 1 um roupeiro de três portas.	1 escrivaninha e estante para livros.	(a)Roupeiro e sua proximidade da porta. (b)Áreas de circulação e utilização. (c)Acessibilidade janela. (d)Otimização.
Estar/jantar	No estar: 1 sofá de três lugares que pode ser sofá cama, mesa de centro e 1 estante. No jantar: mesa de 6 lugares.	No estar: 1 sofá de dois lugares e 1 mesa de canto. No jantar: 1 estante para louças.	(a)Áreas de circulação e utilização. (b)Área livre central. (c)Acessibilidade janela. (d)Otimização.
Cozinha	1 balcão com pia, 1 refrigerador,	1 mesa auxiliar, 1 armário	(a)Passagem livre. (b)Relação fogão

	1 fogão, 1 armário suspenso.	suspenso auxiliar.	janela. (c)Abertura de portas de equipamentos. (d)Proximidade do refrigerador.
Banheiro	instalação de 1 lavatório, 1 vaso sanitário e 1 chuveiro.	1 ducha higiênica ou bidê.	(a)Otimização. (b)Utilização simultânea. (c)Iluminação natural. (d)Privacidade.
Área serviço	1 tanque e 1 máquina de lavar roupa.	1 armário superior suspenso.	(a)Iluminação natural. (b)Circulação e utilização (c)Espaço para depósito de material e tábua de passar roupas. (d)Otimização.

Fonte: Adaptado de Leite (2003).

Deste modo, o Indicador de Funcionalidade da Habitação (IFH) é calculado mediante as características de quantidade e qualidade de quesitos descritas acima, levando em consideração os indicadores propostos para avaliar a Funcionalidade do Compartimento (IFC), que estão apresentados no quadro 3.

Quadro 3 – Conceitos e indicadores. Fonte: Adaptado de Leite (2003).

Conceito	Supera	Atende plenamente	Atende parcial	Atende precário	Atende muito precário
Indicador	4	3	2	1	0

Fonte: Adaptado de Leite (2003).

O objetivo principal do IFH é expressar a funcionalidade da habitação por meio de um valor numérico. A relação entre o indicador resultante e os intervalos de valores estabelecidos pelo método expressa a adequação ou inadequação para o uso dos compartimentos e posteriormente da habitação em sua totalidade. Caso um aspecto da moradia não apresente o desempenho previsto, se pode facilmente observar na representação gráfica do IFH, cujo gráfico do tipo radar mostrado na figura 3.



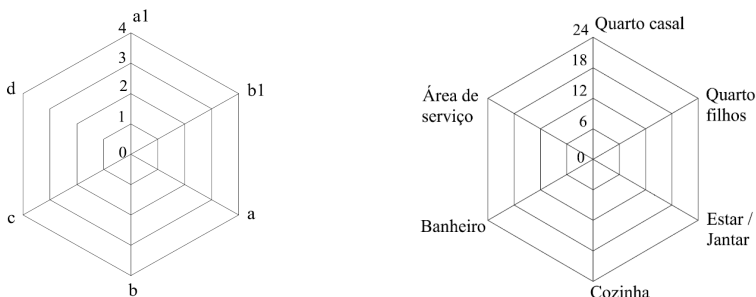


Figura 3 – Modelos gráficos tipo radar. a) Indicador de Funcionalidade do Compartimento (IFC) e b) Indicador de Funcionalidade da Habitação (IFH).  
Fonte: Adaptado de Leite (2003).

Os quesitos, o intervalo de variação do indicador e o conceito atribuído a cada um podem ser visualizados no quadro 4.

Quadro 4 – Intervalo de desempenho de funcionalidade: ambiente e habitação.

Ambiente	No de quesitos IFC	No de quesitos IFH	Conceito e Indicador de Funcionalidade de Quesito (IFQ)					Intervalo de variação do Indicador de Funcionalidade do Compartimento (IFC)				
			Supera	Atende	Parcial	Precário	Muito Precário	Supera	Atende	Parcial	Precário	Muito Precário
Dormitório I	6	6	4	3	2	1	0	24	18	12	6	0
Dormitório II												
Salas												
Cozinha												
Banheiro												
Área Serviço												
<b>Intervalo de variação do Indicador de Funcionalidade da Habitação (IFH)</b>								<b>120</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>0</b>

Fonte: Adaptado de Leite (2003).

As análises propostas neste trabalho referem-se a fase de projeto, considerando a configuração proposta pela construtora. A partir dos resultados obtidos, são propostas algumas alterações, sem acréscimo da área construída da habitação e também propostas modificações de layout com objetivo de avaliar o ganho de funcionalidade nos compartimentos e na habitação como um todo.

### **1.8.4 Análise dos sistemas construtivos**

Para efeito de análise da construção, dividiu-se o edifício em cinco sistemas: fundações, sistemas estruturais, vedações, esquadrias e cobertura. Estes por sua vez, foram caracterizados de acordo com seus subsistemas e elementos construtivos. Nesta análise são considerados os principais aspectos construtivos, cujos materiais e componentes empregados servirão como base para o cálculo da reciclabilidade.

### **1.8.4 Análise da Reciclabilidade do Edifício**

Com base em Vefago (2012), esta etapa propõe a análise dos índices de reciclabilidade do edifício, com estudos que abordam também a energia incorporada e a emissão de dióxido de carbono na fabricação de materiais de construção, sejam eles virgens ou reciclados.

Para esta análise torna-se necessário a definição de alguns conceitos sobre a reciclabilidade, levando em consideração que um componente ou elemento construtivo pode ser reciclado no final do ciclo de vida do edifício. Entende-se este como o período de tempo em que os componentes ou elementos construtivos de um edifício realizam as funções para que foram projetados, sem que percam significativamente as suas propriedades. Nas edificações, não se deve considerar como reciclados todos os materiais que cumprem o seu ciclo de vida e voltam ao ciclo industrial, pois existem materiais que necessitam de uma grande quantidade de matéria prima virgem para sua nova conformação. Uma viga de concreto que é triturada para ser utilizada como agregado em um novo concreto, não pode ter a mesma classificação de reciclabilidade que tem uma viga de aço. Diante do exposto, é importante ressaltar algumas definições relativas a reciclabilidade de materiais e componentes que podem ser classificados em: reciclado, infraciclado, reutilizado e infrautilizado, sendo que as definições de Infraciclado e Infrautilizado foram estabelecidas por Vefago (2012).

- **Reciclado:** É aquele material ou componente que sofre pelo menos uma transformação química de sua estrutura interior ou uma troca de estado físico, mas mantém as suas propriedades iniciais. Como exemplo deste tipo de material pode-se citar a reciclagem dos metais.

- **Infraciclado:** É aquele que sofre pelo menos uma transformação química de sua estrutura interior ou uma troca de estado físico e sofre uma redução de suas características iniciais. Como exemplo tem-se os plásticos e derivados do petróleo.

- **Reutilizado:** O material ou componente reutilizado é aquele que não sofre nenhuma transformação química de sua estrutura interior e nenhuma troca de estado físico. Como exemplo cita-se uma viga de madeira.

- **Infrutilizado:** Este material ou componente é aquele que não sofre nenhuma transformação química de sua estrutura interior ou no seu estado físico e não mantém as suas propriedades iniciais. Como exemplo encontra-se o piso cerâmico e o concreto estrutural que podem ser triturados e utilizados como agregados em outras composições.

Nesta análise também considera-se o impacto ambiental dos edifícios residenciais construídos com materiais virgens e reciclados, realizando a análise da energia incorporada e do dióxido de carbono emitido para a produção destes materiais. As informações que serviram como parâmetros para este estudo foram extraídas da tese de doutorado de Vefago (2012) que apresenta um quadro com os dados ambientais de alguns materiais virgens e reciclados com suas respectivas fontes. Para este trabalho, a relação foi sintetizada e adaptada, constando apenas os materiais que compõem os estudos de caso com suas respectivas médias, apresentados no quadro 5.

Quadro 5 – Dados ambientais dos materiais virgens e reciclados utilizados nos estudos de caso.

Material	Energia incorporada (MJ/kg)	Emissão CO2 (kgCO2/kg)	Fonte
<b>Aço</b>			
Virgem	29,2	2,77	Hammond e Jones, 2011
	32	2,5	Ashby, 2009
<b>Média</b>	<b>30,6</b>	<b>2,6</b>	
Atual(42%reciclado)	22,3	1,74	Ashby, 2009
100% reciclado	8,8	0,45	Hammond e Jones, 2011
	9	1	Berge, 2009
	11,8	0,563	HU et al, 2006
	10,8	-	Worldsteel, 2009
	10	-	Fugii et al, 2005
	9	0,7	Ashby, 2009
<b>Média</b>	<b>9,9</b>	<b>0,7</b>	
<b>Alumínio</b>			
Virgem	218	12,79	Hammond e Jones, 2011
	220	12	Ashby, 2009
<b>Média</b>	<b>219</b>	<b>12,4</b>	
Atual (33% reciclado)	155	9,16	Hammond e Jones, 2011
100% reciclado	8	0,506	EAA,2008

	13,6	-	Schlesinger, 2007
	23	1,212	EAA,2008
	24,8	1,515	Ashby, 2009
	29	1,81	Hammond e Jones, 2011
<b>Média</b>	<b>19,68</b>	<b>1,26</b>	
<b>Cobre</b>			
	71	5,25	Ashby, 2009
Virgem	57	3,81	Hammond e Jones, 2011
	85	6	Berge, 2009
<b>Média</b>	<b>71</b>	<b>5,02</b>	
Atual (37% reciclado)	42	2,71	Hammond e Jones, 2011
	18	-	Reuter,1998
100% reciclado	18,5	1,3	Ashby, 2009
	16,5	0,84	Hammond e Jones, 2011
<b>Média</b>	<b>17,66</b>	<b>1,72</b>	
<b>Polietileno</b>			
	81	2,1	Ashby, 2009
Virgem	84,4	2,52	Hammond e Jones, 2011
<b>Média</b>	<b>82,7</b>	<b>2,31</b>	
100% reciclado	34	0,865	Ashby, 2009
<b>PVC</b>			
	81,5	2,4	Ashby, 2009
Virgem	85	3	Berge, 2009
	67,5	3,23	Hammond e Jones, 2011
<b>Média</b>	<b>78</b>	<b>2,87</b>	
100% reciclado	34	1,007	Ashby, 2009
<b>Vidro</b>			
	15	0,91	Hammond e Jones, 2011
Virgem	15,5	0,85	Ashby, 2009
<b>Média</b>	<b>15,25</b>	<b>0,88</b>	
	6,82	0,375	Ashby, 2009
100% reciclado	11,5	0,59	Hammond e Jones, 2011
<b>Média</b>	<b>9,16</b>	<b>0,48</b>	
<b>Concreto</b>			
	1,15	0,14	Ashby, 2009
Virgem	1,5	0,18	Berge, 2009
	0,82	0,12	Hammond e Jones, 2011
<b>Média</b>	<b>1,15</b>	<b>0,15</b>	
<b>Madeira</b>			
Virgem	18,33	0,75	Hammond e Jones, 2011
<b>Argamassa</b>			

Virgem	4,51	0,74	Hammond e Jones, 2011
Reciclado 94%	5,5	0,95	Hammond e Jones, 2011
<b>Bloco Cerâmico</b>			
Virgem	3,0	0,2	
<b>Revestimento Cerâmico</b>			
Virgem	12	0,78	Hammond e Jones, 2011
80% reciclado	9,8	0,529	CAATEEB,2010
<b>Tinta</b>			
Virgem	70	2,91	Hammond e Jones, 2011
<b>Fibrocimento</b>			
Virgem	37	2,70	Hammond e Jones, 2011

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

Para o cálculo da energia incorporada e do dióxido de carbono emitido para a produção dos materiais, o edifício foi dividido em sistemas, sendo os materiais classificados e avaliados conforme exemplificado no capítulo 4. Vale ressaltar, que neste trabalho, além dos materiais virgens que são propostos nos estudos de Vefago (2012), serão efetuados os cálculos com materiais reciclados com intuito de verificar quanto poderia ser construído a mais, considerando a economia de energia incorporada e dióxido de carbono ao se utilizar estes materiais.

Segundo Vefago (2012), o índice de reciclabilidade pode ser aplicado no projeto de um edifício, e também no final do seu ciclo de vida, em sua desconstrução. Os conceitos relacionados aos materiais que foram definidos anteriormente: reutilizado, reciclado, infratutilizado e infraciclado são introduzidos na fase de projeto do edifício, além da inclusão da categoria dos materiais virgens e renováveis. O método consiste em analisar as quantidades dos materiais acima listados reutilizados, reciclados, infratutilizados e infraciclados que estão inclusos no processo de construção de um edifício. Este método também pode ser aplicado para avaliar a desconstrução de um edifício, porém este trabalho está delimitado na análise dos índices na fase de projeto do edifício. O método estabelece uma pontuação de 0 a 100, com variações de 25 pontos, podendo-se chegar a 100 pontos somente com a reutilização e a 75 pontos com a reciclagem, conforme pode-se observar na figura 4 que mostra a hierarquia para o projeto de um edifício.

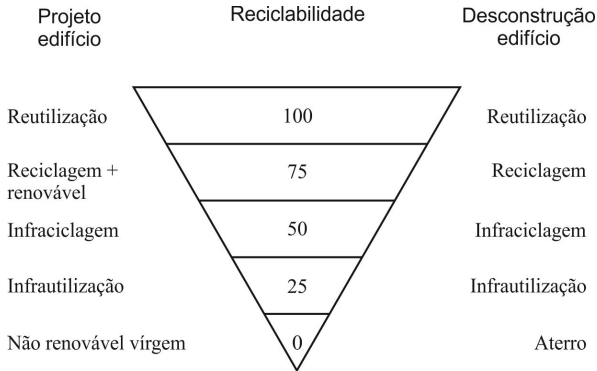


Figura 4 – Fator de reciclabilidade nos processos de projeto e de desconstrução de uma edificação proposto por Vefago (2012).

Para avaliar as massas dos elementos deve-se estimar, as massas reutilizadas, recicladas, infracicladas, infrautilizadas e vírgens. Com a soma total das massas, é possível encontrar os percentuais de cada categoria, obtendo-se um valor entre 0 e 100. Se todos os materiais forem vírgens, o índice de reciclabilidade é igual a zero, por outro lado, se todos os materiais forem reutilizados de outra construção, o índice equivale a 100.

Neste trabalho são avaliados os índices de reciclabilidade estimados com base nos dados relacionados aos estudos de caso. Também é realizada uma estimativa, substituindo alguns materiais que poderiam ser reciclados na obra e outros reutilizados de acordo com os sistemas que contemplam o estudo.

## 1.9 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a introdução do assunto objeto de estudo, bem como a problematização da pesquisa, a justificativa do tema escolhido, e os objetivos a ser alcançados. Além disto, este capítulo contempla os critérios, o método da pesquisa e a delimitação da mesma.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema central da pesquisa: habitação de interesse social. Iniciando com os termos que definem habitação de interesse social e sua função, as origens do problema habitacional no Brasil, revisão histórica da produção habitacional, bem como as políticas e programas habitacionais existentes no âmbito nacional, estadual e regional. Posteriormente, ainda

no mesmo capítulo, foram avaliadas as tipologias habitacionais para edificações multifamiliares, as tipologias dos sistemas construtivos predominantes na região de estudo e feita uma breve revisão sobre a função dos espaços, os conflitos gerados no projeto e a funcionalidade da habitação.

O Capítulo 3 consiste na definição de conceitos abordados na pesquisa relacionados à sustentabilidade nas edificações, como: gestão de recursos, impactos gerados no meio ambiente, ciclo de vida, durabilidade das edificações, reciclagem, utilização de materiais reutilizados, reciclados na construção e potenciais de reciclabilidade.

O Capítulo 4 refere-se aos estudos de caso. Onde são realizados dois estudos de caso de conjuntos habitacionais (Condomínio Residencial 1 e Condomínio Residencial 2) representativos das tipologias predominantes em Criciúma. Neste capítulo são avaliados os parâmetros projetuais (composição e funcionalidade das HIS), os parâmetros construtivos (caracterização dos sistemas construtivos e índices de reciclabilidade).

O Capítulo 5 refere-se à análise dos resultados através de quadros comparativos com a apresentação dos resultados obtidos através da aplicação do método proposto.

O Capítulo 6 relata as conclusões do trabalho e apresenta sugestões para trabalhos futuros.





## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

O termo Habitação de Interesse Social (HIS) refere-se a soluções de moradias voltadas à população de baixa renda. Nos últimos tempos muito se tem falado sobre Habitação de Interesse Social e, de acordo com Abiko (1995), convém apresentar outros termos equivalentes:

Habitação de Baixo Custo (low-cost housing): Designa Habitação barata, porém não significa que seja habitação para população de baixa renda;

Habitação para População de Baixa Renda (housing for low-income people): Tem a mesma conotação que habitação de interesse social. Porém, quando este termo for utilizado deve-se definir a renda máxima das famílias e indivíduos que serão atendidos;

Habitação Popular: Termo mais abrangente relacionado a todas as soluções destinadas ao atendimento de necessidades habitacionais.

Para Fernandes (2003), a habitação desempenha três diferentes funções: social, ambiental e econômica.

Função Social: Consiste no abrigo da família, sendo a base para o seu desenvolvimento.

Função Ambiental: Refere-se à inserção no ambiente urbano para garantia da qualidade do espaço construído onde os princípios básicos de infra-estrutura, educação, saúde, transporte, trabalho, lazer sejam atendidos.

Função Econômica: sua produção mobiliza vários setores da economia local, influencia os mercados imobiliários, de bens e serviços oferecendo novas oportunidades de geração de emprego e renda. Assim, como no conceito de sustentabilidade, o tripé social, ambiental e econômico deve ser considerado de forma integrada, atingindo as três diferentes dimensões da habitação (social, ambiental e econômica) e com isto o desenvolvimento sustentável.

Para Turner (1967) citado por De Oliveira (1994) o conceito de habitação ultrapassa a ideia de proteção contra intempéries e ataques de inimigos e animais, assume um conceito de habitação que contempla três dimensões:

Abrigo: representa a estrutura física, a construção e operação da edificação como suporte para as atividades de trabalhar, estudar, lazer.

Acesso: necessário para proporcionar uma adequada estrutura física, com eficácia nas tarefas que o usuário desempenha no ambiente.

Ocupação: é a garantia da ocupação do abrigo por meio do pagamento referente ao uso e manutenção da moradia e acessibilidade.

Segundo Abiko (1995), “a habitação popular não deve ser entendida meramente como um produto e sim como um processo, com uma dimensão física, mas também como resultado de um processo complexo de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos, tecnológicos”. Assim sendo, segundo o autor, a habitação não se restringe apenas à unidade habitacional, pois além de conter um espaço confortável, seguro e salubre, é necessário considerar outros aspectos:

Serviços urbanos: compreendem as atividades desenvolvidas no âmbito urbano que atendam às necessidades coletivas de abastecimento de água, coleta de esgotos, distribuição de energia elétrica, transporte coletivo, entre outros;

Infra-estrutura urbana: inclui as redes físicas de distribuição de água e coleta de esgotos, as redes de drenagem, as redes de distribuição de energia elétrica, comunicações, sistema viário, entre outros;

Equipamentos sociais: compreendem as edificações e instalações destinadas às atividades relacionadas com educação, saúde, lazer, entre outros.

Mesmo com o avanço da tecnologia e com o aperfeiçoamento das técnicas construtivas a função primordial da habitação tem se mantido constante, que é proteger o ser humano das intempéries e de intrusos (ABIKO, 1995). Segundo este autor, a habitação deve atender os princípios básicos de habitabilidade, segurança e salubridade, considerando que é o espaço ocupado pelo ser humano e que acomoda tarefas como: alimentação, descanso, atividades fisiológicas e convívio social. Além das atividades domésticas, a habitação pode ser um espaço que pode desempenhar algumas atividades profissionais, algum comércio ou pequeno negócio associado.

Em uma visão antropológica, Rapoport (1984), coloca que a habitação, como obra arquitetônica, não tem a função principal de abrigar, mas sim de transmitir significados e traduzir as aspirações de diferenciação e territorialidade dos habitantes em relação a vizinhos e pessoas de fora de seu grupo.

De acordo com Santos (1999), a habitação, além de ser uma necessidade básica do ser humano, é também fonte de desejo e aspiração. O patrimônio constituído principalmente pelo investimento na casa própria, juntamente com o vestuário, confere de modo subjetivo status de sucesso econômico e de posição social mais elevada.

### 2.1.1 Conceito de necessidades habitacionais

A Fundação João Pinheiro (1995) propõe o conceito de Necessidades Habitacionais dividido-o em duas dimensões: déficit habitacional e inadequação dos domicílios.

- Déficit habitacional: O conceito de déficit habitacional apresenta um sentido bastante amplo, é um conceito construído histórica e socialmente,. Depende da compreensão da cidade existente e da definição do que poderá ser aproveitado, reposto, adequado ou inadequado em termos habitacionais. O déficit está relacionado a deficiência de estoques por necessidade de substituição de moradias em condições precárias ou pela coabitação, ou seja, existência de mais de uma família habitando a mesma unidade habitacional (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1995). Desta maneira, através deste conceito, são considerados dois aspectos que compõem o déficit: Déficit por reposição deficiente de estoque que é ocasionado pela existência de moradias sem condições de habitabilidade, seja pela precariedade das construções ou por terem sofrido desgaste da estrutura física, sendo necessário a reposição e Déficit por incremento deficiente do estoque, gerado por domicílios improvisados, por coabitação familiar e pela localização de moradias em áreas de ocupação irregular. Somado a esses dois componentes deve-se considerar o ônus excessivo com aluguel, que corresponde ao número de famílias urbanas com renda familiar de até três salários mínimos que moram em casa ou apartamento e que gastam 30% ou mais de sua renda com aluguel.

De acordo com diversos estudos realizados pelo IPAT/UNESC (2008); Lins (2000) e Fundação João Pinheiro (1995;2005), as informações sobre as condições e as carências das habitações de um município, são importantes para implementação de ações públicas e privadas que promovam melhorias das condições de vida da população.

No município de Criciúma, as questões relativas a Habitação de Interesse Social vem sendo tratadas pela Secretaria de Ação Social há alguns anos. No mês de junho de 2012, o Plano Local de Habitação de Interesse Social que é uma síntese do planejamento habitacional no âmbito local foi aprovado e aborda o planejamento e a definição de estratégias de ação, de curto, médio e longo prazo.

Conhecer o déficit habitacional que é carência quantitativa ou a falta de moradias de uma população relacionada à precariedade das construções e desgaste da estrutura física dos imóveis do local de

intervenção é importante, porém deve-se conhecer também a inadequação habitacional.

- **Inadequação de domicílios:** Segundo a Fundação João Pinheiro, as habitações inadequadas não proporcionam condições desejáveis de habitação, porém não significa que deverão ser construídas novas unidades. São as unidades habitacionais com carências qualitativas decorrentes ao acesso à infraestrutura básica, como rede geral de esgoto sanitário ou fossa séptica, energia elétrica, coleta de lixo, abastecimento de água e o adensamento excessivo por domicílio habitado. Para estabelecer parâmetros de habitabilidade são levados em consideração os seguintes critérios (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2007):

- **Densidade excessiva:** são considerados domicílios com densidade excessiva, as habitações que possuem mais de três pessoas por cômodo utilizado como dormitório.

- **Carência de serviços de infra estrutura pública:** todos os domicílios que não dispõem de um dos seguintes serviços básicos: iluminação elétrica, rede geral de abastecimento de água com canalização interna, rede geral de esgotamento sanitário ou fossa séptica e coleta de lixo.

- **Inadequação fundiária urbana:** refere-se aos casos em que pelo menos um dos moradores do domicílio tem a propriedade da moradia, mas não do terreno ou da fração ideal de terreno em que ela se localiza.

- **Cobertura inadequada:** refere-se a todos os domicílios que, mesmo possuindo paredes de alvenaria ou madeira alinhada, tenham telhado de madeira aproveitada, zinco, lata ou palha.

- **Inexistência de unidade sanitária exclusiva:** refere-se ao domicílio que não dispõe de banheiro ou sanitário de uso exclusivo.

## 2.2 BREVE HISTÓRICO DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL

A principal causa relacionada ao problema habitacional no Brasil tem origem nas desigualdades sociais e, principalmente, no acelerado crescimento populacional, dificultando o acesso à moradia. Desde o início do processo de construção das cidades e da sociedade brasileira, houve um descompasso entre o acesso à moradia e o crescimento populacional.

Historicamente, a habitação popular surgiu com a grande demanda de migração do campo para a cidade, influenciada pela chegada da Revolução Industrial entre os séc. XVIII e XIX. Neste período, com a abolição da escravidão, com a crise da lavoura de café e

o processo de industrialização, muitas pessoas foram atraídas para as grandes cidades, nas proximidades dos centros industriais. Estes trabalhadores passaram a se fixar próximo ao local de trabalho sem assistência social, constituindo aglomerados com rápido e desordenado crescimento. Sem possibilidades de financiamento, os trabalhadores passaram a ocupar os cortiços, vilas populares, casas de cômodos que buscavam apenas o lucro, tendo como conseqüências imóveis em condições precárias. Baseando-se nos modelos europeus de reforma urbana higienista foram adotadas no Brasil algumas medidas de embelezamento das cidades. Grandes avenidas foram construídas com a implantação do saneamento básico e outras infraestruturas. Algumas normas e legislações foram instituídas e colocadas em prática proibindo a implantação de cortiços e moradias para classe mais pobre nos grandes centros, afastando principalmente os trabalhadores pobres da indústria e os negros para regiões mais afastadas, os subúrbios. A classe social menos favorecida novamente era excluída. Com o grande crescimento demográfico e a falta de políticas adequadas para construção de moradias surgiram algumas ocupações ilegais, iniciando o processo de favelização nas periferias. Neste contexto foram propostas as Vilas Operárias, com algumas semelhanças com os cortiços, porém como modelos considerados mais higiênicos, “pois era salubre e continha equipamentos sanitários em cada unidade” (BONDUKI, 2004).

A migração de trabalhadores rurais para os centros urbanos em busca de trabalho nas indústrias em crescente evolução, a chegada de imigrantes provenientes de países europeus e libertação dos escravos provocaram um rápido povoamento das áreas urbanas, sobretudo no Rio de Janeiro e em São Paulo. Os cortiços multiplicavam-se, tornando-se uma opção de moradia imediata.

Segundo Bonduki (1994), a habitação sempre foi uma questão problemática para classe trabalhadora urbana, tendo um ônus excessivo com aluguel, comprometendo uma boa parcela de seu salário para fins de moradia. Com a modernização da cidade e a remoção da classe pobre do centro urbano, de acordo com Gomes (2005), houve um grande processo de segregação da cidade, dando origem às periferias, e conseqüentemente ao processo de favelização, onde a população mais pobre ficou desprovida de condição de vida adequada. Segundo Bonduki (2004), esta situação levou à precariedade no atendimento de serviços básicos como água e esgoto passando a constituir ameaça à saúde pública.

A atividade de construção no país até meados do século XIX era desempenhada pelo próprio morador, por iniciativa do governo ou de

empreendedores. A construção da residência era efetuada com materiais locais. Nas moradias mais simples, as técnicas empregadas eram o pau-a-pique, adobe ou taipa de pilão, já nas habitações mais elaboradas, eram utilizados, a pedra, o barro e, em alguns casos, o tijolo e a cal. As vedações além de servir como envoltória, também exerciam a função de estrutura. (MASCARELLO, 1982; BARROS, 1998). De acordo com Vargas (1994), os tijolos foram os primeiros materiais de construção industrializados, sendo utilizados nas paredes dos edifícios em substituição ao processo artesanal da taipa.

Segundo IPT (1988), no final do século XIX, a alvenaria portante de tijolos complementada por peças estruturais de aço ou de concreto armado passou a predominar nas construções de pequeno porte.

No final do século XIX até o início da década de 1930 ocorreram muitas transformações na construção habitacional, principalmente pela substituição da mão-de-obra dos escravos e artesãos pela categoria do operário da construção (FARAH, 1996). Este agregou muita experiência ao setor da construção através do domínio das técnicas construtivas e também com a introdução de novas tecnologias.

De acordo com o processo construtivo, observa-se a difusão de uma nova modalidade de construir, destacando-se dois aspectos (FARAH, 1998).

- a criação das faculdades de engenharia permitiu o tratamento científico das atividades de projeto e construção para edificações residenciais.
- novas técnicas originando novas formas de obtenção de materiais: os materiais e componente passam a ser fornecidos por industriais.

No início da década de 30 foram criados os Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAP's), atuando no campo habitacional somente a partir de 1937, onde um decreto federal estabeleceu que parte das reservas financeiras poderiam ser destinadas ao financiamento de moradia através das "carteiras prediais" que atendiam diversas classes de trabalhadores. A produção deste instituto é uma referência no histórico da habitação social, em função da melhoria que conjuntos residenciais representaram na qualidade projetual da habitação. Neste período houve um avanço da base científica da construção civil através da criação e consolidação de cursos de engenharia e laboratório de materiais (FARAH, 1998). As transformações foram significativas, principalmente no que se refere aos sistemas construtivos. A alvenaria de tijolos cerâmicos que era empregada em edifícios de até três pavimentos com função de vedação e estrutural, dá lugar à alvenaria

com função de apenas vedação utilizado em edifícios com maior número de pavimentos, com estrutura de concreto armado (BARROS, 1998).

Entre as décadas de 1940 e 1960, a política habitacional relacionada à aquisição da casa própria consistia na oferta de crédito imobiliário pelas Caixas Econômicas e pelos Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPS).

Em 1942, foi criada a Lei do Inquilinato como forma de regulamentar as relações entre locadores e inquilinos. Esta Lei agravou ainda mais o cenário habitacional, em que as obras destinadas à moradia foram paralisadas em função de não constituírem em lucro para os proprietários, tendo em vista o congelamento dos aluguéis.

Em 1946, foi criada a Fundação da Casa Popular, órgão responsável por centralizar a política habitacional. Porém, em função da falta de recursos, a produção habitacional neste período foi inexpressiva, sendo construídas 18.132 unidades habitacionais no período de 1946 a 1964. Enquanto que o Instituto de Aposentadoria e Pensão (IAPs) construiu 47.789 conjuntos habitacionais no período 1937 a 1964 (Bonduki, 1998).

Em 1964, após o Golpe Militar, foi criado o Sistema Financeiro de Habitação juntamente com o Banco Nacional de Habitação (SFH/BNH), que tinha como função as operações de crédito imobiliário e a gestão do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço. O intuito era estimular a construção de habitações de interesse social e prover o financiamento da aquisição da casa própria, especialmente pelas classes da população com menor renda (LEI N° 4 380/64).

Com a criação do BNH, buscou-se a produção em larga escala, resultante em conjuntos de grandes dimensões com a finalidade de atender o maior número de pessoas possíveis. Estes conjuntos eram produzidos de forma padronizada, desconsiderando as características e materiais locais, além de afastados dos grandes centros, em função da necessidade de áreas grandes para construção, resultando na segregação dos habitantes e em conjuntos monótonos, sem identidade, com baixa qualidade arquitetônica, resultante dos cômodos reduzidos, dos materiais de baixa qualidade utilizados na construção.

Apesar de criticado, o BNH apresentou resultados expressivos. Durante os 22 anos de funcionamento do BNH, o Sistema Financeiro da Habitação (SFH) financiou a construção de 4,3 milhões de unidades novas, das quais 2,4 milhões com recursos do FGTS para o setor popular. Apesar dos números expressivos, Bolaffi (1977) mostra que a Habitação não era a prioridade deste sistema. Segundo este autor, o problema da habitação, apesar dos fartos recursos que supostamente

foram destinados para a solução, não passava de um artifício político formulado para enfrentar um problema econômico conjuntural.

Entre as décadas de 70 e 80, o mercado se voltou para a industrialização e a pré-fabricação com uso de mecanização e de novos processos construtivos, onde teve grande expansão até o início da década de 70 (FARAH, 1998). Com a crise do petróleo de 1974, o setor entrou em crise, aumentando a inadimplência. A partir disto, o banco redefiniu suas diretrizes para o setor, incentivando as inovações tecnológicas nos canteiros com foco nas camadas de menor poder aquisitivo. Neste período, predominava a adoção da pré-fabricação de elementos estruturais de vedação.

Em 1986, através do Decreto nº 2.291, O BNH – Banco Nacional de Habitação foi extinto, sendo incorporado pela Caixa Econômica Federal.

Segundo Farah (1992), simultâneo à crise econômica dos anos 80, ocorreram iniciativas de inovação tecnológicas e organizacionais na indústria da construção em função dos seguintes fatores:

a) intensificação das necessidades habitacionais associadas à urbanização;

b) peso significativo das atividades não-produtivas (especulação fundiária, comercialização) na valorização do capital no setor, característica do processo de acumulação na atividade de construção;

c) transformações no mercado de trabalho, em que se destacam a retração da disponibilidade de mão-de-obra para o setor da construção civil e a presença crescente de reivindicações e exigências dos trabalhadores nas relações capital-trabalho;

d) evolução do mercado de habitações e de edificações em geral, o qual sofreu uma considerável retração nos anos 80, sob o impacto da crise econômica, mas que ao mesmo tempo, tornou-se mais exigente com relação à qualidade do produto;

e) características e oscilações da política habitacional, que na última década sofreu um verdadeiro desmonte, marcaram a desarticulação institucional e o colapso do Sistema Financeiro da Habitação.

Em 1988 foi promulgada a Constituição Federal possibilitando a instituição de políticas habitacionais para solucionar o problema habitacional em nível municipal e estadual. O usucapião e a regularização fundiária foram instituídos como instrumentos da regularização.

Nos anos 1990 diversos programas e serviços de assistência técnica passaram a ser oferecidos às populações de baixa renda. Em



1995, surge o primeiro escritório modelo em Pelotas / RS para assistência técnica na construção de moradias. Em 1999, através de um decreto municipal instituído pela Prefeitura de Campo Grande / MS, o serviço de assistência técnica de profissionais de arquitetura e engenharia foi oferecido para famílias com renda inferior a cinco salários mínimos e construções que não ultrapassassem 70,00m<sup>2</sup>.

Neste mesmo ano, em Santa Catarina, era oferecido suporte ao projeto e execução de casas populares. Este programa foi votado e aprovado no município de Balneário Camboriú, porém não foi formalizado junto ao CREA/SC em função de naquele período não existir mecanismos no estado para constituição de escritório modelo vinculado a universidade.

Em 2000 o Projeto Moradia foi apresentado pelo Instituto Cidadania como uma estratégia geral de equacionamento dos problemas habitacionais frente ao quadro nacional da problemática habitacional brasileira. Este Projeto serviu de base para a proposta da nova Política, Sistema e Plano Nacional de Habitação.

Em 2001 foi aprovada a Lei 10.257/2001, o Estatuto da Cidade tendo como foco o ordenamento territorial para promoção da inclusão social, ampliando as possibilidades de regularização fundiária. Com a regularização fundiária, além de garantir o direito à propriedade, o direito à moradia também deve ser assegurado, além da implantação de serviços públicos básicos como transporte, educação e saúde. A assistência técnica também foi incorporada à Legislação do Estatuto da Cidade.

Em 2003 foi criado o Ministério das Cidades com objetivo de combater as desigualdades sociais, transformando as cidades em espaços mais humanizados, ampliando o acesso da população à moradia, ao saneamento e ao transporte.

Em 2004 foi aprovada a Política Nacional de Habitação tendo os seguintes princípios estabelecidos:

1. Direito à moradia enquanto direito humano individual e coletivo;
2. Moradia como direito e vetor de inclusão social garantindo padrão mínimo de habitabilidade;
3. Função social da propriedade urbana;
4. Questão habitacional como política de Estado;
5. Gestão democrática, controle social e transparência;
6. Articulação com a Política Urbana e demais políticas sociais e ambientais.

A partir da Política Nacional de Habitação, foi aprovada em 2005 a Lei Federal do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social que estabelece que os Governos em âmbito Federal, Estadual e Municipal possam fazer um Termo de Adesão ao Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS) que através do Plano Nacional de Habitação estabelece os critérios para o financiamento habitacional. Desta maneira, por meio do SNHIS, os municípios podem constituir os Fundos de Habitação e Interesse Social, através de um Conselho Gestor elaborar o seu próprio Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS).

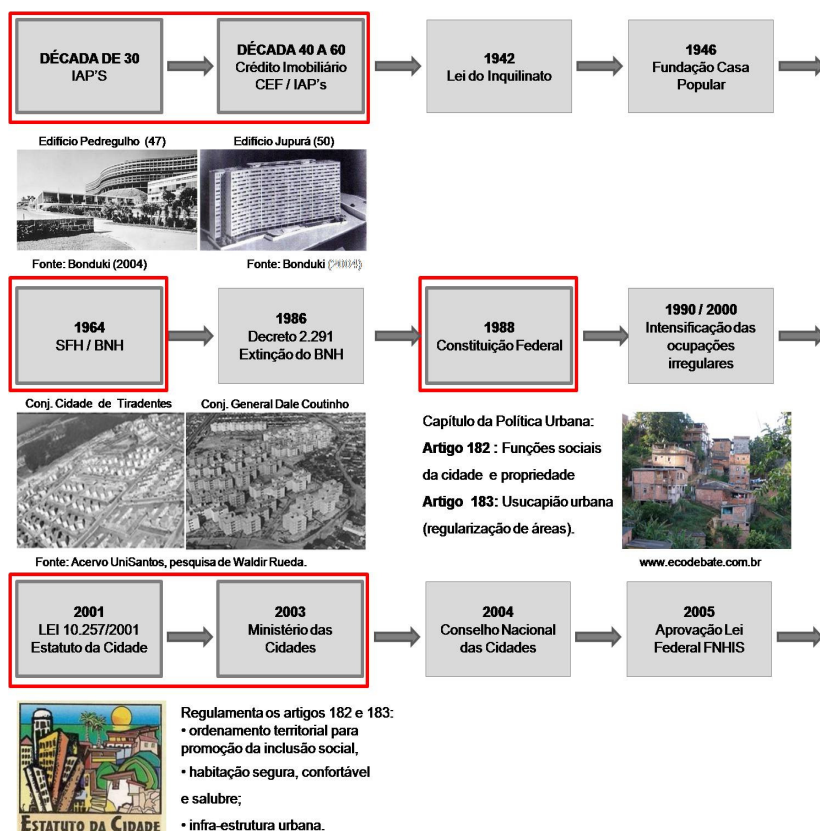
Em 2009, além da criação do Programa Minha Casa Minha Vida e a regularização fundiária de assentamentos informais em áreas urbanas, foi instituída a Lei Federal 11.888/09. Esta lei estabelece a Assistência Técnica que tem como objetivo a contratação de mão-de-obra especializada para a produção de Habitação de Interesse Social para atendimento as famílias e indivíduos de baixa renda.

### 2.3 POLÍTICAS E PROGRAMAS HABITACIONAIS E INCLUSÃO SOCIAL

Com base nos dados apresentados pela Fundação João Pinheiro (2008), a necessidade de novas moradias no Brasil é de aproximadamente 6 milhões, sendo que 83,5% do déficit habitacional urbano está concentrado nas famílias com renda mensal de até três salários mínimos. Esta situação, demonstra a forte necessidade de intervenção com estratégias mais eficazes para atender as faixas de menor poder aquisitivo. Foi o que aconteceu a partir de 2005, cujas alterações na área de financiamento habitacional proporcionaram o acesso da população à moradia, tanto ao subsistema de habitação de mercado como de interesse social com foco para a população de baixa renda. Em 2005 o Conselho Monetário Nacional emitiu Resolução específica, obrigando os bancos a investirem em financiamento habitacional uma porcentagem de recursos captados por meio da poupança no Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo. Com a queda da taxa de juros, o crédito ficou mais barato e se conseguiu atender à população com renda mais baixa. Neste mesmo ano foi instituída a Lei Federal número 11.124, referente ao Sistema Nacional de Habitação Social (SNHIS) conferindo a população com renda inferior a três salários mínimos o acesso à moradia digna, por meio de programas e projetos destinados à habitação de interesse social. Pode-se citar ainda, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC),

anunciado em 2007, que prevê subsídios para aplicação na urbanização de assentamentos precários. Ainda em 2007, a Secretaria Nacional de Habitação iniciou a elaboração do Plano Nacional de Habitação (PlanHab) com objetivo de melhor gerir os recursos destinados às necessidades habitacionais do Brasil. A Política Nacional de Habitação é coerente com a Constituição Federal que determina que a habitação é um direito do cidadão. O Estatuto da Cidade estabelece a função social da propriedade, possibilitando que os governos busquem a inclusão social, por meio de uma gestão democrática e participativa.

### 2.3.1 Cronologia das políticas e programas habitacionais do Brasil



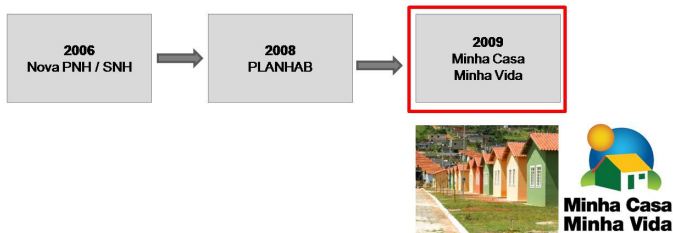


Figura 5 – Sistematização das políticas e programas habitacionais ao longo dos anos.

### 2.3.2 Habitação de Interesse Social no Brasil

O Governo Federal possui alguns Programas para atendimento da população com baixa renda. Entre eles se destacam:

- Programa Habitação de Interesse Social - Este programa é operado com recursos do Orçamento Geral da União e tem por objetivo viabilizar o acesso à moradia adequada para famílias de baixa renda.

- HBB - Habitar Brasil BID. Este programa é destinado a famílias de baixa renda residentes em assentamentos precários e as prefeituras que possuam programas relacionados à habitação e desenvolvimento urbano. Este programa, resultado de uma parceria do Governo Federal com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), visa a erradicação de áreas com assentamentos precários, promovendo o desenvolvimento e a melhoria das condições ambientais, sociais e econômicas da população envolvida.

- PSH - Programa de Subsídio Habitacional que tem por objetivo tornar acessível a moradia adequada à população de baixa renda, através de operação de financiamento com utilização de recurso do FGTS. O subsídio é destinado a complementação do preço das unidades habitacionais, oscilando em conformidade com a localização do imóvel.

- MCMV - Minha Casa Minha Vida que possui três faixas de financiamento, a Faixa I destinada a famílias com renda de 0 a 3 salários mínimos, a Faixa II para famílias com renda de 3 a 6 salários mínimos e a Faixa III para famílias com renda entre 6 a 10 salários mínimos. Na Faixa I, o Programa consiste em aquisição de terreno e construção de unidades habitacionais que depois de concluídas são alienadas às famílias que possuem renda familiar mensal até 3 salários mínimos indicadas pelo Poder Público. Este programa foi criado em 2009, por meio da Lei 11.977/2009 e possibilita a aquisição dos empreendimentos

pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) em parceria com poder público (estado e município). O valor da prestação equivale a 10% da renda em um período de 10 anos, e um mínimo de R\$ 50,00 com correção monetária. O valor das unidades habitacionais é definido pela tipologia e pela localização.

- Carta de crédito FGTS - São operações coletivas criadas pelo Conselho Curador do FGTS para atender as necessidades habitacionais das famílias de baixa renda, mediante concessão de financiamento e subsídio complementar diretamente ao beneficiário. A intervenção deve estar localizada na área urbana.

- Programa crédito solidário - Utiliza recursos do FDS, Programa de financiamento habitacional criado pelo Conselho Curador do Fundo de Desenvolvimento Social, regulamentado pelo Ministério das Cidades e destinado à viabilização de moradia às famílias de baixa renda. Este programa é destinado a famílias organizadas de forma associativa, com renda bruta mensal de até R\$ 1.125,00. Famílias com renda bruta mensal entre R\$ 1.125,01 e R\$ 1.900,00 também poderão participar, porém com algumas restrições.

- Lei Federal 11.888/09 – Assistência Técnica: Tem como objetivo a contratação de mão-de-obra especializada para a produção de Habitação de Interesse Social.

### **2.3.3 Habitação de Interesse Social em Santa Catarina**

O Estado de Santa Catarina está dividido politicamente em 293 municípios, tendo uma área de 95.442,9 km<sup>2</sup> e uma população que ultrapassa a 5 milhões de habitantes. As políticas habitacionais e os programas de investimentos do Governo Federal, normalmente excluem o estado de Santa Catarina por considerá-lo com poucos problemas sociais, porém muitas famílias enfrentam situações graves em habitações precárias.

Em 2010, segundo levantamento de dados habitacionais de Santa Catarina, o déficit habitacional relacionado com necessidade de construção de novas moradias ou reconstrução daquelas em péssima habitabilidade, foi de 150.516 domicílios. A maioria concentra-se nas faixas de mais baixa renda: 77,1% até 3 salários mínimos e 13,9% de 3 a 5 salários mínimos, conforme mostra a figura 06. (COHAB, 2012).

Segundo dados do Plano Catarinense de Habitação de Interesse Social – PCHIS, são diversas as formas de precariedade habitacional que compõem o déficit conforme apresentado na figura 6. A coabitação familiar, entendida como aquelas famílias que moram em cômodos de

um mesmo domicílio e demanda uma nova habitação para ter uma condição de moradia digna, representa o principal componente do déficit (39% do total); as habitações precárias, que não tem uma condição construtiva adequada e necessariamente não precisam ser totalmente reconstruídas. Configuram 30% do déficit habitacional, juntamente com o ônus excessivo com aluguel (também 30% do déficit), ou seja, famílias que ganham até 3 salários mínimos e gastam mais de 30% do orçamento familiar com aluguel, comprometendo a fonte de renda com a moradia.

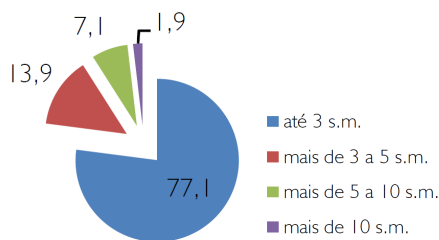


Figura 6 - Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano (1), por faixas de renda média familiar mensal – Santa Catarina – 2007

Fonte: Dados básicos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), 2007

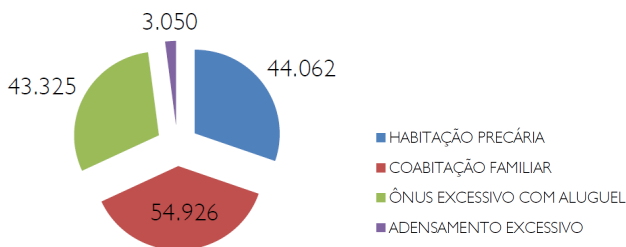


Figura 7 - Componentes do Déficit Habitacional em Santa Catarina, 2007

Fonte: Dados básicos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), 2007.

O Plano Catarinense de Habitação de Interesse Social – PCHIS tem como objetivo de planejamento o período 2011-2023, contemplando as seguintes diretrizes:

a) Promover a garantia do direito de moradia digna e cidades sustentáveis para todos os cidadãos do estado de Santa Catarina, em especial para as famílias de baixa renda, respeitando as particularidades

culturais e territoriais de cada região, preservando a qualidade do meio ambiente.

b) Fortalecer o Sistema Estadual de Habitação em consonância com o Sistema Nacional de Habitação de modo a apoiar a consolidação dos Sistemas Municipais de Habitação.

Para a definição das estratégias do Plano Catarinense de Habitação de Interesse Social, foram seguidas as definições dos eixos estratégicos definidos pelo Plano Nacional de Habitação (PlanHab), com objetivo de nivelar o planejamento das ações estaduais com a perspectiva de planejamento no nível federal, porém sem desconsiderar as especificidades do contexto catarinense.

No fortalecimento da cadeia produtiva da construção civil se busca utilizar tecnologias adequadas à cada região do estado, tais como o uso da madeira como tecnologia para produção de habitação, o aumento da qualidade da produção habitacional, o incentivo a pequenos produtores, construtores, cooperativas e associações para produção social da moradia. Busca-se assim incentivar processos autogestionários e realizar a capacitação de profissionais que compõem a cadeia produtiva da construção civil.

A COHAB Santa Catarina atua como responsável pela implementação da política estadual de habitação de interesse social e está coordenando a elaboração do Plano Catarinense de Habitação de Interesse Social, um dos mais importantes instrumentos para a implementação da nova Política Estadual de Habitação, em conformidade com o previsto na Lei Federal 11.124/05, que estruturou o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS). (COHAB/SC, 2012).

### **2.3.4 Habitação de Interesse Social em Criciúma**

O município de Criciúma, por meio da Lei nº 3900/99, instituiu o Plano Diretor Municipal do Município de Criciúma, que estabelece objetivos, diretrizes e instrumentos para as ações de planejamento no Município de Criciúma e dá outras providências. A Lei nº 5091/07, instituiu o Fundo Municipal de Habitação de Criciúma, com o objetivo de propiciar apoio e suporte financeiro aos programas, projetos e atividades destinados à redução do déficit habitacional do Município. A LEI Nº 5.091, de 18 de Outubro de 2007 criou o Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS). A região sul do estado de Santa Catarina, onde o município de Criciúma está inserido representa 14% do déficit habitacional do Estado, conforme demonstra a figura 8.

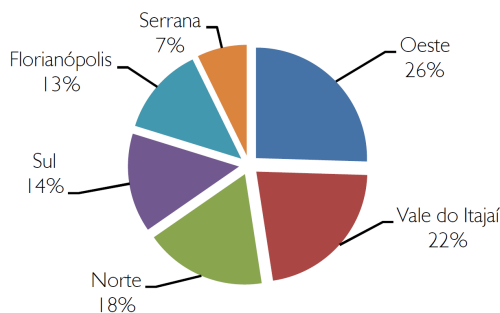


Figura 8 - Distribuição do déficit habitacional total pelas mesorregiões de Santa Catarina - 2000

Fonte: Dados básicos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação João Pinheiro (FJP), Déficit Habitacional no Brasil 2000.

Considerando as características sócio geográficas de Criciúma, que são indicativas de crescimento da população, acentuada pelo contínuo processo de êxodo rural da população mais jovem para centros urbanos maiores, a projeção do déficit habitacional para o município, nos próximos quinze anos, deve apresentar aumento. Segundo dados do IBGE (2010), o crescimento populacional do município foi de 12,80% nos últimos 10 anos. Com base nas informações do IBGE sobre o crescimento populacional nas últimas décadas, nos dados obtidos pela pesquisa realizada para o PLHIS pela empresa Pontual (2010) e na metodologia baseada nos pressupostos da Fundação João Pinheiro (2010) foram elaboradas as estimativas relacionadas à habitação no município de Criciúma, conforme mostra o quadro 6.

Quadro 6 – Projeção de déficit e inadequação habitacional para 100% dos domicílios com renda até 3SM em Criciúma – N

Localização	Déficit Quantitativo 2010	Déficit Qualitativo 2010
RURAL	683	986
URBANO	5772	7489
<b>TOTAL</b>	<b>6455</b>	<b>8476</b>

Fonte: Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS). Pesquisa Pontual (2010).

Segundo informações do PLHIS (2012), a população de Criciúma de 2000 para 2010 passou de 170.420 habitantes para 192.236,



caracterizando um acréscimo de 12,80%. Neste caso, foi considerado que de 2010 a 2025, o crescimento da população será em média equivalente à média dos últimos 10 anos.

Quadro 7 – Projeção do déficit e inadequação habitacional para os próximos 15 anos, no município de Criciúma – N

Localização	Déficit Quantitativo			Déficit Qualitativo		
	2010	2015	2025	2010	2015	2025
RURAL	683	727	820	986	1049	1183
URBANO	5772	6141	6927	7489	7968	8988
<b>TOTAL</b>	<b>6455</b>	<b>6868</b>	<b>7747</b>	<b>8475</b>	<b>9017</b>	<b>10171</b>

Fonte: Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS). Pesquisa Pontual (2010).

O quadro 07 mostra a projeção calculada em função do quadro 6 (déficits quantitativo e qualitativo dos domicílios do município com renda familiar de até 3 SM) para os próximos 15 anos.

O município de Criciúma possui alguns Programas Habitacionais que são desenvolvidos na cidade, por intermédio da Secretaria de Desenvolvimento Social e Habitação:

- Programa de Subsídio Habitacional - Tem por objetivo beneficiar famílias com renda familiar de até um salário mínimo que se encontram em situação de risco habitacional e social.

- Programa de Arrendamento Residencial (PAR) - Beneficia famílias que não possuem casa própria com faixa de renda de 3 a 6 salários mínimos.

- Programa Habitacional de Interesse Social - Tem por objetivo viabilizar o acesso à moradia adequada, aos segmentos populacionais de renda familiar mensal de até três salários mínimos em localidades urbanas e rurais.

- Programa de Regularização Fundiária - Garantir a titulação do bem imóvel das áreas públicas ocupadas irregularmente, às pessoas de baixa renda e recuperação urbano ambiental, motivando o desenvolvimento socioeconômico e consequente resgate da cidadania

- Plano de Redução de Áreas de Risco - Elaborar um plano municipal de redução de risco, identificando as áreas com famílias vivendo em situação de risco, a natureza do risco vivido por elas, se margem de rios, áreas alagadiças, encostas, degradação ambiental, mineradas, entre outras. Realizar pesquisa e estudos para encontrar as soluções para esses problemas.

- Programa de Auxílio Moradia (PAM) - Atender famílias de baixa renda que se encontram em situações de risco habitacional, provocados por incêndios, desabamentos, inundações, dentre outros.

- Habitar Brasil - O Programa Habitar Brasil visa a erradicação de áreas com assentamentos irregulares, objetivado promover o desenvolvimento e contribuir para as melhorias ambientais, sociais e econômicas das famílias envolvidas. Programa realizado com recursos previstos no contrato de empréstimo nº 1.126 OC/BR, firmado entre a União federal e o BID. Tem como órgão gestor o ministério das Cidades, sendo, a CAIXA, o agente financeiro, técnico e operacional e responsável pela implementação do programa.

- MCMV - O programa Minha Casa Minha Vida apresenta três faixas de financiamento, a Faixa I destinada a famílias com renda de 0 a 3 salários mínimos, a Faixa II para famílias com renda de 3 a 6 salários mínimos e a Faixa III para famílias com renda entre 6 a 10 salários mínimos.

## 2.4 TIPOLOGIAS HABITACIONAIS PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES

Os conceitos de tipo e tipologia arquitetônica desenvolveram-se como um novo método de organização, sistematização e universalização do conhecimento cada vez mais complexo e diverso. A tipologia pode não ser o fator determinante do processo de criação, mas é tão fácil encontrá-la quanto a iconografia nas artes figurativas, apesar de sua presença nem sempre saltar à vista (NESBITT, 1995).

Para Aris (1993), o termo tipo equivale o conjunto de propriedades que são comuns a um certo número de indivíduos ou objetos. Deste modo, tipo é sinônimo de classe, família, gênero. A palavra tipo representa uma ideia de um elemento que deve ele mesmo servir de regra ao modelo. O tipo é um objeto segundo o qual cada um pode conceber obras que não se assemelham entre si.

Segundo Martínez (2000), tipologia é um termo utilizado de modo amplo para designar diferentes arquiteturas, a forma base dos edifícios. Assim, a arquitetura habitacional se divide em unifamiliar e multifamiliar ou habitação coletiva. Neste trabalho, será utilizado o conceito de Martínez para classificação e descrição das tipologias habitacionais de interesse social. As tipologias das habitações serão classificadas de acordo com o número de pavimentos, área, número de dormitórios, sistema construtivo utilizado, execução, acabamento e cobertura.

Koury; Bonduki; Manoel (2003), realizaram um estudo sobre a análise tipológica dos conjuntos habitacionais promovidos pelo poder público no Brasil entre as décadas de 1930 e 1964. Esta pesquisa, utilizada como base para a revisão das tipologias, possibilita verificar as principais tipologias habitacionais utilizadas pelos Institutos de Aposentadoria e Pensão - IAP's, pela Fundação da Casa Popular-FCP, pelo BNH e pelo Departamento de Habitação Popular - DHP. Segundo os autores, foram tabulados oitenta projetos, em que se percebeu que os primeiros conjuntos produzidos pelos institutos, entre o final dos anos 30 e início dos anos 40, possuíam grande variação tipológica, conjugando vários modelos de blocos, casas e edifícios. Naquele período, destacava-se o Conjunto Residencial de Realengo em função das soluções arquitetônicas, urbanísticas e construtivas utilizadas, o que foi característico naquele período. Projetado pelo arquiteto Carlos Frederico Ferreira serviu como modelo de novas aplicações tecnológicas e arquitetônicas.

Os IAP's foram os pioneiros em termos de inovação tipológica, servindo como inspiração para outros provedores de habitação. Porém, a partir dos anos 50, estas inovações foram perdendo força, cedendo espaço a projetos cada vez mais padronizados, uniformes e empobrecidos do ponto de vista da arquitetura, caracterizando os empreendimentos dos anos 50, sobretudo no que diz respeito a produção do Banco Nacional de Habitação depois de sua criação em 1964. Deve-se ressaltar, que a produção em grande escala do BNH resultou em uma produção homogênea e sem maior interesse arquitetônico, o que pode ser visto até os dias atuais nas tipologias construídas pelos programas sociais.

Na pesquisa de Koury; Bonduki; Manoel (2003), foram catalogados vinte e três projetos de conjuntos com blocos médios, nos quais os autores perceberam que as variações tipológicas obedeciam a cinco modelos específicos e a grande diferenciação entre cada um deles, como o agenciamento dos espaços internos, a partir da elaboração de alternativas de programas dentro do mesmo bloco. Incluindo a diversidade de aproveitamentos dos pavimentos térreos, permitindo neste caso mais variações do que outros e também as relações entre blocos de mesmo tipo, implantados isoladamente ou conjugados e as relações entre blocos diferentes, indicando ou não a possibilidade de criação de situações urbanísticas diferenciadas.

### Modelos identificados:

- Blocos compostos por uma caixa de escada para cada duas unidades.

Este modelo, utilizado com maior frequência na época, apresenta variações no pavimento térreo e nas implantações compostas por unidades isoladas e/ou conjugadas. No caso das unidades conjugadas, configuram-se edifícios laminares com acessos independentes, o que permite hierarquizar os acessos, separando pedestres e veículos em vias diferentes (exemplo na figura 9).



Figura 9 - a) Planta baixa pavimento tipo. b) Distribuição das unidades. c) Fachada do Conjunto Realengo. Fonte: Koury; Bonduki; Manoel (2003).

- Blocos em "H" com uma caixa de escada para cada quatro unidades.

Modelo utilizado com menor frequência. Provavelmente foi adotado numa segunda fase da produção dos Institutos, na década de 50, constituindo uma espécie de transição para o BNH. Possui a vantagem de atender o dobro de unidades do modelo anterior, com a mesma caixa de circulação vertical. As áreas mais valorizadas das unidades (salas e dormitórios) são alocadas nas faces opostas às da circulação e as áreas de serviço dando para estas, aproveitando o espaço da caixa de escadas também como fosso de iluminação. Por outro lado, quanto a orientação dos blocos, ao privilegiar um dos lados com a melhor insolação, acaba prejudicando o outro. Dos conjuntos analisados este foi o modelo que menos originou variações, uma única exceção é o Conjunto Residencial

Várzea do Carmo (1938 – 1950) de Atilio Corrêa Lima e equipe onde um dos blocos é uma conjugação do modelo "H" variando o tamanho das unidades de dois e três dormitórios.



Figura 10 - a) Planta baixa do pavimento tipo. b) Fachada do Conjunto Del Castilho. c) Distribuição das unidades. Fonte: Koury; Bonduki; Manoel (2003).

- Blocos laminares, uma caixa de escada para um corredor coletivo

O projeto, composto por caixa de circulação que acessa um grande corredor coletivo (figura 11) foi baseado no modelo da Unidade de Habitação de Marselha (1945-1952), projetada por Le Corbusier. Estes conjuntos configuram uma tipologia não muito difundida na produção dos IAP's. Fez parte dos primeiros conjuntos onde o nível de experimentação arquitetônica, urbanística e de produção eram maiores, assim como a oportunidade destes arquitetos para a partir dos modelos internacionais elaborarem novas soluções urbanísticas e arquitetônicas. O bloco laminar foi implantado sozinho em grandes edifícios laminares ou em conjunto com outros modelos de blocos, como no Conjunto Residencial Várzea do Carmo e Realengo. Esta tipologia foi o que mais possibilitou variações do programa em seu interior, porém o rendimento das circulações coletivas não podem ser comparadas aos modelos descritos anteriormente. Mesmo com grandes possibilidades de variação e adensamento, não foram muito difundidos como solução preferencial dos conjuntos habitacionais empreendidos pelos IAP's e pelo BNH.



Figura 11 - a) Planta baixa do pavimento tipo. b) Fachada do Conjunto Realengo. Fonte: Koury; Bonduki; Manoel (2003).

- Blocos com pátio central

Esta solução foi adotada apenas pelo conjunto residencial de Lagoinha, em Belo Horizonte-MG, também chamado de Bairro dos Industriários (1944) de autoria do engenheiro White Lírrio da Silva. Possui grande valor urbanístico, tornando o conjunto um atrativo, porém o aproveitamento dos espaços internos do bloco é insatisfatória, gerando espaços perdidos e grande área de circulação, o que gerou como consequência a baixa reprodução em outros conjuntos (exemplo na figura 12).

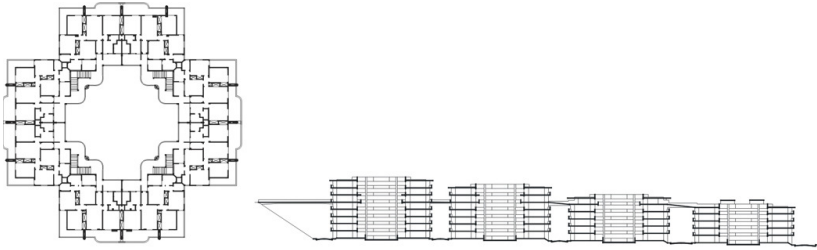


Figura 12 - a) Planta baixa do pavimento tipo. b) Fachada do Conjunto Lagoinha. Fonte: Koury; Bonduki; Manoel (2003).

- Blocos em "Y"

Caracterizam uma variação do esquema dos edifícios cartesianos que compõem a proposta de Le Corbusier para o Plano Voisin (Paris, 1925), permitindo o aumento da superfície ensolarada e ventilada e também a economia de circulação vertical, pois uma caixa de escada pode atender até seis unidades sem necessidade de corredores internos. A otimização deste modelo depende de um sistema de circulação vertical por elevadores para que a densidade por bloco justifique as grandes áreas necessárias para a sua implantação. Foi identificado apenas um conjunto que adotou esta solução, o Areal (1950) projetado pelo Engenheiro João Carlos Vital no Rio de Janeiro, RJ.

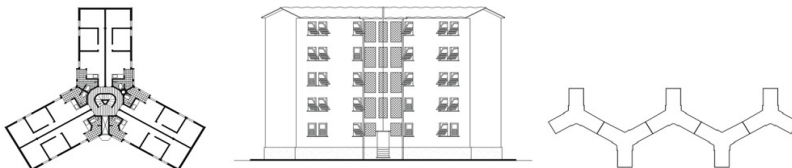


Figura 13 - a) Planta baixa pavimento tipo. b) Fachada. c) Implantação do conjunto Areal. Fonte: Koury; Bonduki; Manoel (2003).

### **2.4.1 Produção dos Institutos de Aposentadoria e Pensão – IAP’S**

Os Institutos de Aposentadoria e Pensão – IAPs foram criados em 1936, porém somente a partir do Decreto nº 1.749 de 1937 tiveram condições de atuar no campo habitacional. Sendo que em 1940 expandiram sua área de atuação, passando a financiar projetos de habitação popular nas grandes cidades, sendo este período o de maior produção deste instituto. A produção dos IAPs decorreu de trabalhos realizados por um conjunto de arquitetos com reflexões baseadas na vanguarda europeia e nas proposições dos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna – CIAM que tinham como lema: economia, prática, técnica e estética com uma forte tendência funcionalista. Com isto, o modo de morar passou por renovação e alcançou qualidade nunca vista anteriormente, com novas tipologias e processos construtivos, com uso de novos materiais e implantação urbana com parcelamento diferenciado do solo. Este órgão tinha grande preocupação em estabelecer uma política de projeto, onde as soluções habitacionais deveriam ter relação com local onde seriam inseridas, tendo a economia como a base de suas diretrizes, aliando qualidade à baixo custo. Durante sua primeira década, os Institutos construíram 31.587 unidades habitacionais.

Apresentavam como principais características tipológicas, o uso de pilotis, fachadas livres, implantação racional, uso da cobertura para atividades recreativas, a combinação de edifícios em altura com casas unifamiliares isoladas, a introdução de blocos de apartamentos multifamiliares padronizados de três a cinco pavimentos e, em alguns casos, de doze a dezoito pavimentos com apartamento duplex. A qualidade das construções, as unidades amplas e a concepção de que a habitação deveria estar vinculada à implantação de equipamentos comunitários, também são características.

De acordo com sua importância no contexto da habitação social no Brasil, considerando as tipologias da unidade, a relação com entorno e a presença de equipamentos públicos, foram selecionados alguns conjuntos residenciais produzidos pelos IAP’s que apresentavam como características construtivas novas técnicas e novos usos de materiais, com materiais e componentes fornecidos por industriais.

• Conjunto Residencial Várzea do Carmo, do arquiteto Atílio Corrêa Lima - São Paulo.

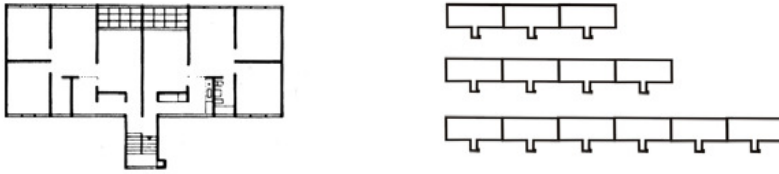


Figura 14 - a) Planta Baixa das unidades habitacionais. b) Distribuição das unidades habitacionais do Conjunto Residencial Vila Guiomar.

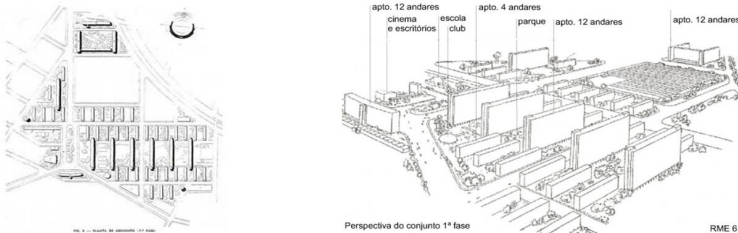


Figura 15 - a) Implantação. b) Vista geral do Conjunto Residencial Vila Guiomar. Fonte: Bonduki (2004).

O Conjunto Habitacional Várzea do Carmo foi desenvolvido em 1942 pelo arquiteto Atílio Correia Lima para o Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários. Foi o primeiro Conjunto residencial do IAP's de São Paulo e teve como diretrizes de projeto o melhor aproveitamento do terreno e da infra-estrutura. Este conjunto é uma grande expressão do Movimento Moderno, com a perfeita articulação da forma integrada à arquitetura. O conjunto foi projetado para uma área total de 185.000m<sup>2</sup>, considerando duas fases de implantação, compreendendo um total de 48 edifícios com 2.880 unidades de habitação na primeira fase, e 59 edifícios com 4.038 unidades habitacionais na segunda fase, alcançando uma densidade de 1.250 habitantes por hectare. O Conjunto Residencial da Várzea do Carmo trouxe novidades no contexto habitacional, com implantação de áreas coletivas, edifícios multifamiliares em altura e com a grande escala do conjunto em relação ao entorno imediato e em relação à cidade.



- Conjunto Residencial Vila Guiomar/Santo André, de Carlos Frederico Ferreira - São Paulo.



Figura 16 – a) Edifícios multifamiliares. b) Residências uni familiares.



Figura 17 – a) Implantação do conjunto com as casas mais centralizadas situadas junto as vias sinuosas e os edifícios laminares nas extremidades. b) Planta baixa do pavimento tipo. Fonte: Bonduki (2004).

Exemplo da presença da Arquitetura Moderna, este conjunto possui os blocos sobre pilotis, fachada livre, estrutura de concreto armado com pilares recuados. Possui 1.411 unidades, das quais 978 apartamentos dispostos em edifícios de quatro pavimentos e 433 casas. Os apartamentos possuem dois ou três dormitórios, sala, cozinha e banheiro. Na implantação deste conjunto, as casas foram concentradas no centro junto às vias e os blocos laminares nas extremidades.

- Edifício Japurá, de Eduardo Kneese de Mello - São Paulo.

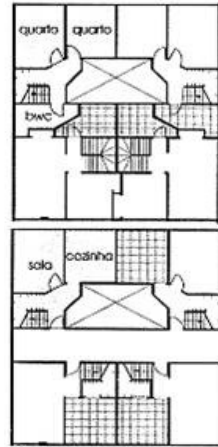
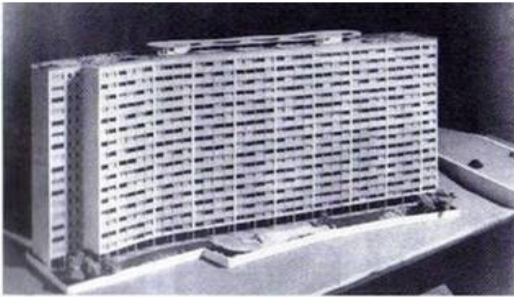


Figura 18 – a) Vista posterior do Edifício Japurá com o uso de pilotis e as linhas da arquitetura moderna. b) Planta baixa apartamento duplex. Fonte: Bonduki (2004).

Este edifício está localizado em uma depressão no antigo vale do córrego Bexiga, no Bairro da Bela Vista, onde se concentrava um complexo de cortiços implantados a partir de 1920. Possui 288 unidades habitacionais concentradas em um edifício de 14 andares, utilizou elementos da arquitetura moderna, como a liberação do solo com uso do pilotis, cobertura com teto-jardim destinada a instalação de equipamentos de uso coletivo, unidades duplex se aproximando da concepção corbusiana utilizada na Unidade Habitacional de Marselha.

- Conjunto Residencial da Moóca, de Paulo Antunes Ribeiro.

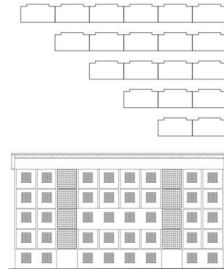
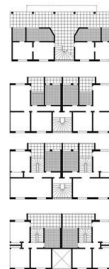


Figura 19 – a) Unidades habitacionais e implantação modernista contrastando com a malha urbana tradicional. b) Planta baixa e fachada. Fonte: Bonduki (1998).

Este conjunto é formado por dezessete blocos dispostos com a mesma orientação, porém de forma intercalada, possui uma concepção diferenciada dos demais projetos em função da utilização do Pilotis apenas na face frontal do bloco o que proporciona um espaço de convívio linear e coberto ao longo do edifício e caracteriza o acesso com uma colonata formada pelo uso de pilotis. O conjunto apresenta vários tipos de apartamentos distribuídos em blocos de quatro ou cinco pavimentos circundados por vasta área verde. O conjunto possui unidades duplex nos blocos de cinco pavimentos, mas na grande maioria as unidades possuem dois quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço.

• Conjunto Residencial do Realengo, Arquiteto Carlos Frederico Ferreira - Rio de Janeiro.



Figura 20 – vista do conjunto com casas em primeiro plano e edifício de quatro pavimentos ao fundo. Fonte: Bonduki (2004).

Este conjunto é formado por dezessete blocos dispostos com a mesma orientação, porém de forma intercalada, possui uma concepção diferenciada dos demais projetos em função da utilização do Pilotis apenas na face frontal do bloco o que proporciona um espaço de convívio linear e coberto ao longo do edifício e caracteriza o acesso com uma colonata formada pelo uso de pilotis. O conjunto apresenta vários tipos de apartamentos distribuídos em blocos de quatro ou cinco pavimentos circundados por vasta área verde. O conjunto possui unidades duplex nos blocos de cinco pavimentos, mas na grande maioria as unidades possuem dois quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço.

• Conjunto Passo d'Areia (1946). Arquitetos Marcos Kruter e Edmundo Gardolinski.

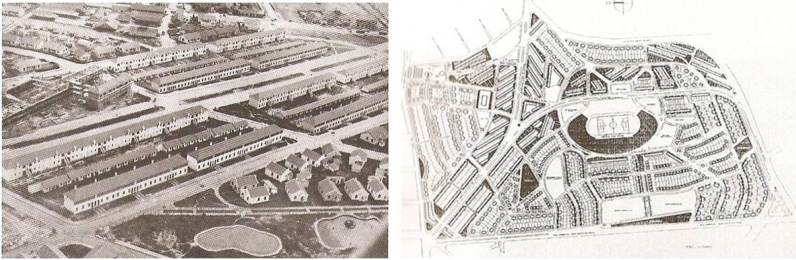


Figura 21 – a) Vista geral do Conjunto. b) Implantação. Fonte: Bonduki (2004).

De modo análogo ao projeto do Pedregulho, este conjunto foi implantado no terreno de acordo com suas condicionantes, as ruas curvas foram adaptadas à topografia. Apresenta um programa com grande variedade de tipologias contemplando casas individuais, casas sobrepostas, blocos de apartamentos, além de vários equipamentos coletivos e área esportiva. Segundo Bonduki (2004), dos projetos implantados na época, a cidade jardim do IAPI de Porto Alegre é um dos mais completos.

#### **2.4.2 Produção Fundação Casa Popular - FCP**

Este órgão adotou soluções projetuais e construtivas mais tradicionais em função de ter trabalhado com recursos escassos. A maioria dos conjuntos lançados pela FCP é composta por unidades uni familiares: casas isoladas ou geminadas. Apenas uma parcela muito pequena apresentou solução diferenciada da convencional, sendo influenciados pelo arquiteto Reidy através dos projetos dos Conjuntos Pedregulho e Gávea e também das Superquadras construídas em Brasília, que seguem o rígido padrão urbanístico e arquitetônico estabelecido por Lúcio Costa para o Plano Piloto (KOURY; BONDUKI; MANOEL, 2003). Apresentavam como características tipológicas unidades uni familiares isoladas ou geminadas, otimização da gleba com lotes reduzidos, alta densidade de ocupação, acesso ao miolo das quadras com vias-corredores, núcleo de serviços (área de serviço e cozinha, em alguns casos até o sanitário) voltado para os fundos da habitação e equipamentos coletivos na área central de alguns conjuntos (escola, creche, igreja, praças e comércio). Já as características

construtivas demonstravam a padronização dos elementos e a simplicidade nos esquemas de instalação e estrutura.

- Núcleo Residencial Presidente Getúlio Vargas, o Deodoro, no Rio de Janeiro

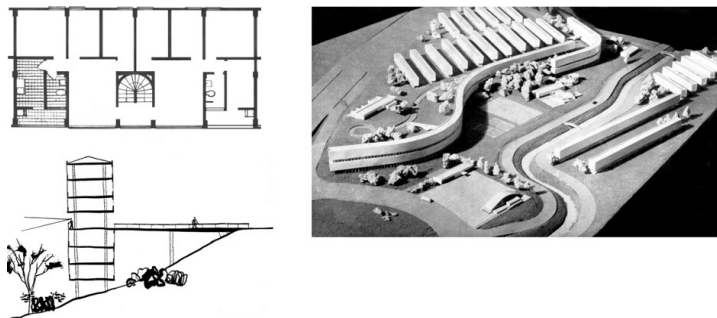


Figura 22 - Residencial Deodoro. Fonte: Koury; Bonduki; Manoel (2003).

Este Conjunto apresentado na figura 22 foi um dos poucos produzidos pela FCP que fugiu da tipologia básica proposta, apresentando uma solução arquitetônica e urbanística diferenciada. Apresenta uma tipologia similar a utilizada pelos IAP's, com uma escada para cada duas unidades habitacionais. Projetado pelo arquiteto Flavio Marinho Rego em 1953, possui 1314 unidades habitacionais distribuídas em blocos, com a relevante preocupação de que o valor da parcela de amortização não ultrapassasse 25% do valor do salário mínimo família. Desta forma, o arquiteto abandonou os requisitos de plástica e acabamento, valorizando a padronização dos elementos e a simplicidade nos esquemas de instalação e estrutura. Estas orientações foram expandidas aos projetos da escola, do centro de saúde, do mercado e da administração, buscando o conjunto economia-padronização como resposta efetiva de projeto ao problema da habitação (ARQUITETURA E ENGENHARIA, 1954).

### 2.4.3 Departamento de Habitação Popular

Este órgão foi o que mais se destacou na qualidade arquitetônica dos projetos em relação a todos tiveram uma significativa produção habitacional no período. Porém esteve longe de conseguir resolver o problema habitacional. Dos quatro conjuntos construídos, três foram projetos que se inspiraram em propostas de Le Corbusier. Com resultado

surpreendente do ponto de vista arquitetônico, porém não se encaixam na preocupação de gerar tipologias que pudessem ser implantadas em larga escala. Apresentam como características tipológicas soluções arquitetônicas marcadas pela plasticidade e em função disto, requer maior investimento e tempo de execução, não sendo indicada para uma produção massiva.

• Conjunto Residencial do Pedregulho (1947). Arquiteto Afonso Eduardo Reidy - Rio de Janeiro.

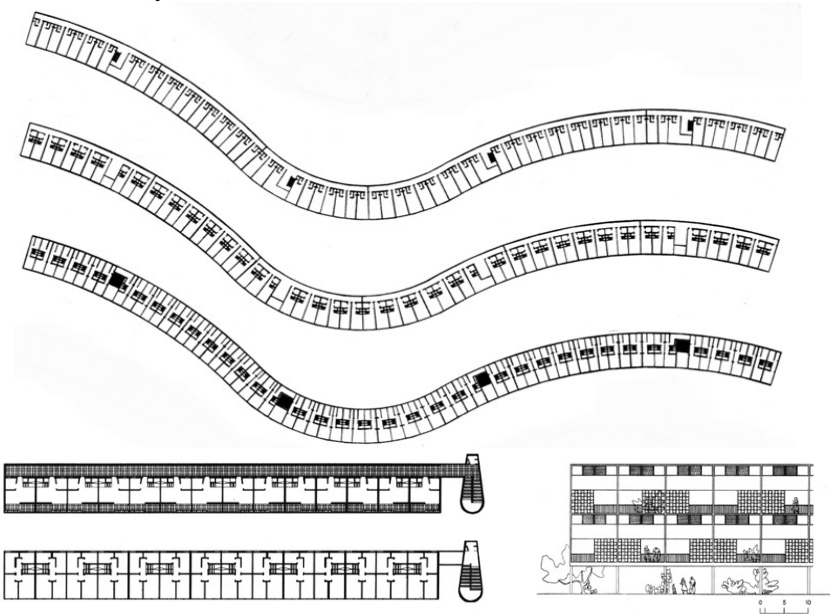


Figura 23 – a e b) Plantas baixas do pavimento tipo com destaque para o edifício principal com planta serpenteada. c) Fachada. Fonte: Koury; Bonduki; Manoel (2003).



Figura 24 - a e b) Imagens do conjunto com destaque para o edifício principal com planta serpenteada. Fonte: Bonduki (2004)

Este conjunto residencial é composto por 328 unidades habitacionais, sendo o mais conhecido no Brasil. Sua implantação é formada por um bloco extenso com forma sinuosa que acompanha a topografia do terreno, por dois blocos laminares e por uma área de apoio com centro comunitário, escola, ginásio, centro de saúde, vestiários, piscina e lavanderia. Junto a entrada que acontece através de uma ponte no terceiro andar do edifício, atividades de comércio e serviço também são disponibilizadas, além deste espaço funcionar como espaço de recreação.

#### **2.4.4 Banco Nacional de Habitação**

As habitações construídas pelo Banco Nacional de Habitação foram caracterizadas pela produção em larga escala, resultando em conjuntos de grandes dimensões para atendimento do maior número de pessoas possível. Estes conjuntos eram produzidos de forma padronizada, desconsiderando as características e materiais locais, além de afastados dos centros. Como resultado, foram produzidos conjuntos monótonos, sem identidade, com baixa qualidade arquitetônica, com ambientes reduzidos e materiais de baixa qualidade. Apesar disto, o BNH apresentou resultados consideráveis, financiando a construção de 4,3 milhões de unidades. Possuíam como características tipológicas, conjuntos com grandes dimensões produzidos de forma padronizada, as características e materiais locais eram desconsiderados, as construções afastadas dos grandes centros gerando a segregação dos habitantes, conjuntos monótonos, sem identidade, com baixa qualidade arquitetônica, cômodos reduzidos e utilização de materiais com baixa qualidade.



Figura 25 – Conjunto Habitacional Cidade de Tiradentes , São Paulo, 1970.  
Fonte: Acervo UniSantos, pesquisa de Waldir Rueda.





Figura 26 - Vista dos conjuntos Santa Etelvina IVA e III-A, Cidade Tiradentes  
Fonte: Estevam Otero, 2008



Figura 27 – Conjunto Habitacional General Dale Coutinho, Santos-SP, 1979.  
Fonte: Acervo UniSantos, pesquisa de Waldir Rueda.

### 2.4.5 Minha Casa Minha Vida

A execução das obras do empreendimento é realizada por Construtora contratada pela CAIXA, que se responsabiliza pela entrega dos imóveis concluídos e legalizados. Os imóveis contratados são de propriedade exclusiva do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e integram seu patrimônio até que sejam desalienados. O número de unidades habitacionais por empreendimento é estabelecido em função da área e do projeto, limitado em 500 unidades por empreendimento. As unidades habitacionais apresentam tipologia de casas térreas ou apartamentos.

- Tipologia mínima apresentada para casa térrea com área útil mínima de 32 m<sup>2</sup>: 02 quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço.
- Tipologia mínima apresentada para apartamento com área útil mínima de 37 m<sup>2</sup>: 02 quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço.

### 2.4.6 Tipologia dos sistemas construtivos predominantes na região de Criciúma

Segundo Ferreira (2011), os sistemas construtivos podem ser definidos como um conjunto de elementos combinados em um modo, organizado para servir a um objetivo comum. Um sistema construtivo é



um sistema de produção, composto por processos construtivos, cujo produto objeto é o edifício. Também utilizam-se com frequência os termos Tipologias Construtivas ou Soluções Construtivas.

A Caixa Econômica Federal define Sistema Construtivo como sendo a maior parte funcional de uma edificação, sendo o conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma macro-função que a define. Podem ser classificados em:

- Convencional: aquele executado com tecnologia já normalizada ou consagrada pelo uso;
- Inovador: aquele executado com aperfeiçoamento tecnológico ainda sem normalização prescritiva.

Na região de Criciúma, observa-se a predominância dos sistemas convencionais na construção dos conjuntos habitacionais multifamiliares, sendo utilizado na grande maioria dos empreendimentos o uso do sistema convencional com alvenaria em blocos cerâmicos. Observa-se que o uso de alvenaria com blocos cerâmicos estruturais é crescente e vem tomando espaço na região, já o uso de blocos de concreto estrutural ainda encontra resistência por parte dos construtores.

## 2.5 FUNÇÃO DOS ESPAÇOS E OS CONFLITOS GERADOS NO PROJETO

De acordo com Fischer (1994) o espaço, a sua organização e o seu uso social são influenciados pelo comportamento e pelas atividades que cada classe desempenha na sociedade, assim o espaço é vivido de diferentes maneiras. Porém, a dimensão social do espaço apresenta características próprias, revelando em primeiro lugar, a existência de uma relação entre organização do espaço e comportamento social, depois que determinados efeitos sociais estão ligados ao arranjo dos espaços.

Segundo Santos (2001) os projetos de habitações apresentam dois caminhos bem tendenciosos, um que ressalta a forma com grande apelo estético e formal; outro que tem como prioridade os aspectos funcionais. Normalmente, o projeto dos espaços não contemplam aspectos de funcionalidade e ergonomia, resultando em grande insatisfação por parte do usuário com espaços mal dimensionados.

Martinelli (2005) em pesquisa que avalia o papel do arquiteto no desenho de mobiliário em habitações populares, destaca que na tentativa de erradicar o problema de carência de habitação, as famílias são removidas, mas continuam sendo alvo dos males socio-econômicos

refletindo na qualidade e na função das habitações e dos espaços projetados.

Por meio de uma avaliação pós-ocupação realizada em conjuntos habitacionais populares em Campinas/SP, Kowaltowski e Pina (1995) argumentam que em 92% dos casos analisados de bairros mais antigos e 53% nos conjuntos que haviam sido ocupados há 18 meses efetuaram modificações no projeto original. Além disto, 82% dos entrevistados pretendiam realizar reforma. Estes números revelam segundo os autores, a inadequação da casa ao espaço mínimo desejado. Os autores também realizam um comparativo com estudo de conjuntos habitacionais na Inglaterra que apresentam os mesmos problemas e confirmam os resultados. De acordo com Santos (2001) isto acontece em função do usuário se manter indiferente na etapa de projeto, tomando conhecimento da sua habitação somente depois de pronta.

Desta maneira, começa um processo em busca por sua identidade dentro do seu próprio espaço, iniciando assim os processos de reforma e adaptações que representam desperdício de materiais e retrabalho. Segundo Folz (2008) mesmo tendo em vista as exigências psicossomáticas e as exigências quanto às dimensões para a execução das tarefas domésticas, as normas adotadas são ultrapassadas como referência para habitação de interesse social, com áreas abaixo do mínimo, estas normas não consideram as particularidades regionais e não favorecem a adequação às novas configurações familiares.

Muitos trabalhos tem sido desenvolvidos para avaliação da funcionalidade da habitação, porém na grande maioria estas análises são feitas pós-ocupação.

### **2.5.1 Funcionalidade da habitação**

Muitos trabalhos tem sido desenvolvidos para avaliação da funcionalidade, porém a grande maioria se concentra na avaliação pós-ocupação da habitação.

Silva (1982) propôs um modelo para avaliação da funcionalidade com estabelecimento de um roteiro para análise dos quesitos funcionais da habitação que contempla: a) elaborar uma lista das atividades normalmente executadas no ambiente familiar, b) efetuar o inventário do equipamento doméstico convencional contemporâneo, c) definir de forma objetiva os critérios adotados na articulação dos equipamentos com os usuários, com o espaço e entre si, d) formular hipóteses de articulação dos equipamentos e espaços de acordo com os critérios

definidos buscando, desta forma, os padrões de otimização econômica e funcional.

O método de Leite (2003), baseado em Silva (1982) decompõe a habitação em compartimentos, analisando cada um por meio de uma primeira análise individual. Após o levantamento dos quesitos de funcionalidade de cada compartimento se obtém uma listagem de indicadores quantitativos que estão relacionados com o número de equipamentos mínimos ou adicionais necessários para a qualificação do uso do ambiente. Os qualitativos tratam das variáveis do arranjo dos equipamentos. Posteriormente à avaliação e somatório desses quesitos, obtém-se um índice de funcionalidade do compartimento - IFC. Desta maneira, todos os índices são novamente somados e se obtém o índice de funcionalidade da habitação - IFH. Este método pode ser usado na fase de projeto e também na Avaliação Pós Ocupação - APO. A análise da funcionalidade no nível de projeto da habitação permite antecipar soluções que atendam as necessidades básicas dos usuários, possibilitando a sua correção antes da execução e, conseqüentemente, minimizando o desperdícios de materiais.



### 3 SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES

#### 3.1 GESTÃO DOS RECURSOS

Embora muitas pessoas e a própria mídia tratem a sustentabilidade sob os aspectos ambientais, deve-se considerar que para um desenvolvimento sustentável, o tripé ambiente, sociedade e economia devem ser trabalhados de forma integrada.

Segundo Silva (2003), a edificação além de ser sustentável deve visar o desenvolvimento sustentável e, para alcançá-lo, torna-se necessário o equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável. Na esfera ambiental, o equilíbrio entre a proteção do ambiente físico e seus recursos deve ser considerada, como também, o uso dos recursos de forma racional, garantindo a qualidade de vida. No âmbito social, a garantia do desenvolvimento de sociedades mais justas, com oportunidades de desenvolvimento humano e qualidade de vida para todos. Já na dimensão econômica, devem ser considerados a facilidade de acesso aos materiais, as oportunidades e recursos econômicos, sem que se interfira nos direitos humanos.

Mazini e Vezzoli (2002) apresentam um conceito interessante de sistema sustentável que se refere a uma rede de pessoas, produtos, serviços e infraestrutura que existem, reproduzem-se em um modo sustentável, caracterizados pela baixa intensidade de material, energia e pelo alto grau de qualidade do contexto.

A construção sustentável pode ser definida como aquela que considera a economia e eficiência de recursos, o ciclo de vida do empreendimento e o bem estar do usuário, reduzindo significativamente, impactos negativos causados ao meio ambiente e a seus usuários (ECOPLANO, 2006).

Para Palermo (2009), o termo sustentabilidade está associado a qualidade de vida das pessoas em função da gestão de recursos energéticos, tratamento de efluentes, aproveitamento de resíduos, a bioclimática e o impacto das tecnologias inovadoras. Para a autora, existe um paradoxo entre sustentabilidade e as habitações existentes, pois busca-se muito a sustentabilidade, porém existem muitas habitações ofertadas pelo poder público que são insustentáveis. A viabilidade econômica obtida pela rigidez e padronização dos projetos, dificulta a apropriação dos espaços e sua adequação com o local de inserção.

Segundo Agopyan e John (2011), para se atingir a sustentabilidade da construção é indispensável a incorporação da

inovação pela Construção Civil, onde mudanças nas diversas atividades são necessárias. Sendo que a definição para inovação é a do conhecimento novo colocado em prática. Para os autores, todas as atividades humanas dependem de um ambiente construído, este por sua vez, implica em grandes impactos ambientais através da grande quantidade de materiais de construção utilizados, mão de obra, recursos naturais como água, energia e também a geração de resíduos.

Com base no exposto, para se conseguir habitações de interesse social mais sustentáveis, devem ser adotados sistemas construtivos, materiais, e especificações que gerem um menor impacto ambiental, que estejam disponíveis e próximos da região onde serão utilizados, deve-se prever a qualidade do ambiente projetado, a flexibilidade do sistema, possibilitando modificações e ampliações posteriores à construção, mantendo o seu caráter inicial. Deve ser economicamente viável, de fácil incorporação, permitir a autoconstrução, ser de fácil execução e atender as necessidades dos usuários.

### 3.2 IMPACTOS GERADOS NO MEIO AMBIENTE

A indústria da construção de edifícios é relevante na sociedade brasileira, independente do parâmetro que se avalie: capital circulante, número de pessoas empregadas, utilidade dos produtos. Apesar disso, do ponto de vista da qualidade, a construção em geral aparece como uma indústria atrasada. Paralelamente, no Brasil, assim como nos demais países em desenvolvimento, existe a previsão de crescimento de forma ordenada no ramo da construção civil, mudando de direção rumo à sustentabilidade. Busca-se não apenas a preservação do meio ambiente, mas o desenvolvimento econômico e social. Assim, a incorporação de conceitos, a tecnologia de projetos, a seleção de materiais e os modelos de uso, operação e manutenção, devem ser baseados nessas metas, para promover a sustentabilidade na construção civil. A indústria da construção é causadora de significativos impactos sobre o meio ambiente. A construção de edifícios, para diversos fins, assim como de obras de infraestrutura em geral, consomem energia desde as fases de extração de materiais junto a jazidas até as de demolição. É grande também o impacto determinado pelo uso de recursos não renováveis. Este impacto é agravado quando a construção não apresenta a durabilidade adequada, ocasionando gastos com manutenção, consumindo ainda mais materiais, causando transtornos aos usuários, e até mesmo demolições precoces.

A sustentabilidade também envolve a redução de desperdícios e consumo de energia, segundo Palermo (2009), a economia de material de construção, utilizando recursos naturais em favorecimento do ambiente interno, objetiva a redução dos custos de manutenção, transformação da habitação e contribui para a melhoria da qualidade de vida urbana dos usuários no presente e no futuro.

Como mencionado anteriormente, os impactos gerados pelas edificações são iniciados na fabricação dos materiais de construção, não apenas na etapa de utilização, estes impactos terminam apenas com a demolição do edifício e descarte correto dos seus materiais. Num artigo que propõe uma agenda adaptada ao cenário brasileiro, a partir da Agenda 21, para a Construção Sustentável em Países em desenvolvimento, John, Silva e Agopyan (2001) ressaltam alguns fatores que devem ser levados em consideração por todos os segmentos:

- Redução das perdas de materiais na construção;
- Aumento da reciclagem de resíduos como materiais de construção;
- Eficiência energética nas edificações;
- Conservação de água;
- Melhoria da qualidade do ar interno;
- Durabilidade e manutenção;
- Redução do déficit habitacional, infraestrutura e saneamento;
- Melhoria da qualidade do processo construtivo.

Para Yannas (2001), os projetos dos edifícios devem visar a sua maior adaptação climática, suportando as variações climáticas, sem acarretar no desconforto do usuário ou no acréscimo exagerado no uso da energia. Ao se incorporar os fatores apresentados nos projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo, contribui-se para características mais sustentáveis. Porém, algumas mudanças tanto na maneira de projetar, quanto na de construir são fundamentais para que estes sejam efetivamente incorporados.

No Brasil, atualmente são aplicadas duas certificações ambientais: o Aqua e o Leed (Leadership in Energy and Environmental Design), de origem americana. Porém, existem também os selos brasileiros: Sustentax e Procel Edifica.

### **3.2.1 LEED - Leadership in Energy and Environmental Design**

É um sistema americano de certificação que leva em consideração o impacto gerado no meio ambiente decorrente dos processos relacionados ao edifício como: projeto, construção e operação.

### **3.2.2 AQUA - Alta Qualidade Ambiental**

É um processo de gestão de projeto implantado pela Fundação Vanzolini. Tem como objetivo, obter a qualidade ambiental de um empreendimento de construção ou reabilitação. Avalia programa, concepção, realização e operação.

### **3.2.3 Sustentax**

Tem como objetivo, identificar e atestar a qualidade ambiental de produtos e serviços prestados por construtoras e incorporadoras.

### **3.2.4 Procel Edifica**

Trata-se de uma etiquetagem e não certificação. Tem como objetivo promover a eficiência energética nas edificações brasileiras para a conservação da energia elétrica.

## **3.3 CICLO DE VIDA E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES**

A Norma ISO 14040 define a Análise de Ciclo de Vida (ACV) de um produto ou edificação como uma investigação abrangente do uso de todos os insumos relativos a um processo de obtenção de um bem ou serviço e suas consequências em termos de impactos ambientais. Faz a compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida. O custo do ciclo de vida inclui o custo total de máquinas e equipamentos, abrangendo também os custos de aquisição, gestão, manutenção, alteração e desmontagem. Desta forma, observa-se que a análise do ciclo de vida de uma habitação e o custo do ciclo de vida não são fáceis de determinar e apresentam grande número de variáveis mesmo em condições normais.

Segundo Tavares (2006), no caso de uma edificação, que é considerada um produto mais complexo e que envolve vários processos concomitantes, a análise do ciclo de vida demanda muito tempo e



recursos. Para simplificar a avaliação do desempenho ambiental de uma obra de construção civil, são realizadas Análises de Ciclo de Vida Energéticas (ACVEs), que demonstram em seu resultado a quantidade de energia consumida para a construção e operação das mesmas. No Brasil, assim como nos demais países em desenvolvimento, a etapa com maior interesse de estudo é a pré-operacional, pois é nesta fase que se concentram os maiores gastos energéticos das edificações. Com as ACVEs é possível se obter de modo claro e preciso, a quantidade de insumos gastos e de energia incorporada para a realização de um empreendimento. Contribuindo para a correta especificação de materiais de acordo com a vida útil da edificação e dos produtos. A vida útil corresponde ao período durante o qual uma edificação ou suas partes mantem o nível de desempenho capaz de atender às exigências dos usuários. A vida útil de um componente ou de um edifício é contemplada na norma ISO 15686 (2011). Esta norma estabelece uma estrutura sistemática para a realização do planejamento da vida útil, que incorpora a concepção, o projeto, a construção, o uso, a manutenção, os reparos e reformas, a desconstrução, a reutilização, a reciclagem e a disposição final de seus materiais, componentes e sistemas construtivos. De modo esquemático, a figura 28 apresenta o ciclo de vida de um edifício, indicando o uso de materiais, energias e resíduos gerados no seu ciclo de vida.

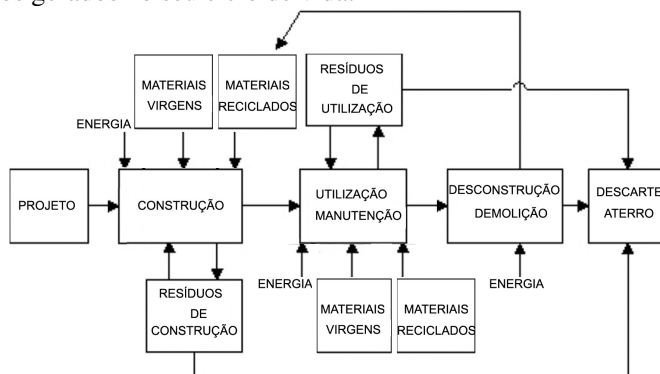


Figura 28 - Etapas do ciclo de vida de uma edificação adaptado de Dolan et al (1999).

Segundo Barth e Vefago (2012), o planejamento da vida útil facilita a tomada de decisões nos custos de construção e de serviço, na manutenção e no impacto ambiental decorrente das ações, além de tentar garantir que a vida útil de um edifício em um local específico, com um

programa de manutenção preventiva corresponda à vida útil prevista no projeto. Para realizar esta estimativa parte-se do conhecimento disponível sobre a durabilidade de cada um dos materiais, componentes e dos sistemas construtivos a ser utilizados no edifício. A vida útil pode ser estabelecida em projeto ou por meio de normas específicas.

De acordo com Sabbatini (2007) cada parte de um edifício pode apresentar diferente vida útil de acordo com a que é requisitada. Deste modo, a vida útil de uma parte pode ser uma fração da vida útil do edifício, assim como a vida útil de um componente pode ser uma fração daquela de um sub-sistema. A determinação da vida útil de um sub-sistema é bastante complexa, acontece em função do efeito das falhas, das perdas de desempenho, das características de manutenção, dos custos de reparação destas falhas e de outras falhas decorrentes.

O ciclo de vida (ACV) de uma edificação também pode ser analisado considerando os impactos ambientais resultantes das operações que são realizadas nas diversas etapas. Este pode ser aplicado para identificar e quantificar os impactos causados por diferentes sistemas que compoem a edificação.

Existe ainda, uma abordagem do ponto de vista da reutilização dos componentes e reciclagem dos materiais como subprodutos para novas construções que podem ser realizadas no ciclo de vida de uma edificação ou de suas partes. Porém, Vefago (2010) ressalta que a reciclagem pode ser realizada não apenas no fim do ciclo de vida do edifício, mas quando ocorre uma perda de desempenho que o torna inadequado para aquele tipo de uso.

### 3.4 RECICLAGEM

O termo reciclagem é geralmente utilizado na construção para denominar o reaproveitamento de materiais ou produtos que podem ser reutilizados integralmente ou como subprodutos na produção de novos componentes ou elementos construtivos.

A reciclagem teve início com a relação dos humanos com os resíduos, quando estes passaram a se estabelecer em um lugar determinado, em 10.000A.C. Desta maneira, tiveram que aprender a lidar com os resíduos gerados. No ano 500 A.C. o governo de Atenas estabeleceu uma lei que determinava que os resíduos deveriam ser depositados no mínimo a 1,5 quilômetros dos limites da cidade (CIWMB, 1997 e Abbis, 2006). Em 1965 com a aprovação de uma lei no Congresso Nacional dos Estados Unidos, sobre como descartar os

resíduos, começaram as investigações a respeito dos problemas relacionados ao destino final dos resíduos.

A partir da década de 1980, com a crise na comercialização do petróleo, o conceito de reciclagem ganhou destaque. Foi constatado neste período, que outras fontes de matérias-primas não renováveis estavam se esgotando, do mesmo modo que os volumes de resíduos industriais e urbanos provocavam grande impacto no meio natural. Desta maneira, a reciclagem de materiais tinha como objetivo reduzir a quantidade de resíduos nos descartes em aterros ou em processos de incineração e também minimizar a utilização de recursos naturais, geralmente provenientes de fontes não renováveis.

De acordo com Barth e Vefago (2012), o conceito base da reciclagem é aplicado para os materiais que podem apresentar um novo ciclo de utilização, retornando ao estado original, com a possibilidade de se transformar novamente em um produto com as mesmas características. Algumas vezes as transformações dão origem a um material reciclado com características diferentes daquelas iniciais. Em outros casos, como do alumínio, podem ser reciclados e retornar para uma nova utilização com as mesmas características iniciais. Podendo, nestes casos, ser reciclado constantemente, pois a reciclagem não provoca nenhuma perda de suas propriedades físicas ou químicas.

A reutilização e a reciclagem de materiais da construção contribuem para a diminuição das quantidades de resíduos gerados. A reciclagem de materiais é uma questão chave para fechar os ciclos de materiais, para reduzir os custos de energia e danos ambientais. Em 1998 nos Estados Unidos, a quantidade de metais reciclados, foi de 40% do total do mercado de metais em termos econômicos (USGS, 2004).

Desta maneira, a reciclagem pode auxiliar na produção de materiais com menor custo, contribuindo com a redução do custo das habitações que é um dos mais caros e inacessíveis bens produzidos.

### 3.5 UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS REUTILIZADOS E RECICLADOS NA CONSTRUÇÃO

Infelizmente, são poucos os edifícios construídos com materiais reutilizados. No entanto, observa-se que este número está aumentando gradualmente, principalmente de pequenos edifícios. A reutilização de materiais de construção na arquitetura possui necessidades diferentes. Podem estar relacionadas à preservação dos recursos energéticos e materiais ou pela disponibilidade dos recursos materiais e financeiros.

Um exemplo muito antigo de reutilização de materiais para construção de moradias, são as favelas construídas nos países em desenvolvimento em função da falta de recursos financeiros para a construção de uma moradia digna. Embora estejam longe de atingir as condições mínimas de conforto necessário aos usuários, se forem analisadas do ponto de vista da reutilização, possuem altos índices de materiais recuperados. Do outro lado, estão as habitações projetadas e construídas com materiais reutilizados e reciclados que cumprem as normas e critérios mínimos exigidos com o objetivo de gerar o menor impacto ambiental possível. Como exemplo podem ser citados as seguintes construções: BedZED na Inglaterra: vários materiais reciclados, o Edifício da Universidade de Toronto: reutilização de aço e madeira, as Habitações em Linköping: estrutura de concreto reutilizada, o Edifício C. K. Choi no Canadá: reutilização de madeira, cerâmica e aço, a Mason Bend nos EUA: reutilização de madeira e vidro e os Edifícios em Londres com containeres marítimos.

### 3.6 NORMAS SOBRE A RECICLAGEM

Infelizmente é bastante difícil encontrar normas específicas sobre a reciclagem para cada tipo de material de construção. Geralmente, cada fabricante adota procedimentos para a recuperação e reciclagem de materiais, e os produtos finais são submetidos às normas de cada produto, independentemente se possui ou não material reciclado.

Nos Estados Unidos, alguns estados estão mais avançados em relação as normas sobre reutilização e reciclagem dos resíduos de construção e demolição. O estado de Chicago adotou uma regulamentação para que os projetos aprovados a partir de 2007 possuíssem um percentual reciclado de resíduos de construção e demolição que no ano de 2008, foi de 50% (Martin, 2007).

Na Inglaterra existem as normas chamadas de PAS (Publicly Available Specification), que apresentam os procedimentos para reciclagem de alguns materiais. Assim como as Normas da série ISO, estas normas não são obrigatórias.

Na União Européia, desde 1975, existe uma norma geral relativa aos resíduos, sendo que cada estado membro, pode criar sua própria norma.

No Brasil, de acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Estatística do IBGE (2008) são coletadas diariamente aproximadamente 188,8 mil toneladas de resíduos sólidos, resultando em cerca de 70 mil toneladas por ano.

Aproximadamente 60% dos resíduos sólidos urbanos correspondem aos resíduos produzidos pela construção civil, conduzindo a uma estimativa de 42 milhões de toneladas de resíduos de construção que são despejados em aterros ou lixões a cada ano. Porém nos últimos cinco anos, o mercado de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) apresentou um crescimento significativo, apoiado principalmente nas obrigações legais que vêm remodelando a indústria da construção civil. (PAULA PINTO, 2006).

Com a aprovação da Resolução 307 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA (2002), foram estabelecidos diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão desses resíduos. Por meio desta resolução, foram criadas responsabilidades para toda a cadeia envolvida, envolvendo geradores, transportadores, receptores e municípios. Estabeleceu ainda, diretrizes para a gestão dos resíduos da construção e demolição.

### 3.7 POTENCIAIS DE RECICLABILIDADE

A definição de reciclabilidade tem relação com as características dos materiais que ainda apresentam capacidade física compatível com o tipo de uso, que mantém as propriedades químicas após a fase de utilização prevista, e que podem ser reaproveitados em novos ciclos de produção de edifícios. O conceito de reciclabilidade abrange diversas possibilidades de novas utilizações de componentes e/ou partes de uma edificação, que inclui a reutilização parcial ou total, a reciclagem dos materiais e as transformações aos novos usos para uma edificação. Os componentes e materiais utilizados na construção podem ter novos ciclos quando a vida útil da edificação ou de suas partes chega ao fim. De modo geral, os produtos utilizados nas construções necessitam de uma grande quantidade de matéria-prima virgem para a sua fabricação. Os processos de produção consomem também uma grande quantidade de energia que permanece incorporada nestes materiais, que pode ser mantida no caso de reutilização e reciclagem.

Esta modalidade de reciclagem também pode ser utilizada nas edificações, onde partes de uma edificação ou de elementos construtivos tomam novas aplicações, otimizando o uso de energias e recursos materiais. Podem-se estabelecer algumas correlações entre os processos de produção e a reciclabilidade de materiais e componentes utilizados nas construções. Segundo Vefago (2012) os materiais de construção, quanto aos seus ciclos de vida, podem ser classificados em infraciclos,

reciclados, reutilizados e infrautilizados, como foi visto no Capítulo 01 deste trabalho.

## 4 ESTUDOS DE CASO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

Os estudos de casos selecionados neste trabalho estão localizados na cidade de Criciúma. Esta cidade foi fundada no dia 06 de janeiro de 1880, está localizada numa planície litorânea no sul do estado de Santa Catarina, a 221 quilômetros de distância de Florianópolis conforme mostrado na figura 29. Possui área de 213 km<sup>2</sup>, sendo a área urbana de 177 km<sup>2</sup> e a área rural de 36 km<sup>2</sup>. A cidade está a 46 metros acima do nível do mar, cujo clima subtropical apresenta temperatura média entre 15°C e 30°C. Criciúma é o maior município do Sul Catarinense, e um dos cinco maiores do estado, tanto na esfera populacional quanto na econômica. Abriga 192.236 habitantes conforme censo demográfico de 2010 e está integrada a Microrregião da Associação dos Municípios da Região Carbonífera – AMREC – junto com Cocal do Sul, Siderópolis, Morro da Fumaça, Forquilha, Nova Veneza, Içara, Lauro Müller e Urussanga.

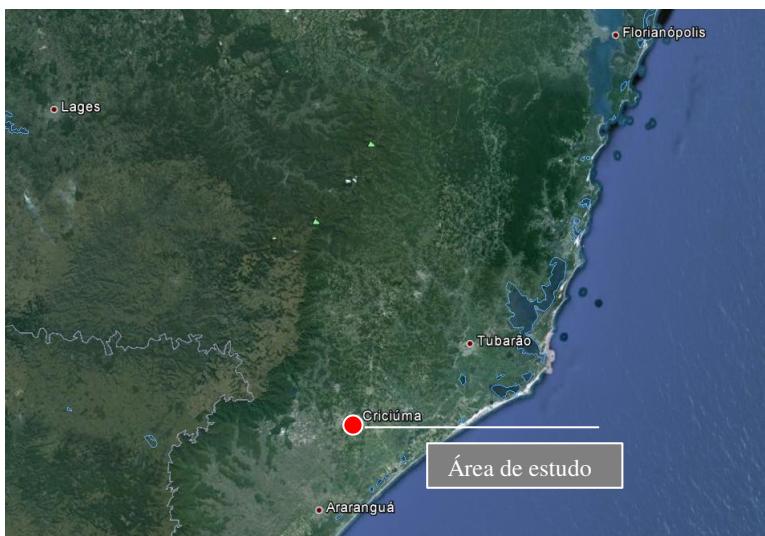


Figura 29 – Localização da região de estudo. Fonte: Site Google Earth (2012).

Criciúma é o terceiro produtor nacional de jeans e um dos maiores no ramo da confecção. Conta ainda com as indústrias de

plástico, metalúrgicas, mecânicas, cerâmicas, material elétrico, embalagens de papel e papelão, editora gráfica, alimentos e bebidas, madeira, móveis e construção civil. Sendo que a cerâmica, o vestuário, a metal-mecânica e o plástico são os principais segmentos.

Segundo Plano Local de Habitação de Interesse Social de Criciúma (2010), o déficit de moradia no município é da ordem de 6.455 unidades. Este déficit representa a necessidade de construções de moradias, porém se considerado o déficit qualitativo, este aumenta para 8.476 unidades, sendo 7.489 localizadas na área urbana e 986 na área rural. Com base nas informações do IBGE (2010) sobre o crescimento populacional nas últimas décadas, foram elaboradas as estimativas relacionadas à habitação no município de Criciúma, conforme mostra o quadro 8.

Quadro 8 – Projeção do déficit e inadequação habitacional para os próximos 15 anos no município de Criciúma.

Localização	Déficit Quantitativo			Déficit Qualitativo		
	2010	2015	2025	2010	2015	2025
RURAL	683	727	820	986	1049	1183
URBANO	5772	6141	6927	7489	7968	8988
<b>TOTAL</b>	<b>6455</b>	<b>6868</b>	<b>7747</b>	<b>8475</b>	<b>9017</b>	<b>10171</b>

Fonte: Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS). Pesquisa Pontual (2010).

Segundo informações do PLHIS (2012), a população de Criciúma de 2000 para 2010 passou de 170.420 habitantes para 192.236, caracterizando um acréscimo de 12,80%. Neste caso, foi considerado que de 2010 a 2025, o crescimento da população será em média idêntico à média dos últimos 10 anos e o déficit proporcional conforme apresentado no quadro 8.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS CONJUNTOS HABITACIONAIS CONSTRUÍDOS EM CRICIÚMA NO PERÍODO DE 2005-2013

Os estudos de caso desta pesquisa estão localizados na Cidade de Criciúma, em bairros localizados no entorno do município, como mostrado na figura 30.





Figura 30 – Localização dos estudos de caso e entorno.



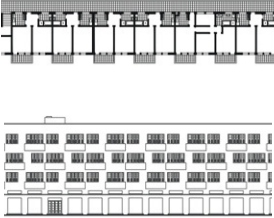
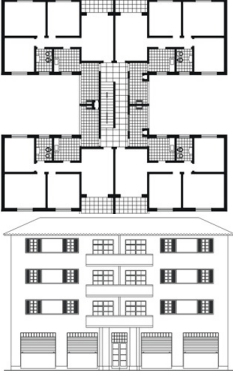




Para seleção dos estudos de caso, foram seguidos os critérios estabelecidos no Capítulo I deste trabalho. As análises disponíveis neste capítulo, foram realizadas a partir de levantamento documental e fotográfico, além de visitas técnicas as obras, aos construtores, a Caixa Econômica Federal e Prefeitura Municipal de Criciúma. Outro aspecto considerado na seleção dos estudos de caso foi a disponibilidade de acesso as informações sobre a obra, as etapas de construção, a possibilidade de visitas técnicas e sua representatividade no Programa Minha Casa Minha Vida. Consideraram-se as faixas de subsídio existentes: Faixa I (renda até 3 salários mínimos), Faixa II (renda entre 3 e 6 salários mínimos) e Faixa III (renda de 6 a 10 salários mínimos).

Dentre os dois estudos de caso propostos, o primeiro serviu como piloto para estabelecimento dos aspectos que são abordados e avaliados. Trata-se do Residencial Parque das Nações, denominado no estudo de caso como Condomínio Residencial 1, enquadrado na Faixa II do Programa Minha Casa Minha Vida. A escolha deste empreendimento, aconteceu principalmente pela disponibilidade do empreendedor em permitir as visitas técnicas a obra e a disponibilidade dos documentos necessários para as análises.

#### 4.3 CONJUNTOS HABITACIONAIS SELECIONADOS

Os empreendimentos que compõem os estudos, conforme mostrado no quadro 10, são de propriedade particular e seguem as diretrizes estabelecidas pela Caixa Econômica Federal e Prefeitura Municipal para subsídio dentro do Programa Minha Casa Minha Vida. Cabe ressaltar que os dois estudos de caso encontram-se em fase de construção, delimitando assim, a análise no projeto e nas observações feitas na obra.

Quadro 9 – Síntese dos estudos de caso.

Estudos de Caso	Condomínio Residencial 1	Condomínio Residencial 2
<b>Imagem</b>		
<b>Tipologia</b>	<p data-bbox="400 325 557 347">Bloco laminares</p> 	<p data-bbox="695 325 871 347">Próximo ao Bloco H</p> 
<b>Planta Baixa/ área</b>	<p data-bbox="432 735 533 783">Tipo a A: 46,80m<sup>2</sup></p>  <p data-bbox="432 991 533 1038">Tipo b A: 48,83m<sup>2</sup></p> 	<p data-bbox="703 735 863 758">Tipo a-A:46,83m<sup>2</sup></p>  <p data-bbox="703 963 863 986">Tipo b-A:59,83 m<sup>2</sup></p> 
<b>Subsídio MCMV</b>	Faixa II	Faixa II
<b>Bairro</b>	São Luiz	Santa Luzia
<b>Conclusão</b>	2013	2013
<b>Nº de unidades</b>	112	240
<b>Nº de blocos</b>	02	15
<b>Nº de pavimentos</b>	08	04
<b>Sistema construtivo</b>	Alvenaria convencional com blocos cerâmicos vazados	Alvenaria Estrutural com blocos cerâmicos

#### 4.4 ESTUDO DE CASO EDIFÍCIO RESIDENCIAL 1



Figura 31 – Perspectiva frontal do empreendimento que caracteriza o estudo de caso 1. Fonte: Construtora A.

##### Ficha técnica do empreendimento:

Empreendimento: Condomínio Residencial Parque das Nações.

Endereço: Av. Imigrantes Poloneses, São Luiz, Criciúma – SC.

Construtora: Construtora A Construção Civil Ltda.

Área total do empreendimento: 8.068,11 m<sup>2</sup>.

Características construtivas: O sistema estrutural é convencional composto por pilares em concreto armado, vigas e lajes. As lajes são pré-moldadas com vigotas de concreto e tavelas cerâmica e a vedação em alvenaria com blocos cerâmicos.

Lançamento: Fevereiro de 2012.

Entrega: Julho de 2013.

O empreendimento encontra-se em construção com data para entrega em julho de 2013. Caracteriza-se como um edifício multifamiliar, subsidiado pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), dentro do Programa Minha Casa Minha Vida, para atendimento da população com renda de até 6 salários mínimos (Faixa II).

#### 4.4.1 Características do empreendimento

O empreendimento está implantado em um terreno com área total de 3.205,00 m<sup>2</sup>, é composto por edifícios em alvenaria com finalidade residencial multifamiliar.

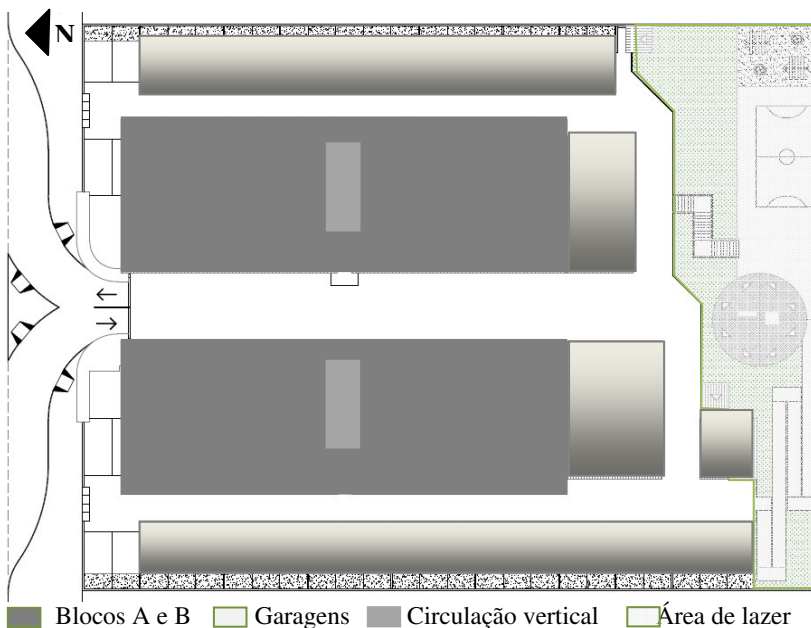


Figura 32 – Implantação do Conjunto com localização dos blocos, garagens e área de lazer. Fonte: Construtora A adaptada pela autora (2012).

Na figura 32 é possível observar que o condomínio residencial é composto por dois blocos denominados Bloco A e Bloco B com 8 pavimentos, totalizando 112 unidades habitacionais em uma área construída de 8.068,11 m<sup>2</sup>. Além dos Blocos A e B, o empreendimento conta com garagens cobertas localizadas nas laterais Leste e Oeste e na parte posterior do terreno. Com objetivo de promover a integração dos moradores, o conjunto dispõe de uma área de lazer composta por campo de futebol, salão de festas e play ground conforme demonstrado na figura 33. Esta área está situada na parte posterior do terreno com orientação sul, apresentando desnível de menos cinco metros em relação aos blocos residenciais. O acesso dá por meio de escadas e rampas, tornando o espaço perfeitamente acessível.



Figura 33 – Área de lazer do Condomínio: a) Campo de futebol, b) Play ground.

Dispõe ainda da infraestrutura necessária como: pavimentação, iluminação externa, fechamento perimetral, sinalização horizontal nas áreas de circulação de veículos, sinalização vertical com placas, sistema preventivo contra incêndio, centrais de gás, sistema de abastecimento de água, sistema de esgoto sanitário, sistema de drenagem das águas pluviais, guarita com vigilância, interfones, garagem individual coberta, elevador e sacada com churrasqueira, conforme pode se observar na figura 34.



Figura 34 – Perspectiva posterior do empreendimento demonstrando as garagens, pilotis e área de lazer.

#### 4.4.2 Características das edificações

O Conjunto dispõe de dois blocos laminares, dispostos lado a lado, Bloco A e Bloco B. Ambos apresentam a mesma configuração e ocupação, compostos por 8 pavimentos, sendo o térreo com pilotis destinado as garagens e 7 pavimentos com 8 unidades habitacionais por pavimento, totalizando 56 habitações em cada bloco. No pavimento térreo estão distribuídas as 112 vagas de estacionamento cobertas, parte delas no pilotis e as demais nas laterais leste e oeste do terreno e na

parte posterior, atendendo todas as unidades habitacionais, conforme pode ser visualizado na figura 35.

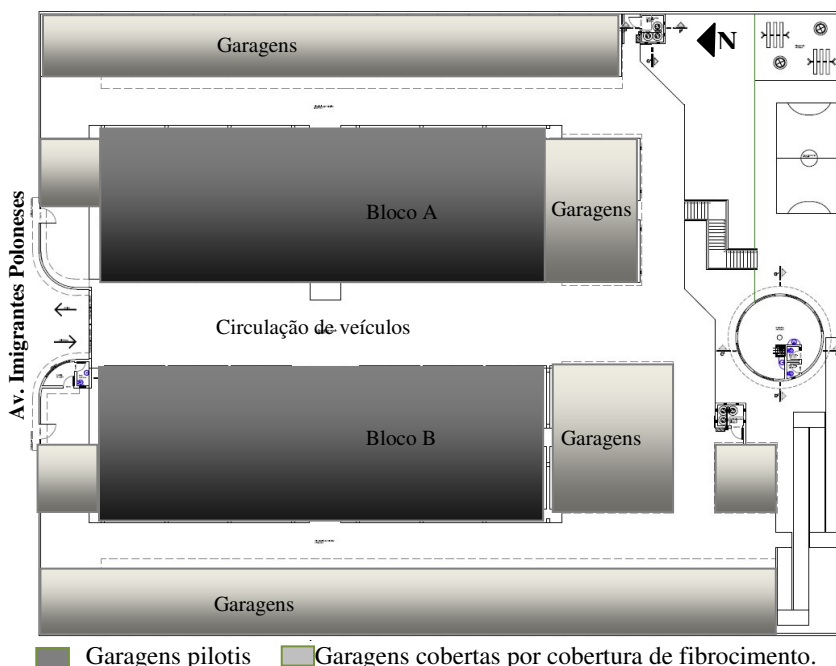


Figura 35 – Planta baixa pavimento térreo com pilotis e garagens cobertas. Fonte: Construtora A adaptado pela autora.

A circulação vertical é composta por escada e elevador que estão conectados às circulações horizontais, permitindo o acesso às 8 unidades habitacionais. Por meio da figura 36 é possível observar as circulações extensas, caracterizando a tipologia de blocos laminares com uma caixa de escada para um corredor coletivo.

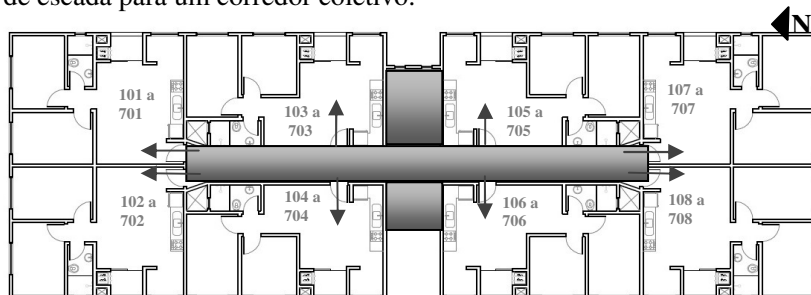


Figura 36 – Planta baixa do pavimento tipo com demarcação das circulações.

Os blocos residenciais A e B e os estacionamentos encontram-se no nível zero em relação a via de acesso, conforme pode ser observado na figura 37. A área de lazer, no entanto, está situada no nível cinco metros abaixo em relação aos mesmos. O acesso se dá por meio de escadas e rampas, tornando possível a utilização por pessoas portadoras de necessidades especiais.

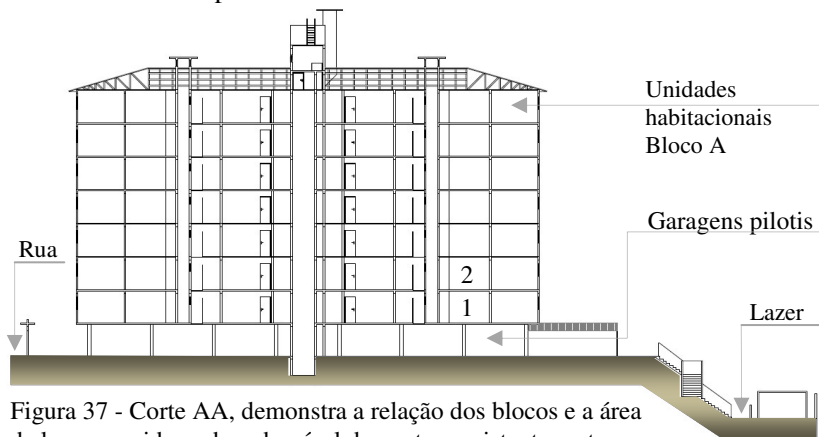


Figura 37 - Corte AA, demonstra a relação dos blocos e a área de lazer considerando o desnível de metros existente no terreno.

Na figura 38 pode-se observar os blocos A e B, as garagens localizadas no pilotis e nas laterais do terreno e também a circulação vertical que acontece por elevador e escadas.

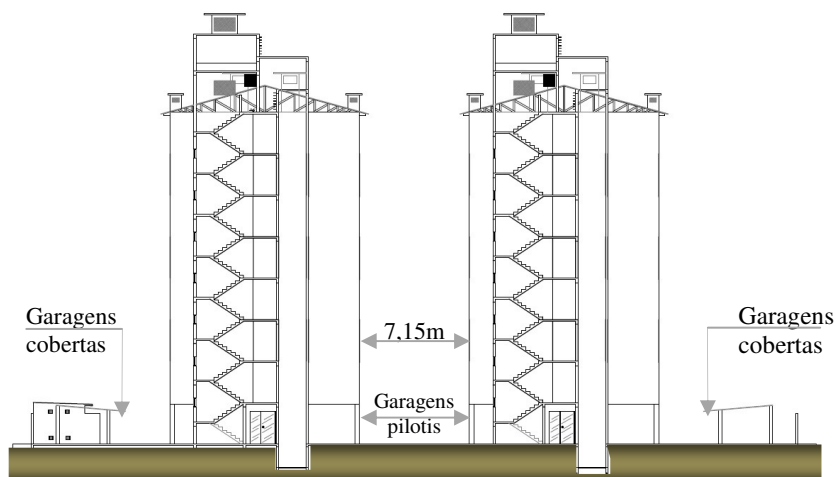


Figura 38 – Corte BB, demonstra a relação entre os blocos A e B e as garagens.

O empreendimento apresenta uma guarita centralizada entre os blocos A e B, por onde também acontece o acesso dos veículos às garagens. Já o acesso de pedestres acontece por portões independentes para o bloco A e bloco B conforme demonstrado na figura 39.

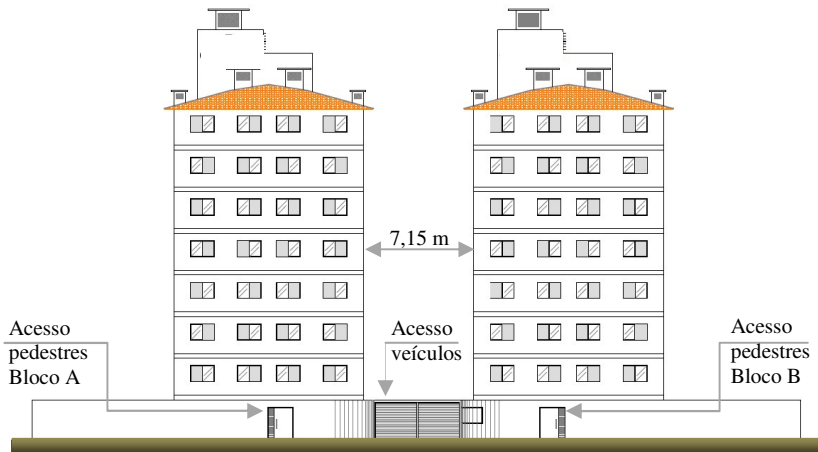


Figura 39 – Fachada frontal. Fonte: Construtora A adaptada pela autora (2012).

Na figura 40, observa-se que a circulação vertical fica centralizada no bloco e as unidades habitacionais estão distribuídas por circulações adjacentes à mesma.

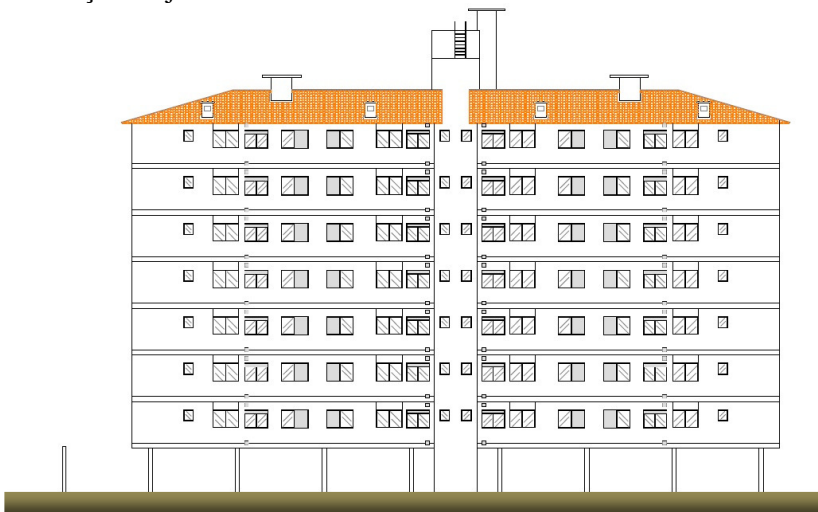


Figura 40 - Fachada Leste dos Blocos.



#### 4.4.3 Características das unidades habitacionais

Como os Blocos A e B apresentam as mesmas características, serão avaliadas as unidades do Bloco A que correspondem também as unidades do Bloco B. A figura 41 mostra a distribuição das 8 unidades que compõem cada pavimento tipo, distribuídas em 7 pavimentos tipos.

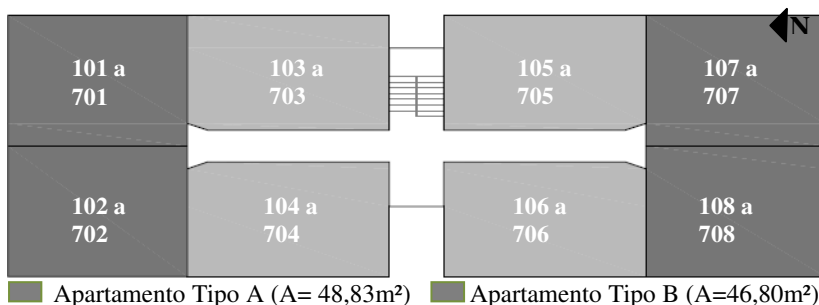


Figura 41 – Distribuição das unidades habitacionais nos 7 pavimentos tipos.

Os apartamentos com final 1, 2, 7 e 8 possuem área privativa de 48,83 m<sup>2</sup> cada e caracterizam um tipo que será denominado de A. Já os apartamentos centrais com final 3, 4, 5 e 6 possuem área de 46,80 m<sup>2</sup> cada e apresentam algumas variações em relação aos demais e serão denominados de Tipo B conforme mostrado na figura 42.



Figura 42 – Plantas baixas humanizadas. a) Apartamento Tipo a, b) Apartamento tipo b.

Por meio das figuras 42 e 43 pode-se observar a composição das unidades habitacionais. Possuem dois dormitórios, uma sala de estar e jantar conjugada, banheiro, cozinha, área de serviços, sacada com churrasqueira e um box de garagem localizado no pavimento térreo.

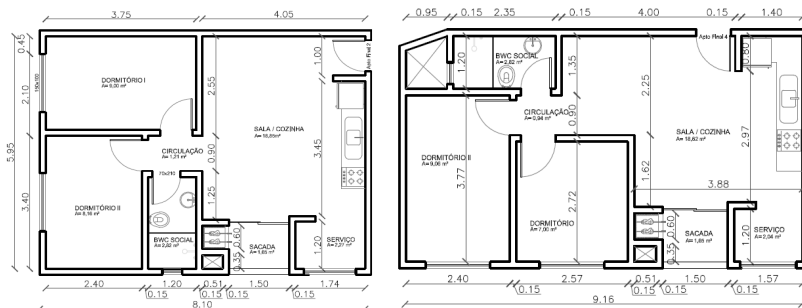


Figura 43 – Plantas baixas técnicas. a) Apartamento Tipo a, b) Apartamento tipo b.

No quadro 11 são apresentados os ambientes com suas respectivas áreas. Vale ressaltar que as unidades habitacionais seguem os parâmetros legais estabelecidos pela Caixa Econômica Federal que determina as especificações mínimas que o projeto deve atender.

Quadro 10 – Quadro de áreas das Tipologias A e B e índices da CAIXA.

Quadro de Áreas (m <sup>2</sup> )		
Ambiente	Tipologia A	Tipologia B
Sala / Cozinha	18,85	18,62
Área de Serviço	2,27	2,04
Sacada	1,65	1,65
Dormitório I	9,00	9,06
Dormitório II	8,16	7,00
BWC Social	2,82	2,82
Circulação	1,21	0,94
<b>Área Total</b>	<b>43,96</b>	<b>42,13</b>

#### 4.4.4 Análise da Composição da Implantação

Para classificação da hierarquia dos espaços foram utilizados os conceitos de Hertzberger (1996), classificando como público, semi público, semi privado e privado. Os conceitos de público e privado podem ser interpretados como a tradução em termos espaciais de coletivo e individual, onde a área pública é aquela acessível a todos a qualquer momento e a área privada aquela com acesso restrito a um grupo ou pessoa responsável por mantê-la. Alguns fatores são determinantes para classificação destes espaços como: grau de acesso, forma de supervisão, quem o utiliza, quem toma conta e as responsabilidades.

Partindo destes conceitos, a implantação do conjunto foi analisada. Na figura 44 pode-se observar que o espaço privado se encontra nas unidades habitacionais e garagens, destacadas na cor cinza. O espaço público encontra-se junto ao acesso ligado a rua. A área de circulação de veículos e pessoas é considerada como uma área semi-pública, pois qualquer pessoa pode circular por ela. As áreas semi-privadas são de uso exclusivo dos condôminos e eventualmente seus convidados e está localizada na parte posterior do terreno com um desnível de cinco metros, o que confere um caráter de uso mais privativo e restritivo aos moradores que a mantém.

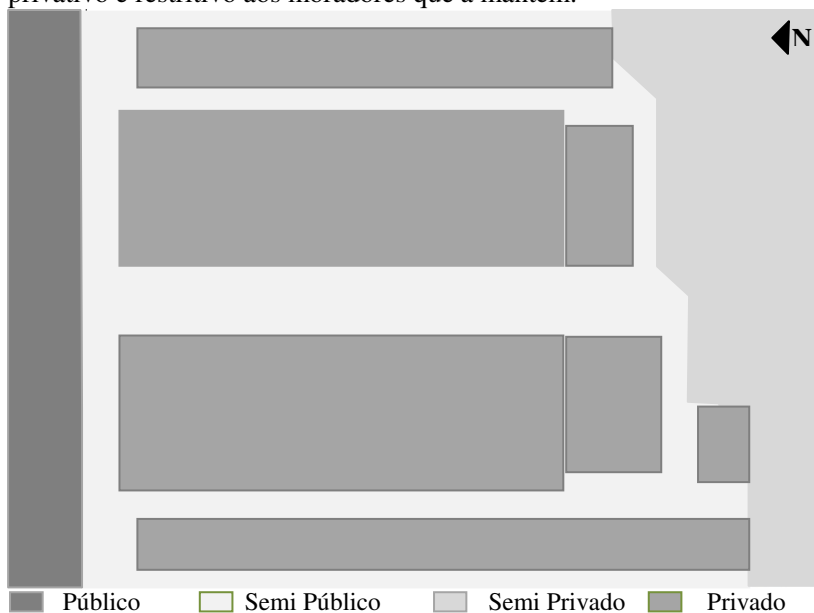
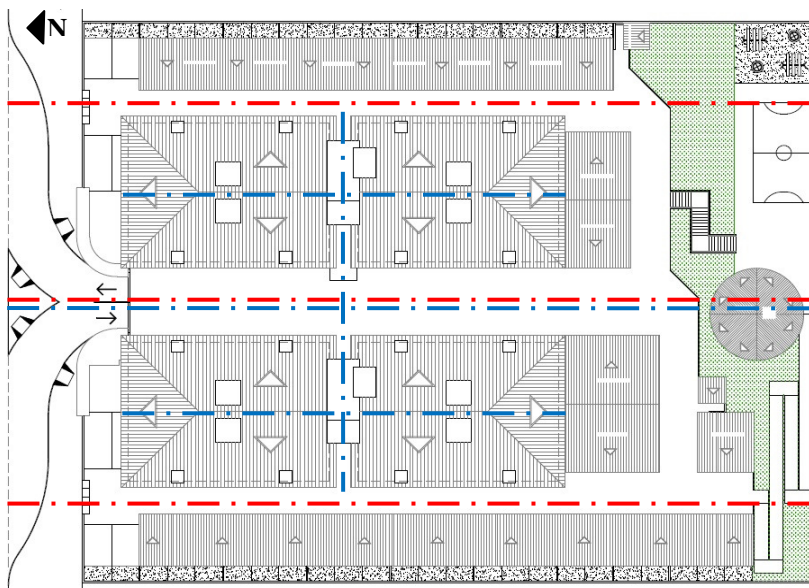


Figura 44 – Hierarquia dos espaços.

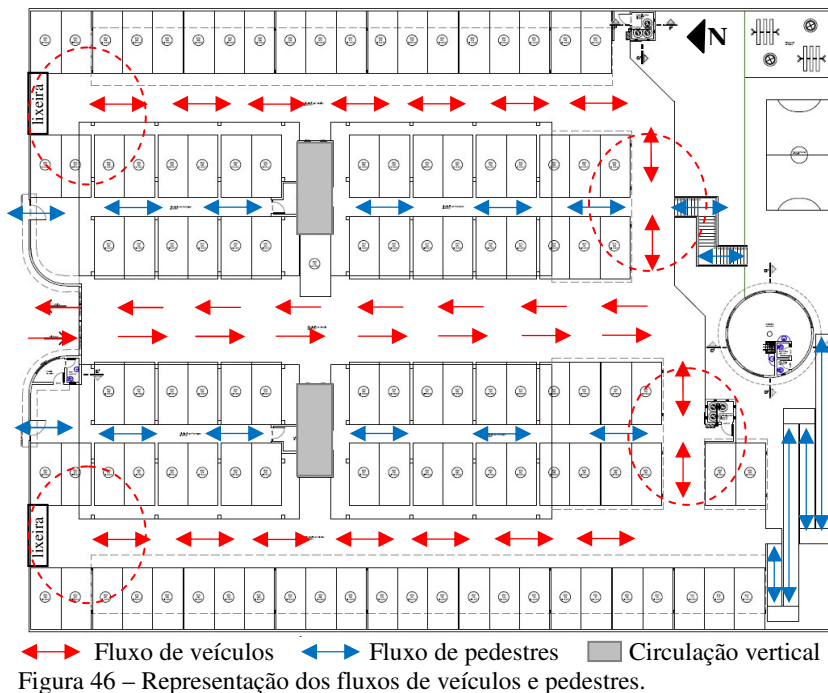
Quanto à morfologia, percebe-se na figura 45 que a organização da forma e espaços do empreendimento se deu de forma linear, por meio da disposição de planos paralelos que ficam evidentes nas circulações de veículos.

A percepção dos limites espaciais, de acordo com Ching (2002), é definida pelos elementos da forma. A medida que o espaço começa a ser moldado e organizado, essas relações começam se estabelecer mais claramente. A qualidade direcional e o fluxo de espaços que são definidos pelos planos paralelos, manifestando-se naturalmente nos espaços utilizados para circulação e movimentação.



— — — Forma linear com planos paralelos      — — — Eixo de Simetria  
 Figura 45 – Representação da forma e espaços que compõem a implantação do empreendimento. Fonte: Construtora A adaptada pela autora (2012).

Os fluxos foram analisados do ponto de vista do acesso de veículos e pedestres. De acordo com a figura 46, percebe-se que existe uma divisão dos acessos de veículos, que se dá pelo eixo central localizado entre os blocos A e B e o fluxo de pedestres que acontece independente para os moradores e visitantes do Bloco A e do Bloco B. Também observa-se que existe conflito de pedestres com veículos no acesso a área de lazer, obrigando o pedestre atravessar a via de circulação das garagens. Isto também acontece próximo às lixeiras, que estão posicionadas junto às vagas de garagem.



#### 4.4.5 Análise da Composição dos Edifícios

A análise dos edifícios foi realizada do ponto de vista de sua morfologia com base em Ching (2002), levando em consideração a composição da planta baixa e das fachadas. Foram considerados aspectos como: forma, espaço, organização, proporção e princípios de ordem da composição. Neste estudo, também foi realizada a análise dos fluxos do edifício.

Segundo Ching (2002), além do emprego das bases geométricas para organização das formas e espaços de um edifício, existem alguns princípios adicionais que podem ser utilizados para conferir ordem em uma composição arquitetônica. Esta não se refere somente a regularidade geométrica, mas está relacionada a condição de que cada parte de um todo está disposta de forma apropriada em relação a outras partes e a sua finalidade, produzindo um arranjo harmonioso. Deste modo, do ponto de vista da morfologia, a configuração da planta baixa do pavimento tipo está marcada pela simetria com repetição e espelhamento, tanto no eixo x quanto no eixo y, conforme pode ser

observado na figura 47. Assim como na implantação, a forma linear com planos paralelos também evidencia a distribuição das unidades habitacionais no pavimento tipo.

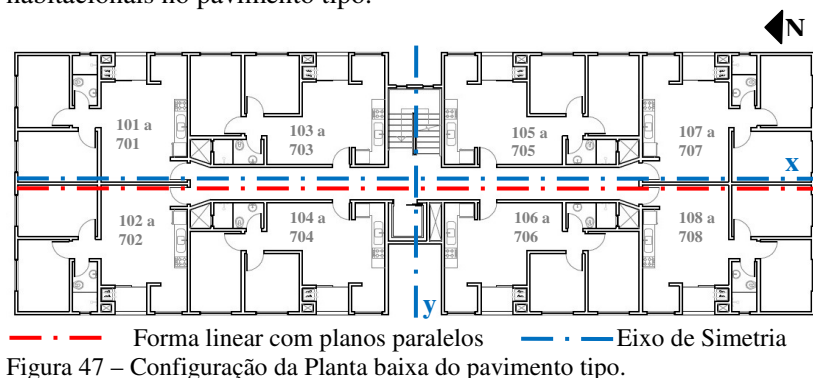


Figura 47 – Configuração da Planta baixa do pavimento tipo.

Os fluxos do pavimento tipo acontecem linearmente, onde a circulação vertical encontra-se centralizada e as unidades habitacionais estão dispostas nas suas adjacências, conforme pode-se observar na figura 48.

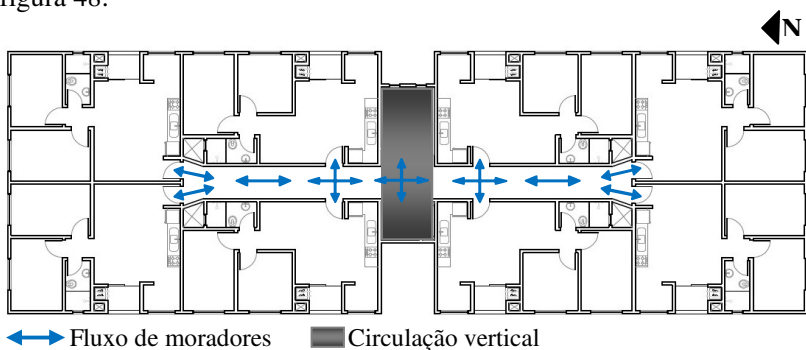
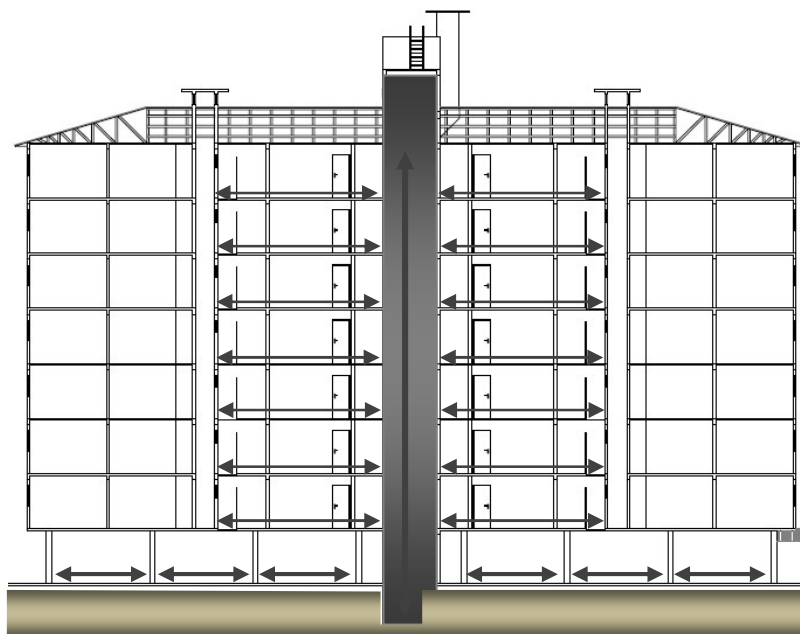


Figura 48 – Fluxo de moradores no pavimento tipo da edificação.

Os fluxos ascendentes e descendentes acontecem por meio de escada e elevador, ligando o pavimento térreo, pilotis, às unidades habitacionais distribuídas nos sete pavimentos. A figura 49 mostra o fluxo linear que acontece no térreo e nos pavimentos tipo e sua ligação com a circulação vertical.



↔ Fluxo de moradores    ■ Circulação vertical  
 Figura 49 – Fluxo vertical de moradores na edificação.

#### 4.4.6 Análise da Composição das Fachadas

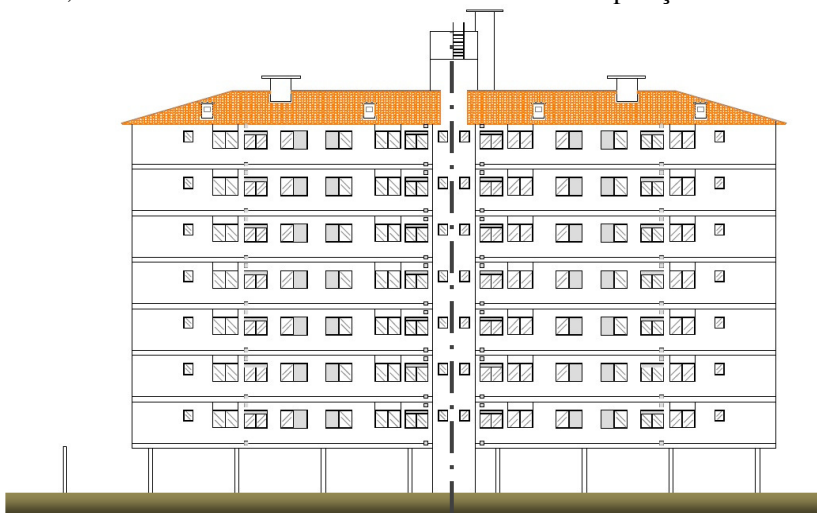
A forma, segundo Ching (2002), ocorre na junção entre a massa e o espaço. Dependendo daquilo que se percebe como elementos positivos, a relação figura-fundo das formas de massa e espaço pode ser invertida. Considerando as fachadas do edifício em análise, observa-se claramente que sua composição apresenta simetria, onde a distribuição e disposição equilibrada de formas e espaços acontece tendo um eixo divisor bem claro, ficando evidente no posicionamento das aberturas, dutos de ventilação e chaminés. A figura 50 mostra a simetria existente na fachada norte (frontal), principalmente em relação a distribuição das aberturas, chaminés e dutos de ventilação. Esta também acontece na localização dos dois blocos, onde o eixo está no portão de acesso dos carros.



— · — Eixo de Simetria

Figura 50 – Princípios de ordem da fachada norte com representação dos eixos de simetria.

Na figura 51, o plano divisor está no volume da circulação vertical, que também quebra a homogeneidade da fachada leste, estando em um plano diferente dos demais. As aberturas, chaminés e dutos de ventilação estão dispostos de forma simétrica, assim como na fachada norte, indicando o uso do conceito de simetria na composição.



— · — Eixo de Simetria

Figura 51 – Fachada leste com representação do eixo de simetria.



#### 4.4.7 Análise da Funcionalidade

Os indicadores de funcionalidade das unidades habitacionais analisadas foram calculados de acordo com os requisitos estabelecidos por Leite (2003), já descritos no capítulo 01 deste trabalho. Inicialmente foram determinados os indicadores para cada um dos quesitos analisados e em seguida, para cada compartimento. A partir do somatório dos indicadores dos compartimentos, são obtidos os indicadores de cada habitação. O autor estabeleceu cinco conceitos de funcionalidade, atribuindo valores numéricos denominados de indicadores. No quadro 13, são apresentados os conceitos com seus respectivos indicadores.

Quadro 11 – Conceitos de funcionalidade e seus indicadores.

<b>Conceito</b>	Supera	Atende plenamente	Atende parcial	Atende precário	Atende muito precário
<b>Indicador</b>	4	3	2	1	0

Para o cálculo dos Indicadores de Funcionalidade dos Compartimentos - IFC, são considerados seis quesitos, sendo dois classificados como quantitativos e quatro como qualitativos. A partir destes quesitos são elaborados gráficos tipo radar com forma de hexágono, assim como proposto por Leite (2003). No quadro 14, pode-se observar a classificação dos quesitos de acordo com a soma, o intervalo de variação e o conceito.

Quadro 12 – Intervalo de desempenho de funcionalidade: ambiente e habitação.

<b>Ambiente</b>	<b>No de quesitos IFC</b>	<b>No de quesitos IFH</b>	<b>Conceito e Indicador de Funcionalidade de Quesito (IFQ)</b>					<b>Intervalo de variação do Indicador de Funcionalidade do Compartimento (IFC)</b>				
			<b>Supera</b>	<b>Atende</b>	<b>Parcial</b>	<b>Precário</b>	<b>Muito Precário</b>	<b>Supera</b>	<b>Atende</b>	<b>Parcial</b>	<b>Precário</b>	<b>Muito Precário</b>
Dormitório I	6	6	4	3	2	1	0	24	18	12	6	0
Dormitório II												
Salas												
Cozinha												
Banheiro												
Área Serviço												
<b>Intervalo de variação do Indicador de Funcionalidade da Habitação (IFH)</b>								<b>120</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>0</b>

Primeiramente foram avaliados os indicadores de funcionalidade de cada compartimento que compõe a unidade habitacional Tipo A e Tipo B, figura 53. Posteriormente, estes indicadores foram sistematizados, juntamente com seus gráficos radar, para obtenção dos indicadores de funcionalidade da habitação.

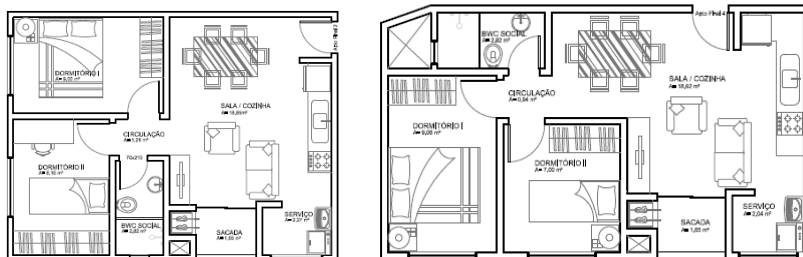


Figura 52 - a) Habitação Tipo A. b) Habitação Tipo B.

#### 4.4.7.1 Análise da funcionalidade dos compartimentos das Unidades habitacionais Tipo A e Tipo B.

##### 4.4.7.1.1 Funcionalidade do compartimento quarto de casal

###### Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: uma cama de casal, duas mesas de cabeceira, um roupeiro de três ou quatro portas, uma cômoda.

b1 - Equipamento Adicional: uma cama infantil.

###### Quesitos de Qualidade:

a - Roupeiro e sua proximidade da porta: o roupeiro está localizado próximo à porta, facilitando seu acesso sem necessidade de contornar obstáculos.

b - Áreas de circulação e utilização: as áreas de circulação e utilização atendem aos tamanhos mínimos exigidos.

c - Acessibilidade à janela: o acesso à janela deve ter uma passagem não inferior a 55/60cm, sendo tolerada a largura de 40cm em situação crítica. Nesta proposta é garantido o acesso a toda largura da janela com uma passagem de 40cm.

d - Otimização: as áreas de circulação e de utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

Com base nos quesitos descritos para cada compartimento, foi elaborado o quadro 15 para avaliação da funcionalidade do quarto de casal. Considerando que este compartimento é idêntico no tipo a e no tipo b, foi elaborado um gráfico radar equivalente aos dois casos conforme observado na figura 54.

Quadro 13 - Funcionalidade do compartimento quarto de casal dos Tipos A e B.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto de Casal Tipo A	2	0	4	1	2	2	11	Precário
Quarto de Casal Tipo B	2	0	4	1	2	2	11	Precário

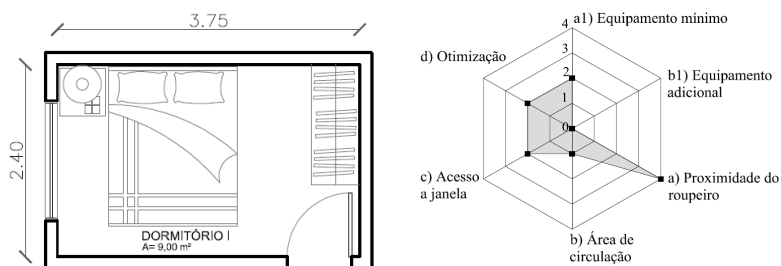


Figura 53 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo A. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo A.

Analisando o quadro 15, juntamente com a figura 54, percebe-se que o quesito equipamento adicional obteve funcionalidade nula, não havendo a possibilidade de alocação no ambiente. Outro ponto relevante, é a circulação do ambiente que acontece de forma precário, não atendendo em alguns pontos o mínimo necessário que é 55 cm. O único quesito de funcionalidade que obteve pontuação máxima, superando o recomendado, é a localização do roupeiro e sua proximidade com a porta. O IFC=11 demonstra que o compartimento possui o conceito Atende Precário, sendo necessário intervenções no layout e dimensionamento deste cômodo.

#### 4.4.7.1.2 Funcionalidade do compartimento quarto dos filhos

##### Quesitos de Qualidade:

a1 - Equipamento Mínimo: o compartimento possui duas camas de solteiro para áreas com mais de  $7,50m^2$ , uma mesa de cabeceira, um roupeiro de três portas.

b1- Equipamento Adicional: uma escrivaninha e estante para livros.

##### Quesitos de Qualidade:

a - Roupeiro e sua proximidade da porta: o roupeiro está localizado próximo à porta, facilitando seu acesso sem necessidade de contornar obstáculos.

b - Áreas de circulação e utilização: as áreas de circulação e utilização atendem aos tamanhos mínimos exigidos.

c - Acessibilidade à janela: o acesso à janela deve ter uma passagem não inferior a 55/60 cm, sendo tolerada a largura de 40cm em situação crítica. Nesta proposta o acesso a janela é bloqueado pela mesa de cabeceira

d - Otimização: as áreas de circulação e de utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

O quadro 16 demonstra os quesitos para avaliação da funcionalidade do quarto dos filhos da habitação tipo a e tipo b. A partir deste quadro, foram elaborados os gráficos radar equivalentes aos dois casos conforme observado nas figuras 55 e 56.

Quadro 14 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto dos Filhos Tipo A	2	4	0	1	4	2	13	Parcial
Quarto dos Filhos Tipo B	4	0	4	4	4	4	20	Atende

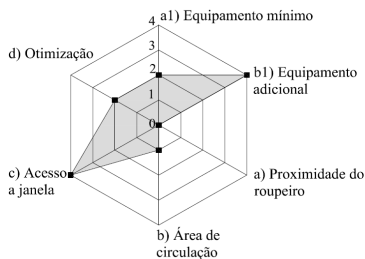
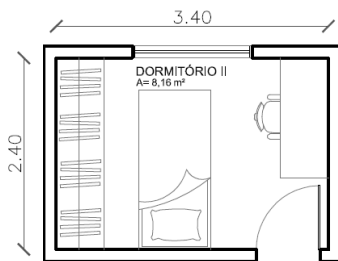


Figura 54 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo A. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo A.

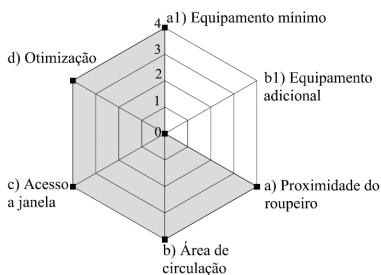
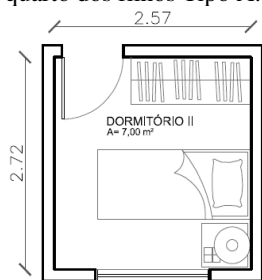


Figura 55 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo B. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo B.

Por meio do quadro 16 e das figuras 55 e 56, percebe-se que o quarto dos filhos do Tipo B apresentou melhor funcionalidade em relação ao quarto dos filhos do Tipo A, mesmo possuindo área inferior. Este melhor desempenho está relacionado aos quesitos equipamento mínimo, proximidade do roupeiro e área de circulação e também em função do quarto possuir área inferior a  $7,50\text{m}^2$ , sendo aceitável neste caso que o dormitório disponha de apenas uma cama de solteiro, enquanto que nos casos com área superior, o quesito equipamentos mínimos determina a necessidade de duas camas de solteiro, caso do Tipo A. No quesito equipamento adicional, o Tipo B não obteve pontuação, por não ser possível atendê-lo. O IFC=20 do Tipo B mostra que o compartimento atende, enquanto que o IFC=13 do Tipo A atende parcial. Algumas intervenções no layout seriam suficientes para melhorar o desempenho deste cômodo.

#### 4.4.7.1.3 Funcionalidade do compartimento sala de estar e jantar

##### Quesitos de Quantidade:

##### a1 - Equipamento Mínimo:

No estar: um sofá de três lugares que pode ser sofá cama, mesa de centro e uma estante.

No jantar: mesa de seis lugares.

##### b1 - Equipamento Adicional:

No estar: um sofá de dois lugares e uma mesa de canto.

No jantar: uma estante para louças.

##### Quesitos de Qualidade:

a - Áreas de circulação e utilização (circulação livre): a área de circulação principal é restrita, na pior situação em no máximo 80cm, entre a cadeira da cabeceira da mesa de jantar e a estante. O acesso as duas cadeiras posteriores da mesa de jantar é restrito a 40cm, distância entre a mesa e a parede.

b - Área livre central: é preservada uma área livre de móveis de 120cm, desde que retirada à mesa de centro.

c - Acessibilidade à janela: o acesso é restrito pelo sofá de três lugares.

d - Otimização: as áreas de circulação e de utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

Através do quadro 17 são estabelecidos os quesitos e conceitos de funcionalidade do compartimento estar e jantar da habitação tipo a e tipo b. Com base nos resultados obtidos, foram elaborados os gráficos radar dos dois casos conforme demonstrado nas figuras 57 e 58.

Quadro 15 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Sala de estar e jantar A	2	0	4	4	2	3	15	Parcial
Sala de estar e jantar B	2	0	4	4	2	3	15	Parcial

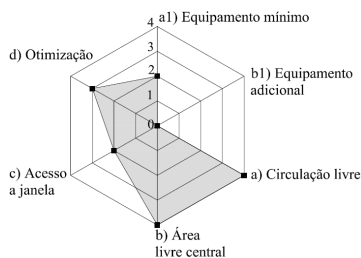
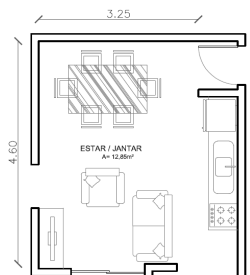


Figura 56 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A.

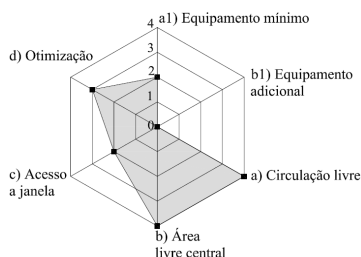
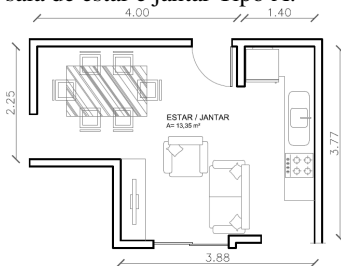


Figura 57 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo B.

No quadro 17 e nas figuras 57 e 58, observa-se que o cômodo apresenta o mesmo desempenho e atende parcialmente tanto a habitação do Tipo A quanto no Tipo B. Ambos apresentam o quesito equipamento adicional nulo e a mesma pontuação nos demais quesitos, mesmo possuindo forma e áreas distintas. O IFC=15 de ambas, demonstra que o compartimento possui o conceito Atende Parcialmente, sinalizando a necessidade de mudança no layout.

#### 4.4.7.1.4 Funcionalidade do compartimento cozinha

##### Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: possui um balcão com pia, um refrigerador, um fogão, um armário suspenso.

b1 - Equipamento Adicional: uma mesa auxiliar, um armário suspenso auxiliar.

### Quesitos de Qualidade:

a - Passagem livre: preserva uma passagem livre com largura de 90cm entre o balcão da pia e a mesa de refeições.

b - Relação fogão e janela: o fogão está próximo à janela e não confronta com o refrigerador.

c - Abertura de portas de equipamentos: a abertura da porta do fogão e do refrigerador não ocupa o espaço adjacente do balcão.

d - Proximidade do refrigerador: estar próximo à porta do acesso.

Quadro 16 - Funcionalidade do Compartimento cozinha.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Cozinha Tipo A	4	0	3	4	4	4	19	Atende
Cozinha Tipo B	4	0	3	4	4	4	19	Atende

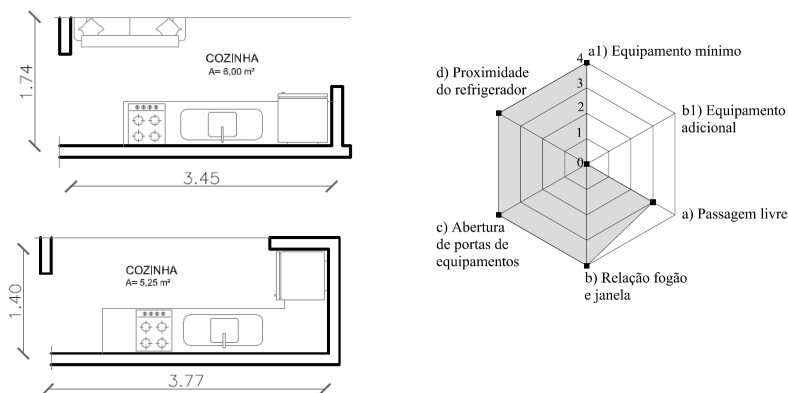


Figura 58 - a) Planta baixa cozinha Tipo A. b) Planta baixa cozinha Tipo B. b) Modelo radar da cozinha do Tipo A e Tipo B.

No quadro 18 e na figura 59, pode-se observar que o compartimento cozinha, tanto do Tipo A quanto do Tipo B atende aos quesitos de funcionalidade com IFC=19. Embora as duas cozinhas tenham a distribuição da mobília de forma diferente, possuem a mesma pontuação, deixando a desejar somente no quesito equipamento adicional, o qual é nulo. Com algumas alterações na planta baixa, é possível melhorar o desempenho deste compartimento.



#### 4.4.7.1.5 Funcionalidade do compartimento Banheiro

##### Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: o espaço contém instalação de um lavatório, um vaso sanitário e um chuveiro.

b1 - Equipamento Adicional: uma ducha higiênica ou bidê.

##### Quesitos de Qualidade:

a - Otimização: as áreas de circulação e utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

b - Utilização simultânea: o banheiro proposto permite a utilização simultânea.

c - Iluminação natural: O lavatório e o armário com espelho devem ficar próximos da janela, considerando-se 1,00 m como plenamente satisfatório e mais de 2,00 m como insatisfatório.

d - Privacidade: o uso do banheiro não deve constranger visual ou auditivamente os usuários da habitação.

Quadro 17 - Funcionalidade do compartimento banheiro.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Banheiro Tipo A	4	0	2	0	3	4	13	Parcial
Banheiro Tipo B	4	0	2	0	2	3	11	Precário

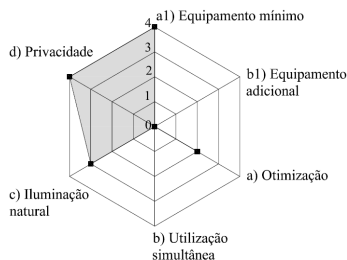
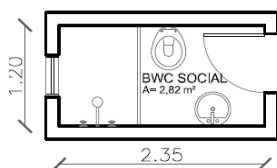


Figura 59 - a) Planta baixa banheiro Tipo A. b) Modelo radar do banheiro Tipo A.

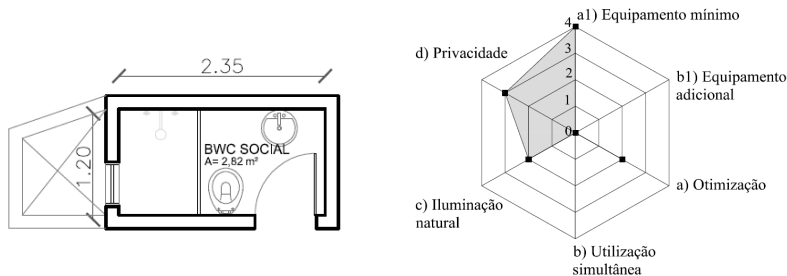


Figura 60 - a) Planta baixa banheiro Tipo B. b) Modelo radar do banheiro Tipo B.

Analisando o quadro 19, juntamente com as figuras 60 e 61, percebe-se que os banheiros das duas unidades habitacionais obtiveram baixo índice de funcionalidade, onde os quesitos equipamento adicional, otimização e utilização simultânea são nulos em ambos os casos. O único quesito em que o Tipo A se sobressai ao B, é quanto a privacidade. Isto acontece em função da abertura do banheiro do Tipo B ficar em um duto de ventilação. O IFC=13 do Tipo A mostra que o compartimento atende parcial, enquanto que o IFC=11 do Tipo B mostra que o compartimento possui o conceito atende precário. Em ambos os casos, as condições necessitam de melhorias, principalmente relacionadas ao layout, otimizando os equipamentos em uma única parede, o que favoreceria a circulação.

#### 4.4.7.1.6 Funcionalidade do compartimento Área de Serviço

##### Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: o espaço contém um tanque e uma máquina de lavar roupa.

b1 - Equipamento Adicional: armário superior suspenso.

##### Quesitos de Qualidade:

a - Iluminação natural: espaço externo.

b - Circulação e utilização: o ambiente possui espaço suficiente para a circulação e utilização de todos os equipamentos.

c - Espaço para depósito de material de limpeza e roupas e tábua de passar roupas: no armário suspenso.

d - Otimização: As áreas de circulação e utilização dos equipamentos são superpostas, espaço livre.

Quadro 18 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Área de serviço Tipo A	4	3	4	3	1	3	18	Atende
Área de serviço Tipo B	4	3	4	3	1	3	18	Atende

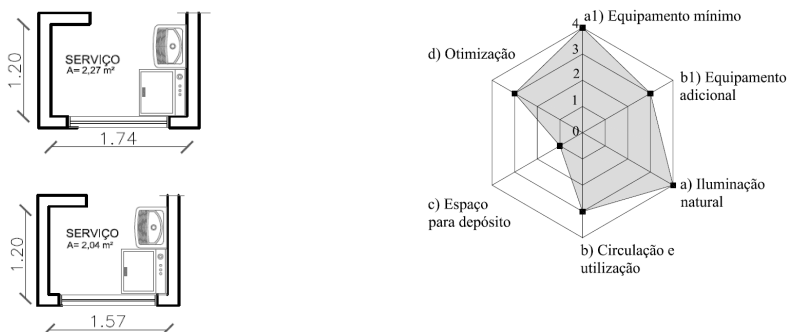


Figura 61 - a) Planta baixa área de serviço tipo a com 1,74m de largura. b) Planta baixa área de serviço Tipo A com 1,57m. c) Modelo radar da área de serviço Tipo A e B.

No quadro 20 e na figura 62, pode-se observar que o compartimento área de serviço, tanto do Tipo A quanto do Tipo B atende aos quesitos de funcionalidade com IFC=18. O único quesito desfavorável em ambos os casos é o espaço para depósito, sendo inexistente, mas que poderá ser incorporado com alguns ajustes na construção e no layout.

#### 4.4.7.2 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo A

Os valores obtidos através do IFC dos compartimentos foram agrupados para um melhor entendimento do IFH da unidade habitacional, levando em consideração que o Indicador de Funcionalidade da Habitação IFH é o somatório dos Indicadores de Funcionalidade dos Compartimentos IFC. O quadro 21 são mostrados os compartimentos da Habitação tipo a com seus respectivos conceitos.

Quadro 19 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto casal (A=9,00m <sup>2</sup> )	2	0	4	1	2	2	11	Precário
Quarto filho (A=8,16m <sup>2</sup> )	2	4	0	1	4	2	13	Parcial
Estar / jantar (A=12,85m <sup>2</sup> )	2	0	4	4	2	3	15	Parcial
Cozinha (A=6,00m <sup>2</sup> )	4	0	3	4	4	4	19	Atende
Banheiro (A=2,82m <sup>2</sup> )	4	0	2	0	2	4	13	Parcial
Área serviço (A=2,27m <sup>2</sup> )	4	3	4	3	1	3	18	Atende
<b>IFH</b>							<b>89</b>	<b>Parcial</b>

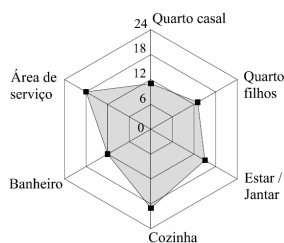
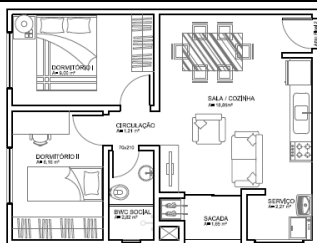


Figura 62 - a) Planta baixa da habitação Tipo A. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo A.

Realizando o somatório dos Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo A, obteve-se no quadro 21 um IFH=88, onde se pode concluir, de acordo com método utilizado, que a habitação é classificada como atende Parcialmente aos quesitos.

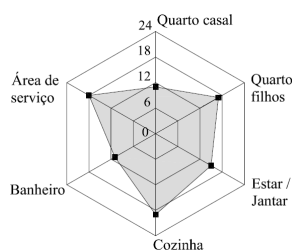
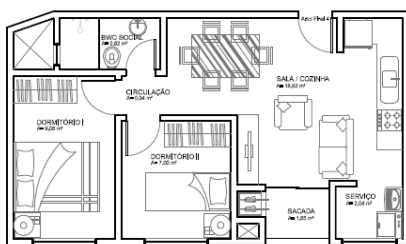
Analisando a figura 63 que corresponde ao IFH, percebe-se que as deformações em relação a forma de um hexágono demonstra quais são os compartimentos inadequados ao uso. Observa-se que o quarto do casal, quarto dos filhos, sala de estar e jantar e banheiro necessitam de propostas alternativas pois apresentam o índice de funcionalidade inferior ao adequado, IFC=18, obtendo o conceito Precário ou Parcial.

#### 4.4.7.3 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo B

O quadro 22 apresenta o desempenho da unidade habitacional Tipo B, demonstrando os indicadores de funcionalidade de cada compartimento e o somatório dos mesmos para avaliação do desempenho da unidade habitacional através do IFC.

Quadro 20 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto casal (A=9,00m <sup>2</sup> )	2	0	4	1	2	2	11	Precário
Quarto filho (A=7,00m <sup>2</sup> )	4	0	4	4	4	4	20	Atende
Estar / jantar (A=13,35m <sup>2</sup> )	2	0	4	4	2	3	15	Parcial
Cozinha (A=5,25m <sup>2</sup> )	4	0	3	4	4	4	19	Atende
Banheiro (A=2,82m <sup>2</sup> )	4	0	2	0	2	3	11	Precário
Área serviço (A=2,04m <sup>2</sup> )	4	3	4	3	1	3	18	Atende
<b>IFH</b>							<b>94</b>	<b>Atende</b>



+Figura 63 - a) Planta baixa da habitação Tipo B. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo B.

Ao somar os Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo B, chegou-se ao IFH=94. De acordo com quadro 22, pode-se concluir que a habitação é classificada como atende aos quesitos. Analisando a figura 64, percebe-se que o formato diferente de um hexágono demonstra os compartimentos inadequados ao uso. Nesta habitação, os casos que necessitam de propostas alternativas são o quarto do casal, sala de estar e jantar e o banheiro, pois apresentam o índice de funcionalidade inferior ao adequado, IFC=18, obtendo o conceito Precário ou Parcial (Quadro 22).

#### 4.4.7.4 Avaliação da Funcionalidade das Unidades Habitacionais

Levando em consideração o baixo desempenho obtido nos compartimentos das unidades habitacionais A e B quanto a funcionalidade, foram propostas pequenas alterações, mantendo a mesma área construída das unidades, além disto, foram propostos novos layouts para os compartimentos de modo a explicitar as potencialidades

do método para melhoria do uso da habitação. A figura 65 mostra as alterações propostas com linhas tracejadas.

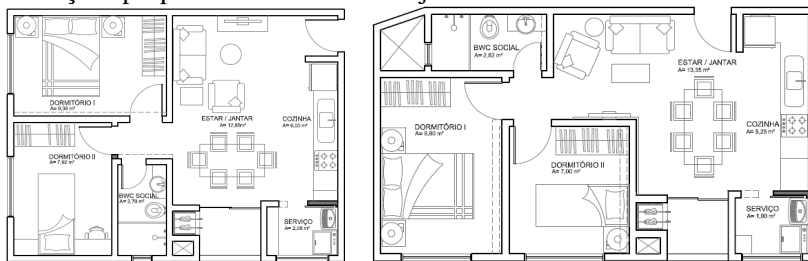


Figura 64 - a) Planta baixa da habitação Tipo A. b) Planta baixa da habitação Tipo B.

Na habitação Tipo A (figura 65 a) foi proposto um deslocamento de 10 cm entre os dormitórios I e II com objetivo de adequar a área dos compartimentos e suas circulações. O mesmo foi proposto na habitação Tipo B (figura 65 b). Nos quadros que seguem, são demonstradas as alterações propostas em cada compartimento, bem como em seu layout e os novos indicadores de funcionalidade obtidos.

O quadro 23 mostra os indicadores obtidos no dormitório de casal após algumas adaptações em relação a dimensão do compartimento e seu layout.

Quadro 21 - Funcionalidade do Compartimento quarto de casal com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto de Casal Tipo A	3	0	4	4	3	4	18	Atende
Quarto de Casal Tipo B	3	0	4	4	4	4	19	Atende

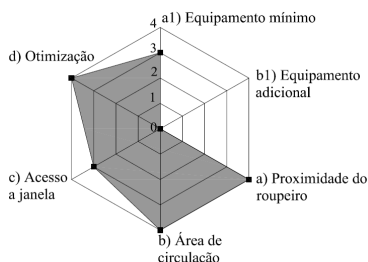
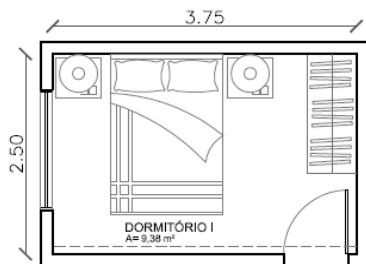


Figura 65 - a) Planta baixa quarto casal Tipo A. b) Radar quarto casal Tipo A.

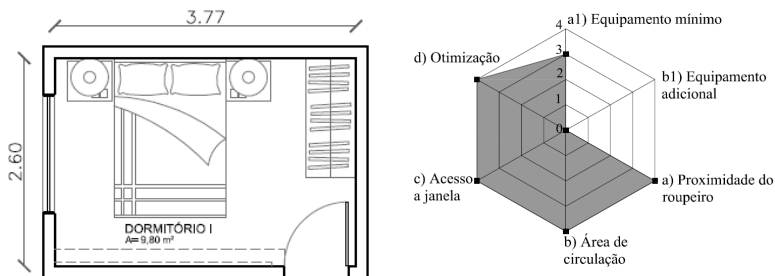


Figura 66 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo B. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo B.

Na habitação Tipo A (figura 66), foi possível deslocar a parede apenas 10 cm, melhorando a circulação, porém não atingindo o mínimo recomendado de 60cm. Houve melhorias na funcionalidade com a inclusão de um criado mudo e também em relação ao acesso a janela, onde é permitido até 40cm em situação crítica, neste caso ficou com 55cm. No Tipo B (figura 67), foi possível deslocar a parede em 20 cm, aumentando a circulação entre a mesma e a cama para 60 cm, atendendo desta forma o quesito área de circulação e acesso a janela que anteriormente era inadequado. A alteração no layout ocorreu acrescentando um criado mudo para atendimento dos equipamentos mínimos. Estes pequenos ajustes contribuíram para uma melhora na funcionalidade do compartimento, passando de um IFC=11 para o IFC=18 no Tipo A e IFC=19 no Tipo B, mudando de um ambiente com funcionalidade precária para atende.

### Compartimento Dormitório dos filhos

Por meio do quadro 24 pode-se observar os novos indicadores obtidos no dormitório dos filhos após as adaptações realizadas no layout e na dimensão do compartimento.

Quadro 22 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto dos Filhos Tipo a	2	4	4	4	4	4	22	Atende
Quarto dos Filhos Tipo b	4	0	4	4	4	4	20	Atende

As figuras 68 e 69 apresentam as plantas baixas do quarto dos filhos e seu desempenho quanto a funcionalidade, tanto do Tipo A e Tipo B.

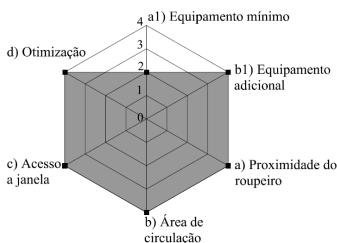
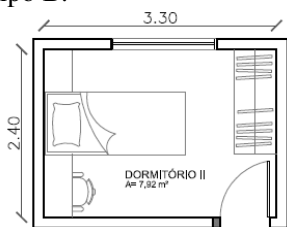


Figura 67 - a) Planta baixa quarto dos filhos tipo A adaptado. b) Modelo radar do quarto dos filhos tipo A.

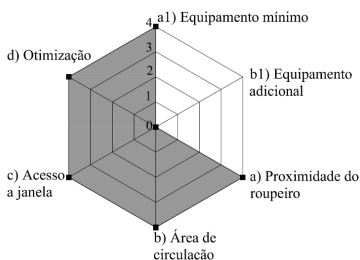
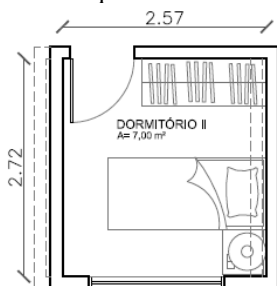


Figura 68 - a) Planta baixa quarto dos filhos tipo B adaptado. b) Modelo radar do quarto dos filhos tipo B.

Na figura 68, observa-se que não foi necessário intervir nas dimensões do compartimento, algumas adaptações no layout foram suficientes para a crescente funcionalidade do quarto dos filhos Tipo A. O único quesito que não foi possível atender na totalidade foi o do equipamento mínimo, pois existe a possibilidade de colocar mais uma cama de solteiro, quando o recomendado são duas camas. O IFC passou de 13 (parcial) para 22 (atende). Já no Tipo B, não houve melhorias, mantendo o mesmo desempenho, que já era favorável com IFC=20, a linha tracejada demonstra apenas o deslocamento das paredes que correspondem ao quarto do casal e não interferiram na funcionalidade deste compartimento.



## Compartimento Sala de estar e jantar

Com alterações no layout da sala de estar e jantar foi possível um considerável aumento da funcionalidade do ambiente, conforme mostrado no quadro 25.

Quadro 23 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Estar e jantar Tipo a	3	4	4	4	4	4	23	Atende
Estar e jantar Tipo b	4	3	4	4	4	4	23	Atende

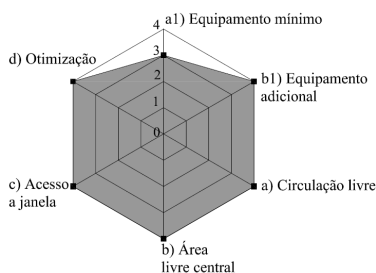
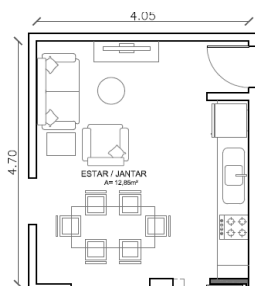


Figura 69 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A.

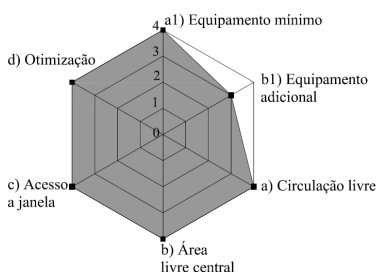
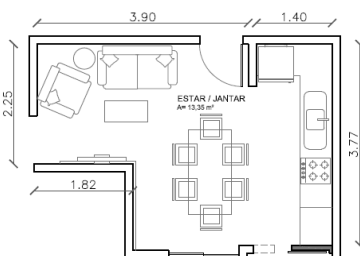


Figura 70 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar do sala de estar e jantar Tipo B.

Conforme pode ser observado nas figuras 70 e 71, em ambos os casos, foi efetuado a inversão da posição da sala de jantar com estar, possibilitando um melhor aproveitamento do espaço. No caso do jantar,

a proximidade da mesa com a cozinha e churrasqueira possibilita uma melhor funcionalidade em relação a otimização e a circulação, já o estar ficou mais integrado e próximo da entrada, também tendo sua circulação favorável, além do espaço livre central. Houve melhorias significativas em todos os quesitos, onde o IFH=15 funcionalidade parcial, passou para o IFH=23, atendendo o desempenho de funcionalidade.

### Compartimento Cozinha

O quadro 26 apresenta os novos indicadores de funcionalidade do compartimento cozinha.

Quadro 24 - Funcionalidade do Compartimento cozinha com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Cozinha Tipo A	4	2	4	4	4	4	22	Atende
Cozinha Tipo B	4	2	4	4	4	4	22	Atende

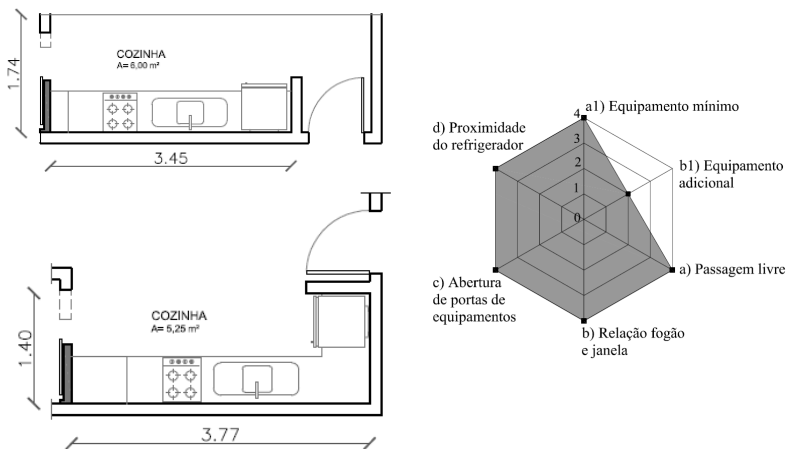


Figura 71 - a) Planta baixa cozinha Tipo A. b) Planta baixa cozinha Tipo B. c) Modelo radar do cozinha Tipo A e Tipo B.

O compartimento cozinha da habitação Tipo A e Tipo B, mesmo possuindo configurações diferentes, apresentou o mesmo indicador de funcionalidade IFC=22 (atende), conforme pode ser observado no quadro 26 e na figura 72 c. Em ambos os casos, o único quesito que foi

atendido precariamente refere-se ao equipamento adicional. Não foi possível colocar uma mesa auxiliar, apenas um armário suspenso. Foi colocada uma parede entre a cozinha e a área de serviço, possibilitando o ganho deste equipamento adicional conforme foi mostrado nas figuras 72 a e 72b.

### Compartimento Banheiro

O banheiro, foi o compartimento com menor desempenho nas unidades habitacionais avaliadas, conforme apresentado no quadro 27, não sendo possível grandes alterações do ponto de vista construtivo.

Quadro 25 - Funcionalidade do Compartimento banheiro com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Banheiro Tipo A	4	0	4	0	3	4	15	Parcial
Banheiro Tipo B	4	0	4	0	2	3	13	Parcial

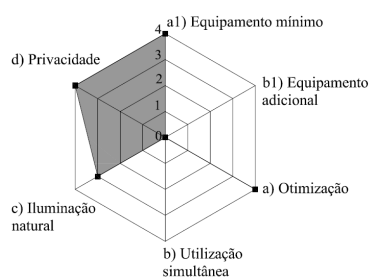
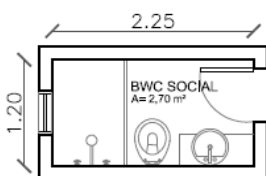


Figura 72 - a) Planta baixa banheiro Tipo A. b) Modelo radar do banheiro Tipo A.

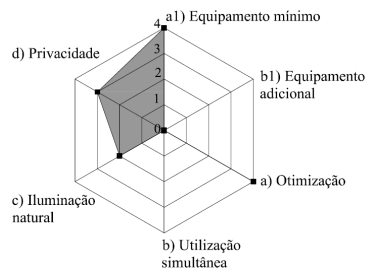
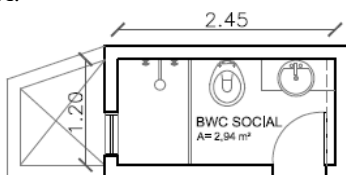


Figura 73 - a) Planta baixa banheiro Tipo B. b) Modelo radar do banheiro Tipo B.

Analisando as figuras 73 e 74, observa-se que foi possível melhorias apenas no quesito otimização, com a localização dos equipamentos em linha reta, em uma única parede, favorecendo desta forma a circulação. Os demais quesitos permaneceram com os mesmos índices apresentados anteriormente, onde o banheiro do tipo a apresenta melhor desempenho no quesito privacidade e iluminação natural, já que possui abertura para rua, enquanto que no tipo b, a janela está em um duto de ventilação e iluminação (figura 74 a).

### Compartimento Área de serviço

A área de serviço foi o compartimento com melhor desempenho, conforme pode ser observado no quadro 28.

Quadro 26 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Área de serviço Tipo A	4	4	4	4	4	4	24	Supera
Área de serviço Tipo B	4	4	4	4	3	4	23	Atende

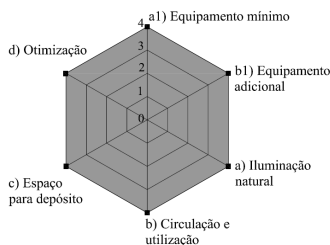
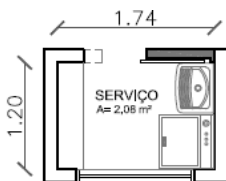


Figura 74 - a) Planta baixa área de serviço Tipo A. b) Modelo radar da área de serviço Tipo A.

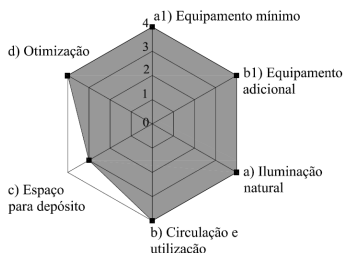


Figura 75 - a)Planta baixa área serviço Tipo B. b)Radar área de serviço Tipo B.

Com a inclusão de uma parede entre a área de serviço e a cozinha (figuras 75a e 76a), foi possível acrescentar o equipamento adicional e o espaço para depósito de material de limpeza e tábua de passar roupa. No tipo a todos os quesitos foram atingidos com IFC=24, superando a funcionalidade deste compartimento conforme figura 75 b. No Tipo B, o único quesito que não foi superado, refere-se ao espaço para depósito, mas apresentando também um desempenho positivo com IFC=24.

O quadro 29 apresenta o desempenho da unidade habitacional tipo a considerando as adaptações efetuadas, demonstrando os indicadores de funcionalidade de cada compartimento e o somatório dos mesmos para avaliação do desempenho da unidade habitacional através do IFC.

Quadro 27 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A com modificações.

Compartimento (Tipo a)	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto casal (A=9,38m <sup>2</sup> )	3	0	4	4	3	4	18	Atende
Quarto filho (A=7,92m <sup>2</sup> )	2	4	4	4	4	4	22	Atende
Estar / jantar (A=12,85m <sup>2</sup> )	3	4	4	4	4	4	23	Atende
Cozinha (A=6,00m <sup>2</sup> )	4	2	4	4	4	4	22	Atende
Banheiro (A=2,70m <sup>2</sup> )	4	0	4	0	3	4	15	Parcial
Área serviço (A=2,08m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	4	4	24	Supera
<b>IFH</b>							<b>124</b>	<b>Supera</b>

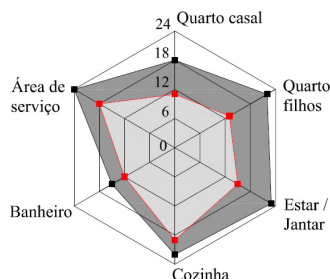
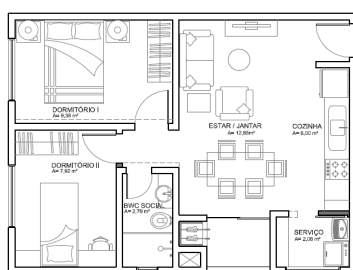


Figura 76 - a) Planta baixa Tipo A. b) Modelo radar Tipo A com modificações.

Realizando o somatório dos Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo A, obteve-se um IFH=124, demonstrando que com as pequenas alterações realizadas através do deslocamento das paredes (figura 77), a habitação foi classificada como supera nos indicadores de funcionalidade. Através da figura 77b demonstra-se o desempenho anterior (linha e pontos vermelhos) e o atual, onde se pode concluir que houve melhoria em todos os quesitos. Observa-se que o banheiro e a cozinha foram os compartimentos com as menores alterações.

No quadro 30, pode se observar o desempenho da unidade habitacional Tipo B, considerando as adaptações efetuadas.

Quadro 28 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B com modificações.

Compartimento (Tipo b)	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto casal (A=9,80m <sup>2</sup> )	3	0	4	4	4	4	19	Atende
Quarto filho (A=7,00m <sup>2</sup> )	4	0	4	4	4	4	20	Atende
Estar / jantar (A=13,35m <sup>2</sup> )	4	3	4	4	4	4	23	Atende
Cozinha (A=5,25m <sup>2</sup> )	4	2	4	4	4	4	22	Atende
Banheiro (A=2,70m <sup>2</sup> )	4	0	4	0	3	3	13	Parcial
Área serviço (A=1,90m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	3	4	23	Atende
<b>IFH</b>							<b>120</b>	<b>Supera</b>

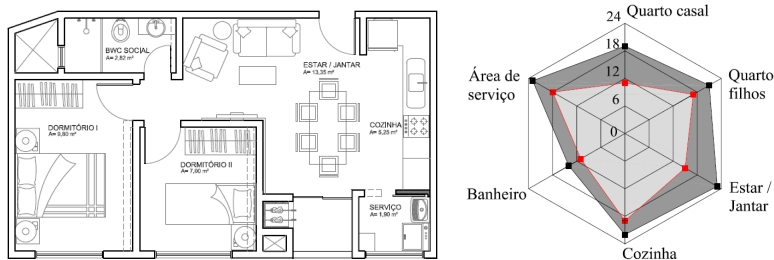


Figura 77 - a) Planta baixa Tipo B. b) Modelo radar Tipo B com adaptações.

O somatório dos Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo B, resultou no IFH=120, superando os indicadores de funcionalidade estabelecidos. Observando a figura 78, percebe-se que o formato diferente de um hexágono demonstra os

compartimentos com menor desempenho, que neste caso foi o banheiro, não obtendo grandes mudanças em relação a situação anterior.

#### 4.4.8 Caracterização dos sistemas construtivos

O empreendimento, será executado com fundações e estrutura em concreto armado, fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos convencionais e coberturas com telhas de fibrocimento. A Edificação possui oito níveis de pisos, com área total edificada de 8.068,11 m<sup>2</sup>, implantada no Bairro São Luíz, na cidade de Criciúma (SC).

As discriminações que seguem foram elaboradas com a finalidade de descrever os elementos e materiais utilizados na construção, bem como fornecer as características dos materiais utilizados nas seguintes etapas: implantação, fundações, sistema estrutural, vedações, esquadrias e cobertura.

##### 4.4.8.1 Implantação

O terreno onde o empreendimento foi implantado não possuía edificações que necessitassem ser demolidas, conforme apresentado na figura 79 a. Como o terreno se apresenta com topografia irregular, foi necessário executar aterros, figura 79 b, utilizando-se material solto e com umidade adequada, devidamente compactado por meios mecânicos ou manuais, até ser atingido o grau de compactação estabelecido.



Figura 78 – a) Terreno em seu estado original. b) Terreno com desnível e aterro.

A locação da obra foi feita em conformidade com os projetos de urbanização e arquitetura e foi realizada por topógrafo com supervisão do engenheiro responsável pela execução da obra. Também foram utilizados gabaritos como elementos auxiliares. As figuras 79 a e b apresentam o terreno em seu estado original, durante as etapas de aterro e regularização.

#### 4.4.8.2 Fundações

As fundações são do tipo semi-direta, constituídas por estacas moldadas no local com armadura de aço e concreto, associadas a vigas baldrames travando todo o sistema estrutural da fundação. A escavação mecânica ocorreu por meio de trado. Não foram executados blocos de fundação, sendo que os pilares nascem diretamente das estacas que tem profundidade média de 8,15 m.

As figuras 80 a e b mostram a etapa de perfuração por meio de broca para posterior concretagem das fundações.



Figura 79 – a) Broca iniciando a perfuração. b) Perfuração pronta aguardando a armadura e concretagem.

Após a etapa de perfuração, foram colocadas as armaduras de aço CA 50 e 60 e efetuado a concretagem das estacas com concreto com resistência de 25 MPa dimensionadas para suportar os esforços solicitantes, conforme demonstrado na figura 81.



Figura 80 – a) Colocação da armadura. b) Concretagem e colocação das esperas do pilar.

As figuras 82 a e b mostram que os pisos térreos possuem contrapiso armado resistente para tráfego de veículos, com as devidas



impermeabilizações e drenagens. O respaldo das vigas baldrames que estão em contato com o solo foram impermeabilizadas com 02 demãos de hidroasfalto. Os fundos das valas foram apiloados com intuito de evitar posteriores recalques. Os contrapisos em contato direto com o solo, onde não está previsto tráfego de veículos, foram executados sobre lastro de brita nº1 com 3 cm de espessura.



Figura 81 – a e b) Contrapiso armado resistente ao tráfego de veículos.

#### 4.4.8.3 Sistema estrutural

O sistema estrutural é composto por vigas, lajes e pilares em concreto armado. Os elementos construtivos são compostos de vigas, lajes e pilares em concreto armado, com resistência de 30 MPa, conforme apresentado nas figuras 83.



Figura 82 – a) Laje concretada e formas dos pilares em madeira do Bloco B. b) Bloco A ao fundo com sistema de vigas e pilares.

Nas figuras 84 a e b, pode-se observar que as lajes são pré-moldadas com vigotas de concreto e telas cerâmicas. As vigotas devem se apoiar pelo menos 5 cm de cada lado da parede. As telas são encaixadas sobre as vigotas, sendo que a primeira e a última carreiras de

lajotas podem ser apoiadas na própria viga. As formas em madeira de caixaria, as escoras em eucalipto e as armações em aço.



Figura 83 – a) Escoras em eucalipto, vigas e fechamento . b) Lajes com vigotas de concreto e tabelas de cerâmica.

As formas dos pilares foram executadas em chapa de madeira de boa qualidade com objetivo de evitar descolamentos, prejudicando a superfície de concreto. Os pilares foram travados de modo a não permitir o aumento da seção de projeto decorrente da concretagem. As formas das vigas foram travadas de modo a não permitir a abertura das mesmas, produzindo aumento de seção e derramamento de concreto.

As armaduras dos pilares deverão obedecer às medidas e alinhamentos de projeto, amarradas umas as outras de modo a garantir a resistência do amarração na concretagem. As armaduras das vigas deverão obedecer às medidas de projeto, amarradas fortemente umas as outras evitando que as armaduras se soltem.

A concretagem dos pilares e vigas foi feita através de bomba lança.

#### 4.4.8.4 Vedações

As vedações são constituídas de material não portante com blocos cerâmicos vazados fabricados na região. As paredes serão em alvenaria de blocos cerâmicos vazados de 8 furos com dimensões de 11,5cm x 19 cm x 19cm tanto nas vedações internas quanto nas externas com espessura de 15 cm, conforme figuras 85 a e b.



Figura 84 – a e b) Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos de 8 furos.

Para o assentamento dos blocos foi utilizada argamassa com traço de 1:7 (cimento e argamassa pronta). As fiadas foram niveladas, alinhadas e prumadas, com juntas na espessura de 20mm. A argamassa de assentamento é produzida no local conforme quadro 31.

Quadro 29– Traços utilizados na obra.

Etapa	Traço
Chapisco	1:3 (cimento/areia grossa)
Reboco externo	1:6 (cimento/argamassa pronta)
Reboco interno	1:7 (cimento/argamassa pronta)
Reboco de teto	1:6 (cimento/argamassa pronta)
Assentamento alvenaria	1:7 (cimento/argamassa pronta)

Através das figuras 86 a e b pode-se observar as vergas e contra-vergas. São pré-fabricadas e suas dimensões variam de acordo com os vãos das esquadrias.



Figura 85 – a e b) Vergas e contra-vergas.

#### 4.4.8.5 Esquadrias

As portas dos compartimentos internos são de madeira semi-oca e as portas das áreas externas são de alumínio. As janelas são de alumínio.

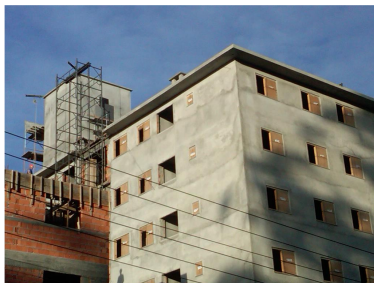


Figura 86 – a e b) Esquadrias da fachada.

As esquadrias externas do empreendimento são em alumínio e vidro. Já as portas internas são em madeira conforme quadro 32.

Quadro 30 – Quadro de esquadrias.

<b>PORTAS</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Material</b>	<b>Tipo e modelo</b>	<b>Dimensão</b>
Sala	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,80 x 2,10
Sacada	Alumínio	2 folhas de correr	1,40 x 2,20
Dormitório 1	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,80 x 2,10
Dormitório 2	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,80 x 2,10
Banheiro	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,70 x 2,10
Hall Térreo	Alumínio	1 folha de abrir, alumínio natural	0,90 x 2,10
Entrada	Alumínio	1 folha de abrir, alumínio natural	1,20 x 2,10
Quiosque	Alumínio	2 folhas de correr	0,75 x 2,10
Guarita	Madeira	1 folha de abrir, lisa, maciça.	0,80 x 2,10
<b>JANELAS E BASCULANTES</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Material</b>	<b>Tipo e modelo</b>	<b>Dimensão</b>
Dormitório 1	Alumínio	3 folhas móveis, 1 folha com vidro 3mm, 1 folha com ventilação e 1 sem ventilação	1,40 x 1,10
Dormitório 2	Alumínio	3 folhas móveis, 1 folha com vidro 3mm, 1 folha com ventilação e 1 sem ventilação	1,40 x 1,10
Área de Serviço	Alumínio	2 folhas móveis, para vidro, com veneziana.	1,20 x 1,10
Banheiro Social	Alumínio	Maxi-ar com 1 folha	0,50 x 0,60
Escada	Alumínio	Maxi-ar com 1 folha	0,70 x 0,70

Fonte: Construtora A.



#### 4.4.8.6 Cobertura

A cobertura do edifício é composta por laje, estrutura e telhamento. A laje de cobertura é pré-moldada com vigotas de concreto e telhas cerâmica. A estrutura foi executada com madeira de eucalipto tratado com inseticida e fungicida, com as dimensões necessárias a perfeita condição de estabilidade e segurança, ver figuras 88 a e b.

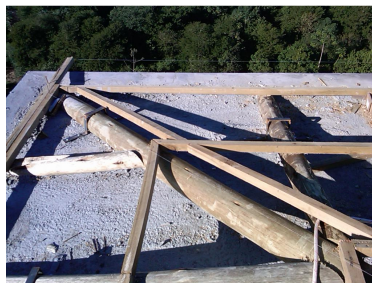


Figura 87 – a e b) Estrutura do telhado.

As telhas são de fibrocimento, seguindo as recomendações do projeto quanto ao caimento e obedecendo às especificações do fabricante, conforme figuras 89 a e b.



Figura 88 – a) Telhamento. b) Duto.

Os rufos e contra-rufos foram executados em alumínio com largura necessária para o bom isolamento. Estão instalados no perímetro dos dutos de ventilação, churrasqueiras, reservatório superior e casa de máquinas, mostrado na figura 89b.

#### 4.4.9 Avaliação da reciclabilidade dos edifícios habitacionais construídos com materiais virgens, reciclados e índices de reciclabilidade do projeto

Tanto o impacto ambiental dos conjuntos habitacionais, quanto os índices de reciclabilidade do projeto analisados foram calculados de acordo com o método estabelecido por Vefago (2012), já descritos no Capítulo 2 deste trabalho. Objetivando o estudo mais detalhado, inicialmente o projeto foi dividido em seis sistemas, contemplando os materiais utilizados em cada um com suas respectivas massas em kg/m<sup>2</sup> da área construída conforme pode ser visualizado na tabela 1.

Tabela 1 - Divisão do projeto em sistemas com seus materiais e massas.

Sistema	Massa (kg/m <sup>2</sup> )	Massa (% da habitação)
<b>Fundação</b>		
Aço	0,94	0,06
Concreto	27,01	1,79
<b>Estrutura</b>		
Aço	10,74	0,71
Concreto	1014,00	67,14
Bloco cerâmico	69,3	4,59
Argamassa	20,00	1,32
Piso cerâmico	14,80	0,98
<b>Vedação interna</b>		
Bloco cerâmico	149,91	9,93
Tinta	0,11	0,007
Argamassa	95,12	6,30
Madeira	2,24	0,15
<b>Vedação externa</b>		
Bloco cerâmico	80,33	5,32
Tinta	0,10	0,007
Argamassa	18,26	1,21
Alumínio (janela)	0,48	0,03
Vidro (janela)	0,78	0,05
<b>Instalações</b>		
PVC (fios)	0,80	0,05
Cobre (fios)	0,40	0,03
<b>Cobertura</b>		
Madeira	0,62	0,04
Fibrocimento	4,29	0,28
<b>Total</b>	<b>1510,23</b>	<b>100</b>

Na análise proposta utilizam-se os materiais mais representativos de cada sistema, cujas massas foram calculadas de acordo com o projeto e informações fornecidas pela construtora. Por meio das informações disponibilizadas, foram calculados os consumos de cada material para um edifício com área construída de 3150,00m<sup>2</sup>. Como no cálculo da energia incorporada e emissão de CO<sub>2</sub> os valores são expressos em kg/m<sup>2</sup>, os valores foram convertidos utilizando as densidades dos materiais contidas na NBR 15220. As plantas baixas e os cortes da edificação, assim como as informações dos fabricantes foram relevantes na mensuração das quantidades. Vale ressaltar que se tratam de valores aproximados, pois o trabalho não busca a precisão dos valores e sim uma análise comparativa do uso de materiais virgens e reciclados, do quanto poderia ser construído a mais, considerando a economia de energia incorporada e dióxido de carbono ao se utilizar materiais reciclados. Os cálculos dos valores ambientais estão diretamente relacionados com a massa dos materiais de construção utilizados nos edifícios. Desta forma, para o cálculo, são necessários os dados ambientais destes materiais em seu estado virgem e reciclado apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Média dos dados ambientais dos materiais virgens e reciclados utilizados nos estudos de caso.

<b>Material</b>	<b>Energia incorporada MJ/kg</b>	<b>Emissão de CO<sup>2</sup> kgCO<sup>2</sup>/kg</b>
<b>Aço</b>		
Virgem	30,6	2,6
Atual (42% reciclado)	22,3	1,74
100% reciclado	9,9	0,7
<b>Alumínio</b>		
Virgem	219	12,4
Atual (33% reciclado)	155	9,16
100% reciclado	19,68	1,26
<b>Cobre</b>		
Virgem	71	5,02
Atual (37% reciclado)	42	2,71
100% reciclado	17,66	1,72
<b>Polietileno</b>		
Virgem	82,7	2,31
100% reciclado	34	0,865
<b>PVC</b>		
Virgem	78	2,87
100% reciclado	34	1,007

<b>Vidro</b>		
Virgem	15,25	0,88
100% reciclado	9,16	0,48
<b>Concreto</b>		
Virgem	1,15	0,15
<b>Madeira</b>		
Virgem	18,33	0,75
<b>Argamassa</b>		
Virgem	4,51	0,74
<b>Bloco Cerâmico</b>		
Virgem	3,0	0,2
<b>Revestimento Cerâmico</b>		
Virgem	12	0,78
<b>Tinta</b>		
Virgem	70	2,91
<b>Fibrocimento</b>		
Virgem	37	2,70

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

#### 4.4.9.1 Energia incorporada nos materiais do edifício

O cálculo da energia incorporada necessária para a produção dos materiais foi realizado de acordo com os sistemas do projeto já estabelecidos. O cálculo consiste na multiplicação das massas encontradas anteriormente, representadas na tabela 1 pelos dados ambientais de cada material apresentados na tabela 2. Neste estudo, além dos materiais de construção virgens (convencionais) e dos materiais 100% reciclados, também serão avaliados os consumos caso os materiais metálicos fossem substituídos por reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual (aço 42%, alumínio 33% e cobre 37%) conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 – Energia incorporada dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.

Sistemas e materiais	Consumo energético					
	Virgem		Reciclados 100%		Reciclados atual	
	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fundação</b>						
Aço	28,76	0,78	9,31	0,28	20,96	0,59
Concreto	31,06	0,85	31,06	0,95	31,06	0,88
<b>Estrutura</b>						
Aço	328,64	8,96	106,33	3,25	239,5	6,79



Concreto	1166,10	31,81	1166,10	35,69	1166,10	33,06
Tabela cerâmica	207,90	5,67	207,90	6,36	207,90	5,89
Argamassa	90,20	2,46	90,20	2,76	90,20	2,56
Piso cerâmico	177,60	4,84	177,60	5,44	177,60	5,04
<b>Vedação interna</b>						
Bloco cerâmico	449,73	12,27	449,73	13,76	449,73	12,75
Tinta	7,70	0,21	7,70	0,24	7,70	0,22
Argamassa	428,99	11,70	428,99	13,13	428,99	12,16
Madeira	41,06	1,12	41,06	1,26	41,06	1,16
<b>Vedação externa</b>						
Bloco cerâmico	240,99	6,57	240,99	7,38	240,99	6,83
Tinta	7,00	0,19	7,00	0,21	7,00	0,20
Argamassa	82,35	2,25	82,35	2,52	82,35	2,34
<b>Alumínio</b>	<b>105,12</b>	<b>2,87</b>	<b>9,45</b>	<b>0,29</b>	<b>74,40</b>	<b>2,11</b>
<b>Vidro</b>	<b>11,89</b>	<b>0,32</b>	<b>7,14</b>	<b>0,22</b>	<b>11,89</b>	<b>0,34</b>
<b>Instalações</b>						
PVC	62,40	1,70	27,20	0,83	62,40	1,77
<b>Cobre</b>	<b>28,4</b>	<b>0,77</b>	<b>7,06</b>	<b>0,22</b>	<b>16,80</b>	<b>0,48</b>
<b>Cobertura</b>						
Madeira	11,36	0,31	11,36	0,35	11,36	0,32
Fibrocimento	158,73	4,33	158,73	4,86	158,73	4,50
<b>Total</b>	<b>3665,98</b>	<b>100</b>	<b>3267,26</b>	<b>100</b>	<b>3526,72</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

A tabela 3 mostra a energia incorporada na produção dos materiais de construção convencionais, dos materiais metálicos 100% reciclados e reciclados de acordo com a média mundial atual. Porém, apenas os metais são considerados como reciclados em função de serem os únicos que podem sofrer este processo no final do seu ciclo de vida ou do ciclo de vida do edifício. Quanto aos plásticos, além de não serem reciclados atualmente, representam uma pequena parcela dentro dos materiais utilizados no conjunto.

De acordo com a tabela 3, observa-se a influência dos metais na energia incorporada do conjunto, apesar de sua massa ser baixa em relação ao conjunto como um todo. Os metais correspondem a aproximadamente 1% da massa total do edifício, porém a energia incorporada do sistema pode ser reduzida em 11% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados, baixando de 3665,98 MJ/m<sup>2</sup> para 3267,26 MJ/m<sup>2</sup> ou em 4% com a utilização de produtos metálicos reciclados de acordo com a média mundial, 3665,98 MJ/m<sup>2</sup> para 3526,72 MJ/m<sup>2</sup>. A diferença total de energia incorporada, considerando os materiais 100% reciclados é de 398,72 MJ/m<sup>2</sup>.

#### 4.4.9.2 Emissão de CO<sub>2</sub> na produção de materiais e componentes do edifício

Para o cálculo da emissão de CO<sub>2</sub>, foi utilizado o mesmo procedimento utilizado no cálculo da energia incorporada, multiplicando as massas calculadas anteriormente e representadas na tabela 1 pelos dados ambientais referentes a emissão de CO<sub>2</sub> de cada material apresentados na tabela 2. Neste caso, também foram considerados além dos materiais de construção virgens (convencionais), os materiais 100% reciclados e os materiais metálicos reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual (aço 42%, alumínio 33% e cobre 37%) conforme apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – CO<sub>2</sub> dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.

Sistemas e materiais	Emissões de CO <sub>2</sub>					
	Virgem		Reciclados 100%		Reciclados atual	
	kgCO <sub>2</sub> /kg	(%)	kgCO <sub>2</sub> /kg	(%)	kgCO <sub>2</sub> /kg	(%)
<b>Fundação</b>						
Aço	<b>2,44</b>	<b>0,64</b>	<b>0,66</b>	<b>0,19</b>	<b>1,64</b>	<b>0,44</b>
Concreto	4,05	1,06	4,05	1,15	4,05	1,10
<b>Estrutura</b>						
Aço	<b>27,92</b>	<b>7,31</b>	<b>7,52</b>	<b>2,14</b>	<b>18,69</b>	<b>5,06</b>
Concreto	152,10	39,82	152,10	43,30	152,10	41,17
Tavela cerâmica	13,86	3,63	13,86	3,95	13,86	3,75
Argamassa	14,80	3,87	14,80	4,21	14,80	4,01
Piso cerâmico	11,54	3,02	11,54	3,29	11,54	3,12
<b>Vedação interna</b>						
Bloco cerâmico	29,98	7,85	29,98	8,53	29,98	8,11
Tinta	0,32	0,08	0,32	0,09	0,32	0,09
Argamassa	70,39	18,43	70,39	20,04	70,39	19,05
Madeira	1,68	0,44	1,68	0,48	1,68	0,45
<b>Vedação externa</b>						
Bloco cerâmico	16,07	4,21	16,07	4,57	16,07	0,13
Tinta	0,29	0,08	0,29	0,08	0,29	3,13
Argamassa	13,51	3,54	13,51	3,85	13,51	0,62
<b>Alumínio</b>	<b>5,95</b>	<b>1,56</b>	<b>0,60</b>	<b>0,17</b>	<b>4,40</b>	<b>0,29</b>
<b>Vidro</b>	<b>0,69</b>	<b>0,18</b>	<b>0,37</b>	<b>0,11</b>	0,69	<b>4,35</b>
<b>Instalações</b>						
PVC	<b>2,30</b>	<b>0,60</b>	<b>0,81</b>	0,23	2,30	0,08
<b>Cobre</b>	<b>2,01</b>	<b>0,53</b>	<b>0,69</b>	<b>0,20</b>	<b>1,08</b>	<b>3,66</b>
<b>Cobertura</b>						
Madeira	0,47	0,12	0,47	0,13	0,47	1,19

Fibrocimento	11,58	3,03	11,58	3,30	11,58	0,19
<b>Total</b>	<b>381,95</b>	<b>100</b>	<b>351,29</b>	<b>100</b>	<b>369,44</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

Por meio dos resultados obtidos, percebe-se que assim como a energia incorporada, o CO<sub>2</sub> dos metais tem grande influência no total de emissões. Neste caso houve uma redução de 8,1% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados baixando de 381,95 kgCO<sub>2</sub>/kg para 351,29 95 kgCO<sub>2</sub>/kg, e de 3,3% com a utilização de produtos metálicos reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual, de 381,95 kgCO<sub>2</sub>/kg para 369,44 kgCO<sub>2</sub>/kg. A diferença total de emissões de CO<sub>2</sub>, considerando os materiais 100% reciclados é de 30,66 kgCO<sub>2</sub>/kg.

#### 4.4.9.3 Determinação do índice de reciclabilidade

Os índices de reciclabilidade dos materiais são avaliados com base no projeto do edifício. São realizadas estimativas, substituindo alguns materiais que poderiam ser reciclados e outros reutilizados, de acordo com os sistemas que contemplam o estudo. Para a realização do cálculo são utilizadas as massas dos elementos já calculadas e apresentadas na tabela 1. Vale ressaltar que o cálculo está delimitado na fase de construção do edifício. Primeiramente são calculados os índices do projeto e materiais utilizados pela construtora. Posteriormente, são realizadas simulações considerando a utilização de materiais reciclados e reutilizados.

Tabela 5 - Quantidade e categoria dos materiais e componentes da construção.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
<b>Fundação</b>					
Aço	-	-	-	-	0,94
Concreto	-	-	-	-	27,01
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27,95</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,85</b>
<b>Estrutura</b>					
Aço	-	-	-	-	10,74
Concreto	-	-	-	-	1014
Tabela cerâmica	-	-	-	-	69,30
Argamassa	-	-	-	-	20
Piso cerâmico	-	-	-	-	14,80
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1128,84</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74,75</b>
<b>Vedação interna</b>					

Bloco cerâmico	-	-	-	-	149,91
Tinta	-	-	-	-	0,11
Argamassa	-	-	-	-	95,12
Madeira	-	-	-	-	2,24
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>247,38</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16,38</b>
<b>Vedação externa</b>					
Bloco cerâmico	-	-	-	-	80,33
Tinta	-	-	-	-	0,10
Argamassa	-	-	-	-	18,26
Alumínio	-	-	-	-	0,48
Vidro	-	-	-	-	0,78
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>99,95</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6,62</b>
<b>Instalações</b>					
PVC	-	-	-	-	0,80
Cobre	-	-	-	-	0,40
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,20</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,08</b>
<b>Cobertura</b>					
Madeira	-	-	-	-	0,62
Fibrocimento	-	-	-	-	4,29
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4,91</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,33</b>
<b>Total geral (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1510,23</b>
<b>Total (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

Tabela 6 - Índice de reciclabilidade do projeto do edifício.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
Massa(kg/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	1510,23
Percentual	0	0	0	0	100
Decimal	0	0	0	0	0,100
Hierarquia	100	75	50	25	0
Pontos	0	0	0	0	0
Índice de reciclabilidade do projeto	0,00				

Na tabela 5 foram quantificados e classificados os materiais que compõem cada material e sistema construtivo utilizado no projeto de acordo com sua categoria. A tabela 6 apresenta os índices de reciclabilidade obtidos no projeto do Edifício Residencial A com base nos seus materiais previstos inicialmente.

Nas tabelas 5 e 6 percebe-se que o índice de reciclabilidade do projeto é igual a zero, pois todos os materiais utilizados são de fontes virgens, o que penaliza todos os componentes e materiais que são multiplicados por zero.

Com intuito de aumentar a reciclabilidade são efetuadas algumas proposições, substituindo alguns materiais por elementos reciclados ou reutilizados:

- O aço será 100% reciclado;
- As janelas de alumínio serão reutilizadas;
- Os vidros das janelas também serão reutilizados;
- Os pisos cerâmicos serão infrautilizados (80% da massa);
- A madeira das portas e cobertura serão reutilizadas.

Na tabela 7 são apresentadas as novas distribuições dos materiais de acordo com as novas proposições efetuadas com a finalidade de estabelecer um novo valor de reciclabilidade.

Tabela 7 - Nova distribuição dos materiais e componentes da construção.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
<b>Fundação</b>					
Aço	-	0,94	-	-	-
Concreto	-	-	-	-	27,01
<b>Total(kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0,94</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27,01</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,82</b>
<b>Estrutura</b>					
Aço	-	10,74	-	-	-
Concreto	-	-	-	-	1014
Tabela cerâmica	-	-	-	-	69,30
Argamassa	-	-	-	-	20
Piso cerâmico	-	-	-	11,84	2,96
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>10,74</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1106,26</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74,62</b>
<b>Vedação interna</b>					
Bloco cerâmico	-	-	-	-	149,91
Tinta	-	-	-	-	0,11
Argamassa	-	-	-	-	95,12
Madeira	2,24	-	-	-	-
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>2,24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>245,14</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16,53</b>
<b>Vedação externa</b>					
Bloco cerâmico	-	-	-	-	80,33
Tinta	-	-	-	-	0,10
Argamassa	-	-	-	-	18,26
Alumínio	0,48	-	-	-	-

Vidro	0,78	-	-	-	-
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>98,69</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6,66</b>
<b>Instalações</b>					
PVC	-	-	-	-	0,80
Cobre	-	-	-	-	0,40
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,20</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,08</b>
<b>Cobertura</b>					
Madeira	0,62	-	-	-	-
Fibrocimento	-	-	-	-	4,29
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4,91</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,33</b>
<b>Total geral (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>4,12</b>	<b>11,68</b>	<b>0</b>	<b>11,84</b>	<b>1482,59</b>
<b>Total (%)</b>	<b>0,27</b>	<b>0,77</b>	<b>0</b>	<b>0,78</b>	<b>98,17</b>

A tabela 8 mostra os novos índices de reciclabilidade obtidos com pequenas substituições de materiais.

Tabela 8 - Aumento do índice de reciclabilidade do projeto do edifício.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
Massa(Kg/m <sup>2</sup> )	4,12	11,68	0	11,84	1482,59
Percentual	0,27	0,77	0	0,78	98,17
Decimal	0,0027	0,0077	0	0,0078	0,9817
Hierarquia	100	75	50	25	0
Pontos	0,27	0,58	0	0,20	0
Índice de reciclabilidade	1,05				

Na tabela 8 observa-se que o novo índice atingiu o total de 1,05. O valor de 0,58% de materiais reciclados representa mais de 50% do índice obtido e demonstra a importância da reciclagem, assim como a reutilização (0,27%) que também contribuiu com o índice encontrado. Porém, observa-se que 98,17% dos materiais são de fontes virgens e não contribuem para pontuação total do conjunto.

## 4.5 ESTUDO DE CASO EDIFÍCIO RESIDENCIAL 2



Figura 89 – Perspectiva do empreendimento que caracteriza o estudo de caso 2.  
Fonte: Construtora A.

Ficha técnica do empreendimento:

Empreendimento: Condomínio Residencial Sol di Toscana.

Endereço: R. Paulo Stuart Wright, 2, Santa Luzia, Criciúma – SC.

Construtora: Construtora A Construção Civil Ltda.

Área total do empreendimento: 14.259,97 m<sup>2</sup>.

Características construtivas: O sistema construtivo será em alvenaria estrutural, recebendo como estrutura, colunas e cintas de concreto com armaduras de aço, paredes com bloco cerâmico estrutural, as vigas e contra-vergas serão executadas em concreto armado em canaletas conforme especificado projeto e as lajes serão maciças em concreto armado.

Lançamento: novembro de 2012

Previsão de entrega: maio de 2015

O empreendimento encontra-se em construção com data prevista para entrega para maio de 2015. Caracteriza-se como um edifício multifamiliar, subsidiado pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), dentro do Programa Minha Casa Minha Vida, para atendimento da população com renda de até 6 salários mínimos (Faixa II).

#### 4.5.1 Características do empreendimento

O empreendimento está implantado em um terreno com área total de 15.558,00 m<sup>2</sup>, é composto por edifícios em alvenaria estrutural com finalidade residencial multifamiliar.

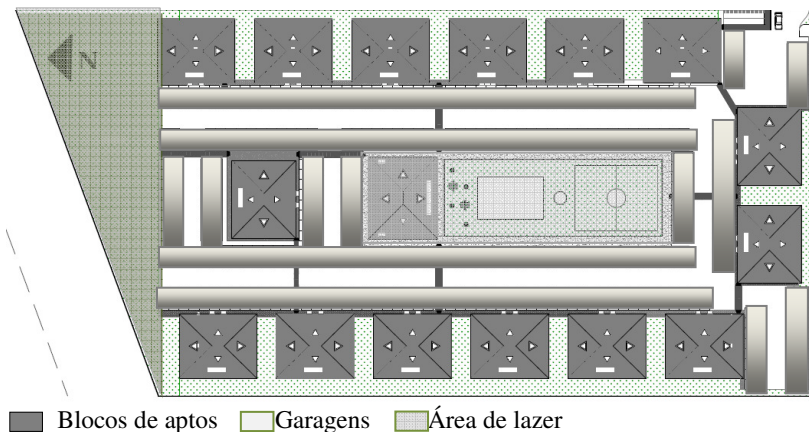


Figura 90 – Implantação do Conjunto com localização dos blocos, garagens e área de lazer. Fonte: Construtora A adaptada pela autora (2013).

Na figura 91 é possível observar que o condomínio residencial é composto por quinze blocos idênticos com 4 pavimentos, totalizando 240 unidades habitacionais em uma área construída de 14.259,97 m<sup>2</sup>. Além dos Blocos de apartamentos, o empreendimento conta com garagens descobertas localizadas na área central do mesmo. Visando a integração dos moradores, o empreendimento possui uma área de recreação descoberta composta de campo para prática de esportes e playground, ciclovia, dois salões de festas, cada um com uma churrasqueira e banheiros independentes conforme demonstrado na figura 93. Os blocos serão atendidos por um sistema de gás central, interfonia, possuindo acesso principal de pedestres e de veículos comum, com guarita.





Figura 91 – Área de lazer do Condomínio: a) Campo de areia, b) Pista de caminhada e campo futebol.

O Residencial Sol di Toscana dispõe de infraestrutura composta por: pavimentação, iluminação externa, fechamento perimetral, sinalização horizontal nas áreas de circulação de veículos, sinalização vertical com placas, sistema preventivo contra incêndio, centrais de gás, sistema de abastecimento de água, sistema de esgoto sanitário, sistema de drenagem das águas pluviais, guarita com vigilância, interfonos, garagem individual descoberta, sacada com churrasqueira, conforme observado na figura 93.



Figura 92 – Perspectiva do empreendimento demonstrando a pista de caminhada, salão de festas, área de lazer.

#### 4.5.2 Características das edificações

O Conjunto dispõe de quinze blocos com circulação central. Todos os blocos apresentam a mesma configuração e ocupação, compostos por 4 pavimentos, com 4 unidades habitacionais por

pavimento, totalizando 16 habitações em cada bloco. O pavimento térreo também é destinado às unidades habitacionais, sendo que as garagens, no total de 277 vagas estão localizadas paralelas aos blocos junto as vias de acesso, atendendo todas as unidades habitacionais.

A circulação vertical é composta por escada centralizada em cada bloco, permitindo o acesso as 4 unidades habitacionais. Através da figura 94 é possível observar como acontecem as circulações com uma caixa de escada para um corredor coletivo.



Figura 93 – Planta baixa do pavimento tipo com demarcação das circulações.

Os quinze blocos residenciais, os estacionamentos e a área de lazer encontram-se no mesmo nível da via de acesso, caracterizando um empreendimento situado em um terreno plano.

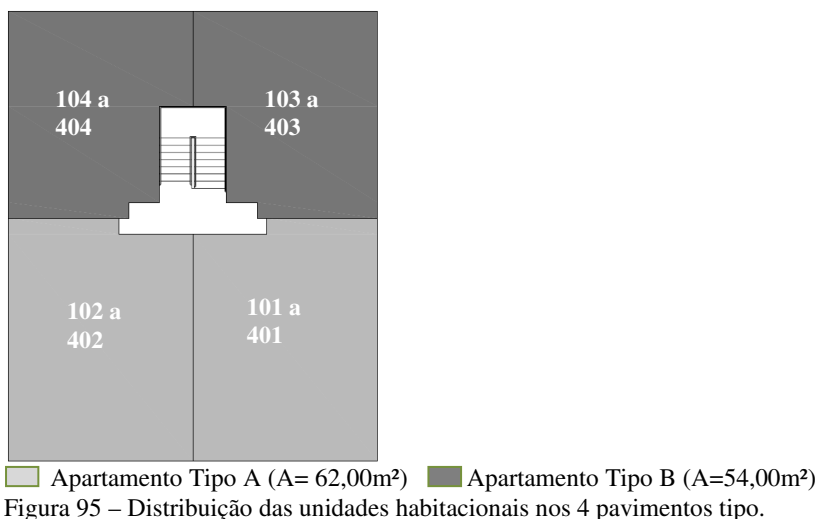
O empreendimento apresenta uma guarita localizada na extremidade sudeste do terreno, por onde também acontece o acesso dos veículos às garagens e está localizado o acesso de pedestres ao conjunto. O acesso a todos os blocos acontece por um único ponto conforme pode ser observado na figura 95.



Figura 94 – Implantação do conjunto com localização da guarida de acesso.

### 4.5.3 Características das unidades habitacionais

Como os quinze blocos que compõem o residencial apresentam as mesmas características, serão avaliadas as unidades de um Bloco que correspondem também as unidades dos demais. Na figura 96 é feita a demonstração da distribuição das quatro unidades que compõem cada pavimento tipo, distribuídas em quatro pavimentos.



Os apartamentos com final 1 e 2 possuem área privativa de 62,00 m<sup>2</sup> cada e caracterizam um tipo que será denominado de A com três dormitórios. Já os apartamentos com final 3 e 4 possuem área de 54,00 m<sup>2</sup> cada, apresentam dois dormitórios e serão denominados de Tipo B conforme demonstrado na figura 97.



Figura 96 – Plantas baixas humanizadas. a) Apartamento Tipo A, b) Apartamento Tipo B.

Através das figuras 97a e 98a pode-se observar a composição das unidades habitacionais Tipo A que possuem três dormitórios, uma área de convivência composta por sala de estar, jantar, cozinha e área de serviço, um banheiro, sacada com churrasqueira e um ou dois box de garagem localizados no pavimento térreo. Já as figuras 97b e 98b, demonstram o Tipo B que é composto por dois dormitórios, área de convivência composta por sala de estar, jantar, cozinha, área de serviço, um banheiro e um box de garagem.

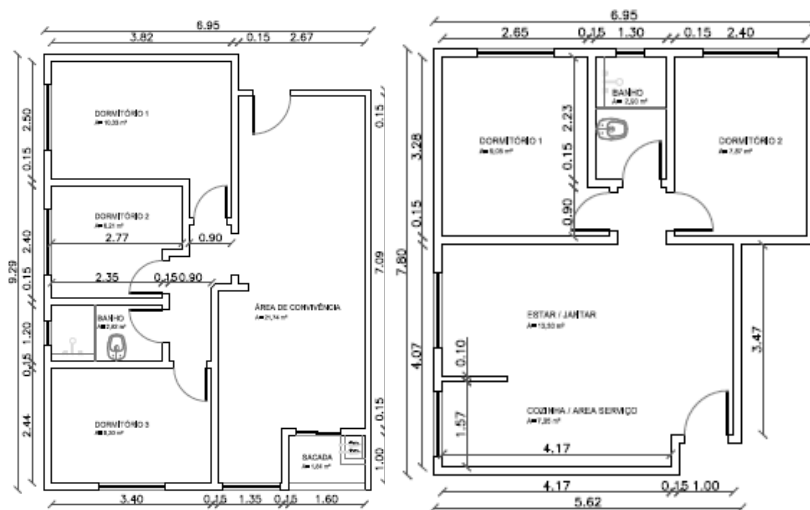


Figura 97 - Plantas baixas técnicas. a) Apartamento Tipo A, b) Apartamento Tipo B.

No quadro 33 são apresentados os ambientes com suas respectivas áreas. Vale ressaltar que as unidades habitacionais seguem os parâmetros legais estabelecidos pela Caixa Econômica Federal que determina as especificações mínimas que o projeto deve atender.

Quadro 31 – Quadro de áreas das Tipologias A e B.

Quadro de Áreas (m <sup>2</sup> )		
Ambiente	Tipologia A	Tipologia B
Área de Convivência	21,74	20,65
Sacada	1,84	-
Dormitório I	10,33	9,05
Dormitório II	6,21	7,87
Dormitório III	8,30	-
BWC Social	2,82	2,90
Circulação	2,86	0,95
<b>Área Total</b>	<b>54,10</b>	<b>41,42</b>

#### 4.5.4 Análise da Composição da Implantação

A hierarquia dos espaços foi classificada de acordo com os conceitos de Hertzberger (1996), como público, semi público, semi privado e privado. Foram levados em consideração fatores

determinantes para classificação destes espaços como: grau de acesso, forma de supervisão, quem o utiliza, quem toma conta e as responsabilidades.

Na implantação do conjunto, conforme mostrado na figura 99, pode-se observar que o espaço privado encontra-se nas unidades habitacionais e garagens destacadas em cinza, o espaço público encontra-se junto ao acesso, espaço junto a rua e na parte norte do mesmo. A área semi-pública está na circulação de veículos e pessoas, pois qualquer pessoa pode circular por ela, levando em consideração o grau de acesso. As áreas semi-privadas são de uso exclusivo dos condôminos e eventualmente seus convidados e está localizada na parte central do terreno.

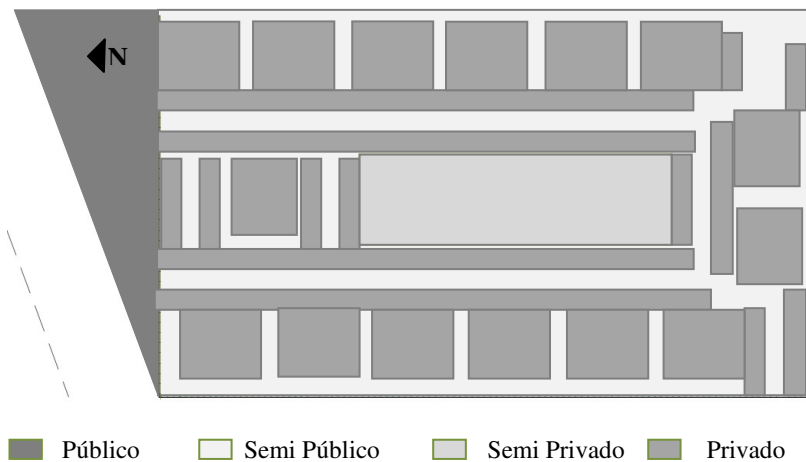


Figura 98 – Hierarquia dos espaços.

Quanto a morfologia, através da figura 100 observa-se que a organização da forma e espaços do empreendimento se deu por repetição, através da disposição dos blocos de forma linear.

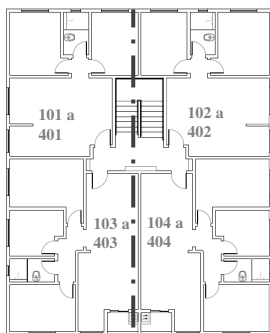




### 4.5.5 Análise da Composição dos Edifícios

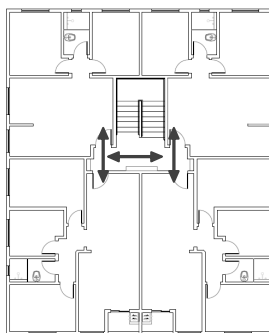
Os edifícios foram analisados de acordo com sua morfologia a partir de Ching (2002), considerando a composição da planta baixa e das fachadas. Aspectos como: forma, espaço, organização, proporção e princípios de ordem da composição foram considerados. Além disto, também foi efetuada análise dos fluxos do edifício.

Do ponto de vista da morfologia, a configuração da planta baixa do pavimento tipo está marcada pela simetria com repetição e espelhamento no eixo y, conforme pode ser observado na figura 102.



— · — Eixo de Simetria

Figura 101 – Configuração da Planta baixa do pavimento tipo.



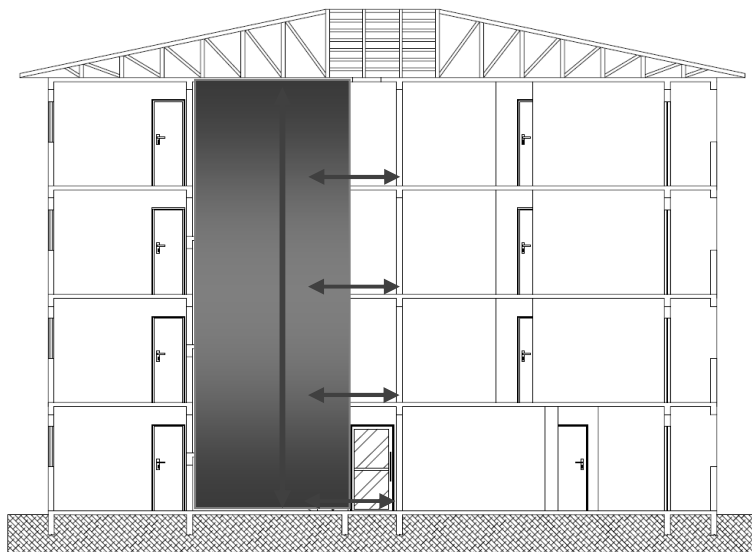
← → Fluxo de moradores

Figura 102 – Fluxo de moradores no pavimento tipo da edificação.

Os fluxos do pavimento tipo acontecem de forma centralizada, onde a circulação vertical encontra-se centralizada e as unidades habitacionais estão dispostas nas suas adjacências conforme pode-se observar na figura 103.

Os fluxos ascendentes e descendentes acontecem por meio de escada, ligando o térreo, as unidades habitacionais distribuídas nos quatro pavimentos conforme demonstrado na figura 104.



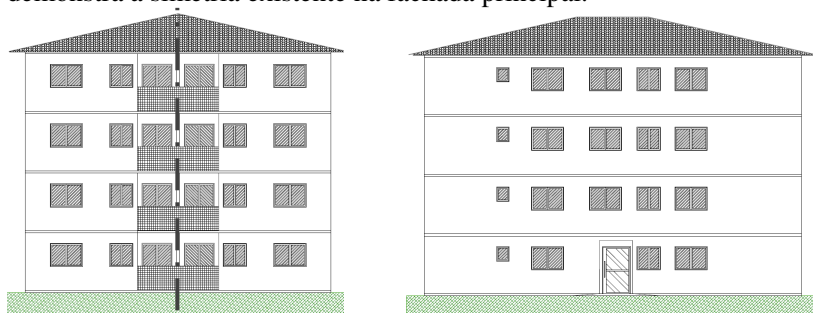


↔ Fluxo de moradores    ■ Circulação vertical

Figura 103 – Fluxo vertical de moradores na edificação.

#### 4.5.6 Análise da Composição das Fachadas

Considerando as fachadas do edifício em análise, observa-se que sua composição apresenta simetria, onde a distribuição e disposição equilibrada de formas e espaços acontece tendo um eixo divisor bem claro, ficando evidente no posicionamento das aberturas. A figura 105 demonstra a simetria existente na fachada principal.



— · — Eixo de Simetria

Figura 104 – a) Princípios de ordem da fachada principal com representação do eixo de simetria. b) Fachada lateral

Na fachada lateral, figura 105b, onde acontece o acesso ao bloco, a simetria não está evidente, sendo quebrada pelo acesso no térreo e pelas aberturas. Observa-se ainda que as fachadas são bastante regulares, predominando o uso de aberturas pequenas.

#### 4.5.7 Análise da Funcionalidade

Os indicadores de funcionalidade das unidades habitacionais analisadas foram calculados de acordo com os requisitos estabelecidos por Leite (2003), já descritos no capítulo 01 deste trabalho e no estudo de caso anterior.

Inicialmente foram avaliados os indicadores de funcionalidade dos compartimentos que compõem a unidade habitacional Tipo A e Tipo B, demonstrados na figura 106. Posteriormente, estes indicadores foram sistematizados, juntamente com seus gráficos radar, para obtenção dos indicadores de funcionalidade da habitação.

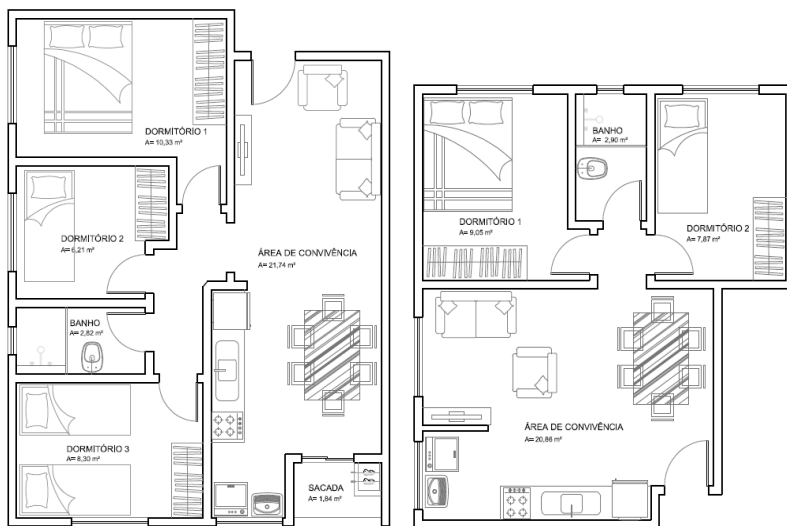


Figura 105 - a) Habitação Tipo A.

b) Habitação Tipo B.

##### 4.5.7.1 Análise da funcionalidade dos compartimentos das Unidades habitacionais Tipo A e Tipo B.

###### 4.5.7.1.1 Funcionalidade do compartimento quarto de casal

### Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: uma cama de casal, duas mesas de cabeceira, um roupeiro de três ou quatro portas, uma cômoda.

b1 - Equipamento Adicional: uma cama infantil.

### Quesitos de Qualidade:

a - Roupeiro e sua proximidade da porta: o roupeiro está localizado próximo à porta, facilitando seu acesso sem necessidade de contornar obstáculos.

b - Áreas de circulação e utilização: as áreas de circulação e utilização atendem aos tamanhos mínimos exigidos.

c - Acessibilidade à janela: o acesso à janela deve ter uma passagem não inferior a 55/60cm, sendo tolerada a largura de 40cm em situação crítica. Nesta proposta é garantido o acesso a toda largura da janela com uma passagem de 40cm.

d - Otimização: as áreas de circulação e de utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

A partir dos quesitos descritos para cada compartimento, foi elaborado o quadro 34 para avaliação da funcionalidade do quarto de casal.

Quadro 32 - Funcionalidade do compartimento quarto de casal dos Tipos A e B.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto de Casal Tipo A	1	0	4	1	2	2	10	Precário
Quarto de Casal Tipo B	1	0	4	1	0	1	7	Precário

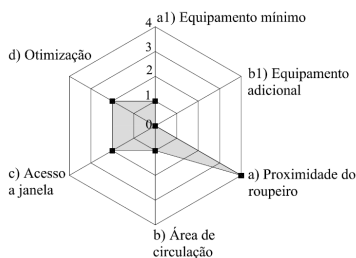
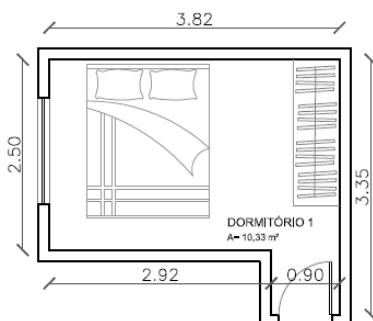


Figura 106 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo A. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo A.

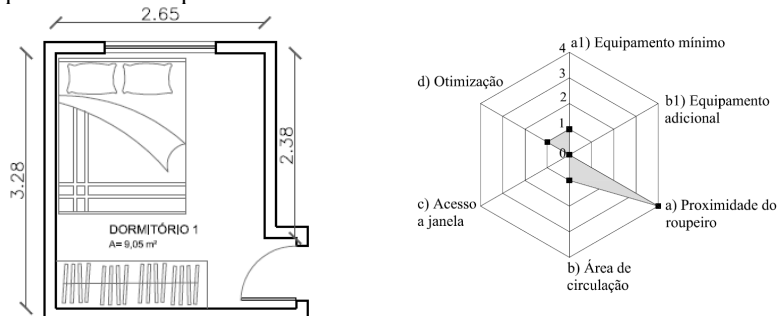


Figura 107 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo B. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo B.

Através do quadro 34 e das figuras 107 e 108, percebe-se que o quesito equipamento adicional obteve funcionalidade nula em função de não haver a possibilidade de adicioná-lo no ambiente. O quarto casal do tipo b, apresentou menor desempenho, recebendo o conceito igual a zero também no quesito acesso a janela. O único quesito de funcionalidade que obteve pontuação máxima, é a proximidade do roupeiro com a porta. Com o IFC=10 no Tipo A e 7 no Tipo B, observa-se que o compartimento possui o conceito Atende Precário, necessitando de intervenções no layout e dimensionamento deste cômodo.

#### 4.5.7.1.2 Funcionalidade do compartimento quarto dos filhos

##### Quesitos de Qualidade

a1 - Equipamento Mínimo: o compartimento possui duas camas de solteiro para áreas com mais de  $7,50m^2$ , uma mesa de cabeceira, um roupeiro de três portas.

b1- Equipamento Adicional: uma escrivaninha e estante para livros.

##### Quesitos de Qualidade:

a - Roupeiro e sua proximidade da porta: o roupeiro está localizado próximo à porta, facilitando seu acesso sem necessidade de contornar obstáculos.

b - Áreas de circulação e utilização: as áreas de circulação e utilização atendem aos tamanhos mínimos exigidos.

c - Acessibilidade à janela: o acesso à janela deve ter uma passagem não inferior a 55/60 cm, sendo tolerada a largura de 40cm em

situação crítica. Nesta proposta o acesso a janela é bloqueado pela mesa de cabeceira

d - Otimização: as áreas de circulação e de utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

O quadro 35 mostra os quesitos para avaliação da funcionalidade do quarto dos filhos da habitação tipo a e tipo b. A partir deste quadro, foram elaborados os gráficos radar equivalentes aos dois casos conforme observado nas figuras 109 e 110.

Quadro 33 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos..

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto dos Filhos 1 Tipo A	1	1	4	1	0	1	8	Precário
Quarto dos Filhos 2 Tipo A	2	0	4	1	0	2	9	Precário
Quarto dos Filhos Tipo B	1	1	4	2	1	2	11	Precário

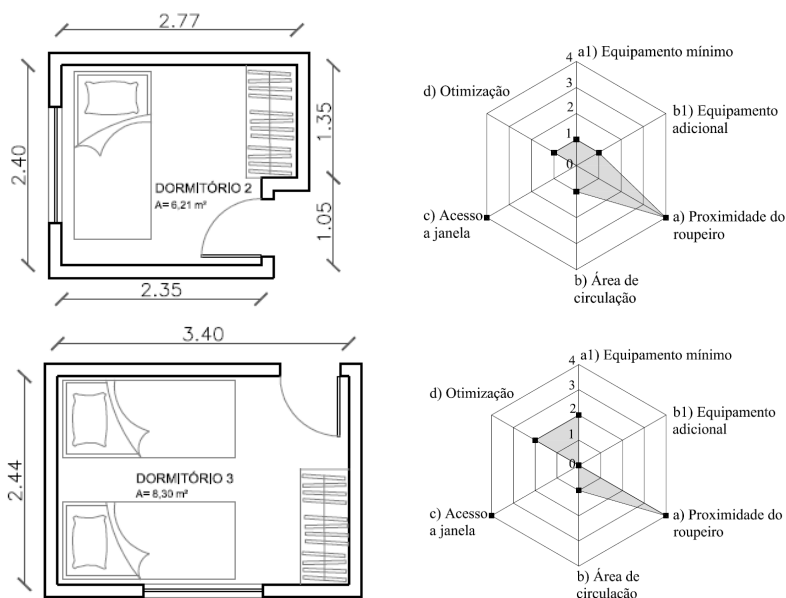


Figura 108 - a) Plantas baixas quartos dos filhos Tipo A. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo A.

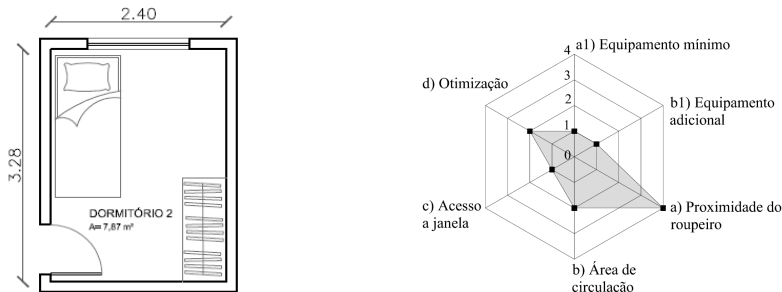


Figura 109 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo B. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo B.

Analisando o quadro 35 e as figuras 109 e 110, percebe-se que o quarto dos filhos do Tipo B apresentou melhor funcionalidade em relação aos quartos dos filhos do Tipo A. Este melhor desempenho está relacionado aos quesitos área de circulação e otimização. O IFC=8 e 9 do Tipo A demonstra que o compartimento Atende precariamente, da mesma forma que no tipo b com IFC=11. Algumas intervenções no layout seriam suficientes para melhorar o desempenho deste cômodo.

#### 4.5.7.1.3 Funcionalidade do compartimento sala de estar e jantar

Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo:

No estar: um sofá de três lugares que pode ser sofá cama, mesa de centro e uma estante.

No jantar: mesa de seis lugares.

b1 - Equipamento Adicional:

No estar: um sofá de dois lugares e uma mesa de canto.

No jantar: uma estante para louças.

Quesitos de Qualidade:

a - Áreas de circulação e utilização (circulação livre): a área de circulação principal é restrita, na pior situação em no máximo 80cm, entre a cadeira da cabeceira da mesa de jantar e a estante. O acesso as duas cadeiras posteriores da mesa de jantar é restrito a 40cm, distância entre a mesa e a parede.

b - Área livre central: é preservada uma área livre de móveis de 120cm, desde que retirada à mesa de centro.

c - Acessibilidade à janela: o acesso é restrito pelo sofá de três lugares.

d - Otimização: as áreas de circulação e de utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

Através do quadro 36 são estabelecidos os quesitos e conceitos de funcionalidade do compartimento estar e jantar da habitação tipo a e tipo b. Com base nos resultados obtidos, foram elaborados os gráficos radar dos dois casos conforme demonstrado nas figuras 111 e 112.

Quadro 34 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Sala de estar e jantar A	2	2	2	3	3	2	14	Parcial
Sala de estar e jantar B	2	1	1	3	1	2	10	Precário

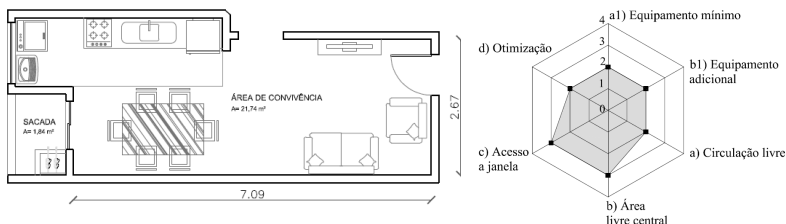


Figura 110 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A.

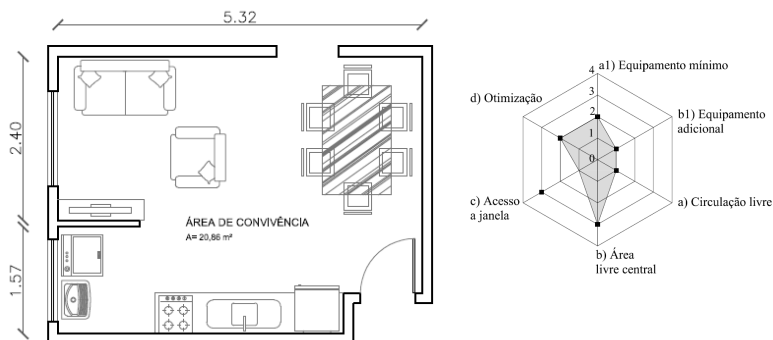


Figura 111 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo B.

Analisando o quadro 36 e as figuras 111 e 112, percebe-se que a sala de estar e jantar, denominada de área de convivência do Tipo A apresentou melhor funcionalidade em relação a área de convivência do Tipo B. Este melhor desempenho está relacionado aos quesitos área de circulação, equipamento adicional e acesso a janela. O IFC=14 do Tipo A, demonstra que o compartimento possui o conceito Atende Parcialmente, enquanto que o IFC=10 do Tipo B confere ao compartimento o conceito atende precariamente, sinalizando a necessidade de mudança no layout.

#### 4.5.7.1.4 Funcionalidade do compartimento cozinha

Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: possui um balcão com pia, um refrigerador, um fogão, um armário suspenso.

b1 - Equipamento Adicional: uma mesa auxiliar, um armário suspenso auxiliar.

Quesitos de Qualidade:

a - Passagem livre: preserva uma passagem livre com largura de 90cm entre o balcão da pia e a mesa de refeições.

b - Relação fogão e janela: o fogão está próximo à janela e não confronta com o refrigerador.

c - Abertura de portas de equipamentos: a abertura da porta do fogão e do refrigerador não ocupa o espaço adjacente do balcão.

d - Proximidade do refrigerador: estar próximo à porta do acesso.

Quadro 35 - Funcionalidade do Compartimento cozinha.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Cozinha Tipo A	3	0	3	4	4	0	14	Parcial
Cozinha Tipo B	2	0	4	4	4	4	18	Atende



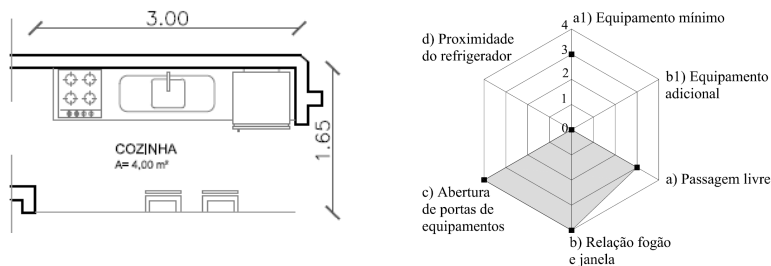


Figura 112 - a) Planta baixa cozinha Tipo A. b) Modelo radar da cozinha Tipo A.

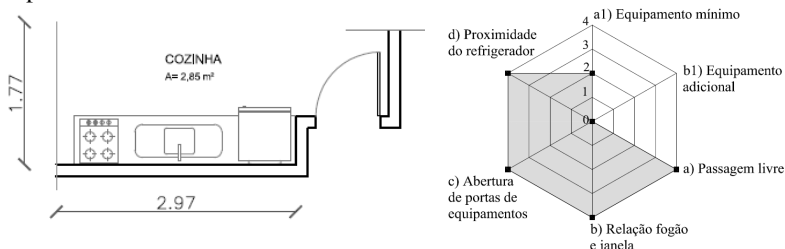


Figura 113 - a) Planta baixa cozinha Tipo B. b) Modelo radar cozinha Tipo B.

No quadro 37 e nas figuras 113 e 114, observa-se que a cozinha do Tipo B apresentou melhor funcionalidade em relação a cozinha do Tipo A. Este melhor desempenho está relacionado aos quesitos passagem livre, equipamento mínimo e a proximidade do refrigerador. O IFC=18 confere ao compartimento do Tipo B o conceito de Atende. Já o tipo a apresenta IFC=14, atendendo parcialmente.

#### 4.5.7.1.5 Funcionalidade do compartimento Banheiro

Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: o espaço contém instalação de um lavatório, um vaso sanitário e um chuveiro.

b1 - Equipamento Adicional: uma ducha higiênica ou bidê.

Quesitos de Qualidade:

a - Otimização: as áreas de circulação e utilização são superpostas, otimizando o uso do espaço livre.

b - Utilização simultânea: o banheiro proposto permite a utilização simultânea.

c - Iluminação natural: O lavatório e o armário com espelho devem ficar próximos da janela, considerando-se 1,00 m como plenamente satisfatório e mais de 2,00 m como insatisfatório.

d - Privacidade: o uso do banheiro não deve constranger visual ou auditivamente os usuários da habitação.

Quadro 36 - Funcionalidade do compartimento banheiro.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Banheiro Tipo A	3	0	2	0	2	4	11	Precário
Banheiro tipo B	3	0	2	0	2	4	11	Precário

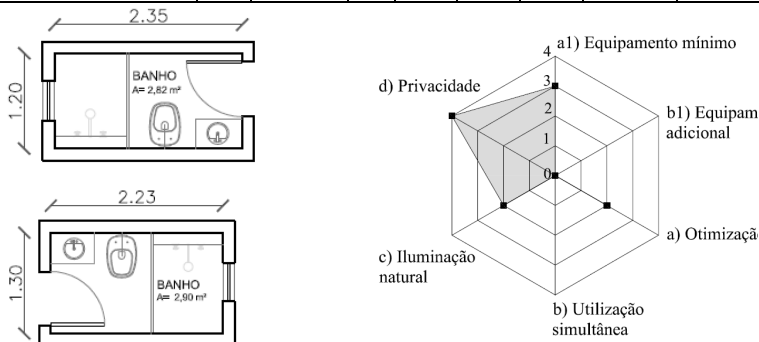


Figura 114 - a) Planta baixa banheiro Tipo A. b) Planta baixa banheiro Tipo B. b) Modelo radar do banheiro Tipo A e Tipo B.

Analisando o quadro 38, juntamente com a figura 115, percebe-se que os banheiros das duas unidades habitacionais obtiveram baixo índice de funcionalidade, onde os quesitos equipamento adicional, otimização e utilização simultânea são nulos em ambos os casos. O IFC=11 do Tipo A e B demonstra que o compartimento possui o conceito atende precário.

#### 4.5.7.1.6 Funcionalidade do compartimento Área de Serviço

Quesitos de Quantidade:

a1 - Equipamento Mínimo: o espaço contém um tanque e uma máquina de lavar roupa.

b1 - Equipamento Adicional: armário superior suspenso.

### Quesitos de Qualidade:

- a - Iluminação natural: espaço externo.
- b - Circulação e utilização: o ambiente possui espaço suficiente para a circulação e utilização de todos os equipamentos.
- c - Espaço para depósito de material de limpeza e roupas e tábua de passar roupas: no armário suspenso.
- d - Otimização: As áreas de circulação e utilização dos equipamentos são superpostas, espaço livre.

Quadro 37 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Área de serviço Tipo A	4	3	4	3	1	3	18	Atende
Área de serviço Tipo B	4	4	4	3	1	3	19	Atende

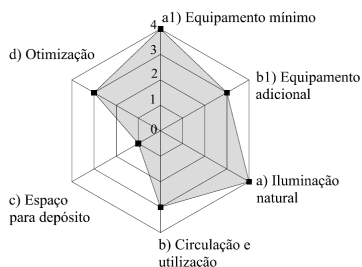
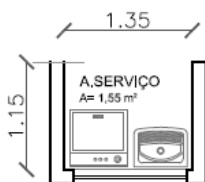


Figura 115 - a) Planta baixa área de serviço Tipo A. b) Modelo radar área de serviço Tipo A.

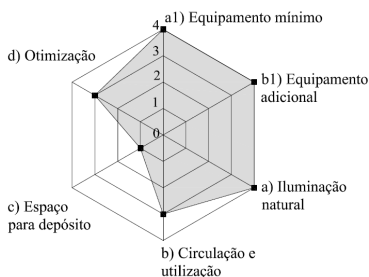
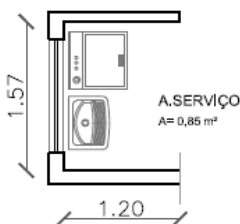


Figura 116 - a) Planta baixa área de serviço Tipo B. b) Modelo radar área de serviço Tipo B.

No quadro 39 e nas figuras 116 e 117, pode-se observar que o compartimento área de serviço apresentou desempenho bem próximo

para os Tipos A e B. O único quesito desfavorável em ambos os casos é o espaço para depósito.

#### 4.2.7.2 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo A

O quadro 40 demonstra os compartimentos da Habitação Tipo A com seus respectivos conceitos.

Quadro 38 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	aI	bI	a	b	c	d		
Quarto casal (A=10,33m <sup>2</sup> )	1	0	4	1	2	2	10	Precário
Quarto filho 1 (A=6,21m <sup>2</sup> )*	1	1	4	1	0	1	08	Precário
Quarto filho 2 (A=8,30m <sup>2</sup> )	2	0	4	1	0	2	09	Precário
Estar / jantar (A=16,20m <sup>2</sup> )	2	2	2	3	3	2	14	Parcial
Cozinha (A=4,00m <sup>2</sup> )	3	0	3	4	4	0	14	Parcial
Banheiro (A=2,82m <sup>2</sup> )	3	0	2	0	2	4	11	Precário
Área serviço (A=1,55m <sup>2</sup> )	4	3	4	3	1	3	18	Atende
<b>IFH</b>							<b>76</b>	<b>Parcial</b>

\* Não foi computado no somatório

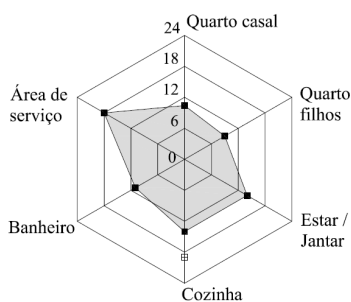
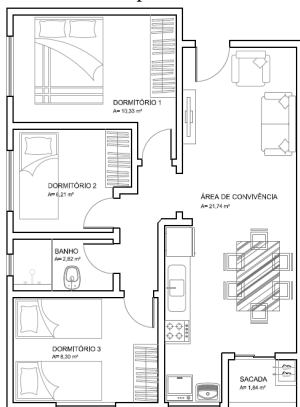


Figura 117 - a) Planta baixa da habitação Tipo A. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo A.

Realizando o somatório dos Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo A, obteve-se no quadro 40 um IFH=76, concluindo-se que a habitação é classificada como atende Parcialmente aos quesitos. Analisando a figura 118, observa-se que o

único compartimento que atende os quesitos é a área de serviço. Os demais compartimentos, quarto do casal, quarto dos filhos, sala de estar e jantar e banheiro necessitam de propostas alternativas pois apresentam o índice de funcionalidade inferior ao adequado (IFC=18), obtendo o conceito Precário ou Parcial.

#### 4.5.7.3 Análise da Funcionalidade da Unidade Habitacional Tipo B

O quadro 41 apresenta o desempenho da unidade habitacional Tipo B, demonstrando os indicadores de funcionalidade de cada compartimento e o somatório dos mesmos para avaliação do desempenho da unidade habitacional através do IFC.

Quadro 39 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto casal (A=9,05m <sup>2</sup> )	1	0	4	1	0	1	07	Precário
Quarto filho (A=7,87m <sup>2</sup> )	1	1	4	2	1	2	11	Precário
Estar / jantar (A=12,80m <sup>2</sup> )	2	1	1	3	1	2	10	Precário
Cozinha (A=6,40m <sup>2</sup> )	2	0	4	4	4	4	18	Atende
Banheiro (A=2,90m <sup>2</sup> )	3	0	2	0	2	4	11	Precário
Área serviço (A=1,88m <sup>2</sup> )	4	4	4	3	1	3	19	Atende
<b>IFH</b>							<b>76</b>	<b>Parcial</b>

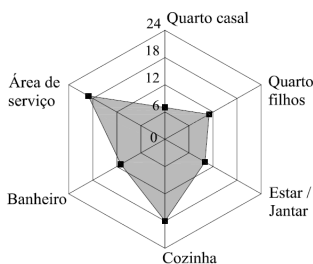
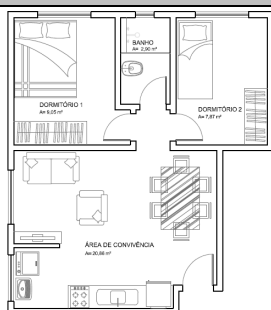


Figura 118 - a) Planta baixa da habitação Tipo B. b) Modelo radar da Unidade Habitacional Tipo B.

Ao somar os Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo B, chegou-se também ao IFH=76, atendendo parcialmente aos quesitos. Nesta habitação, os

compartmentos que atendem os quesitos são a área de serviço e a cozinha. Os demais ambientes necessitam de propostas alternativas, pois apresentam o índice de funcionalidade inferior ao adequado, IFC=18, obtendo o conceito Precário ou Parcial como pode ser observado no quadro 41.

#### 4.5.7.4 Avaliação da Funcionalidade das Unidades Habitacionais

Assim como no estudo de caso anterior, foram propostas pequenas alterações no layout para os compartimentos de modo a aumentar a funcionalidade das habitações conforme demonstrado na figura 120.

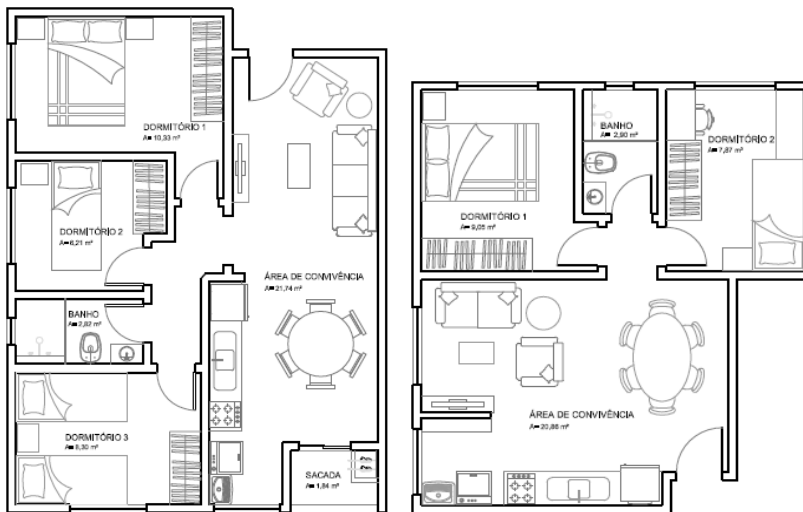


Figura 119 - a) Planta baixa da habitação Tipo A. b) Planta baixa da habitação Tipo B.

Nos quadros que seguem, são demonstradas as alterações propostas no layout de cada compartimento e os novos indicadores de funcionalidade obtidos.

#### *Compartimento Quarto de casal*

O quadro 42 mostra os indicadores obtidos no dormitório de casal após algumas adaptações no layout, onde foi alterado o tamanho da cama para casal e adicionados dois criados mudos.

Quadro 40 - Funcionalidade do Compartimento quarto de casal com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto de Casal Tipo a	2	0	4	3	3	3	15	Parcial
Quarto de Casal Tipo b	2	0	4	3	4	3	16	Parcial

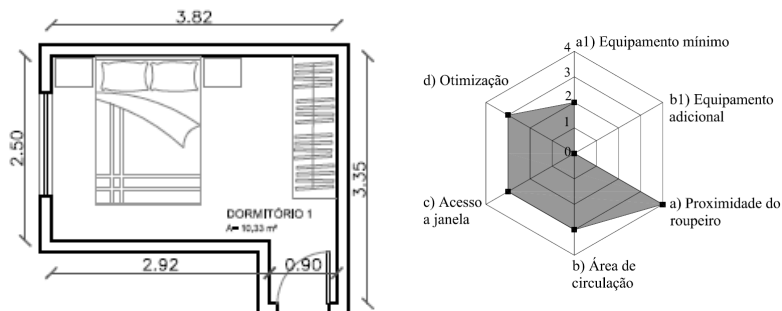


Figura 120 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo A. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo A.

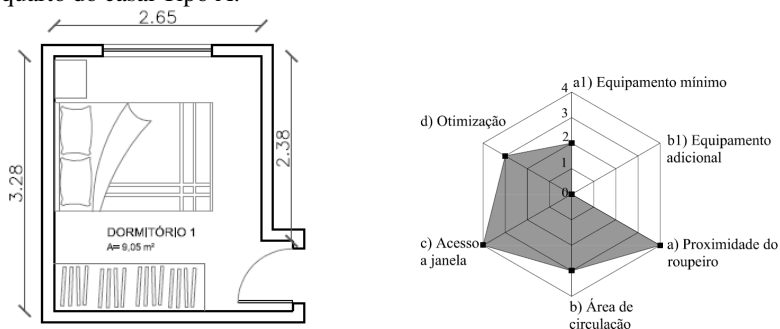


Figura 121 - a) Planta baixa quarto de casal Tipo B. b) Modelo radar do quarto do casal Tipo B.

Foi possível melhorar a funcionalidade do quarto de casal da habitação Tipo A (figura 121), com a inclusão de dois criados mudos, e também em relação ao acesso a janela e a área de circulação e otimização. No Tipo B (figura 122), com a alteração do layout foi possível permitir o acesso a janela e também incluir um criado mudo para atendimento parcial dos equipamentos mínimos. Estes pequenos ajustes contribuíram para uma melhora na funcionalidade do

compartimento, passando de um IFC=10 para o IFC=15 no Tipo A e IFC=07 para IFC=16 no Tipo B, mudando de um ambiente com funcionalidade precária para atende parcial.

### Compartimento Dormitório dos filhos

Por meio do quadro 43 pode-se observar os novos indicadores obtidos no dormitório dos filhos após as adaptações realizadas no layout.

Quadro 41 - Funcionalidade do Compartimento quarto dos filhos com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto dos Filhos 1 Tipo A	2	1	4	2	3	2	14	Parcial
Quarto dos Filhos 2 Tipo A	3	1	4	2	0	2	12	Parcial
Quarto dos Filhos Tipo B	3	4	4	3	4	3	18	Atende

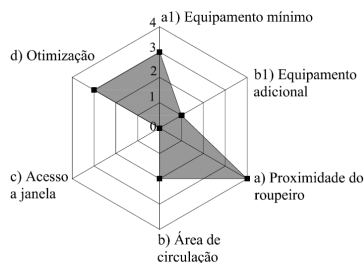
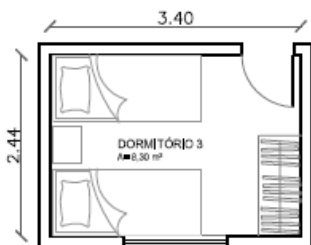
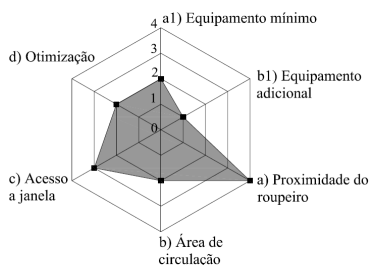
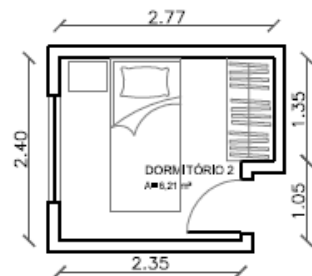


Figura 122 - a) Plantas baixas quartos dos filhos Tipo A. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo A.



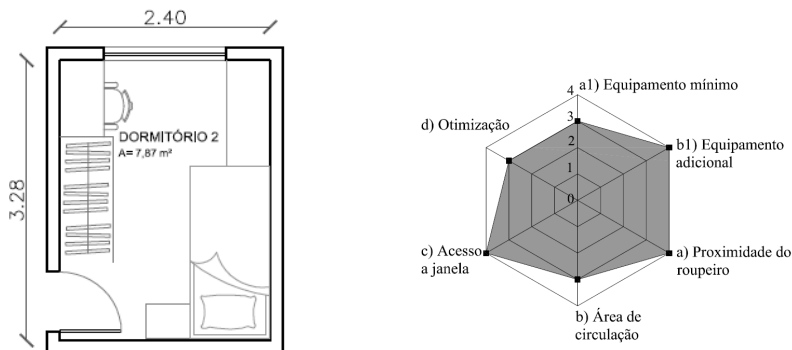


Figura 123 - a) Planta baixa quarto dos filhos Tipo B. b) Modelo radar do quarto dos filhos Tipo B.

Analisando o quadro 43 e as figuras 123 e 124, percebe-se que algumas adaptações no layout foram suficientes para a crescente funcionalidade do quarto dos filhos do Tipo B. O IFQ passou de 11 (precário) para 18 (atende). Já no Tipo A, houve algumas melhorias, obtendo o conceito de atende parcialmente com IFQ=12 e 14.

#### Compartimento Sala de estar e jantar

Através de alterações no layout da sala de estar e jantar, foi possível um aumento da funcionalidade do ambiente, conforme demonstrado no quadro 47.

Quadro 42 - Funcionalidade do Compartimento sala de estar e jantar com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Estar e jantar Tipo A	3	3	3	3	3	3	18	Atende
Estar e jantar Tipo B	3	2	2	3	2	3	15	Parcial

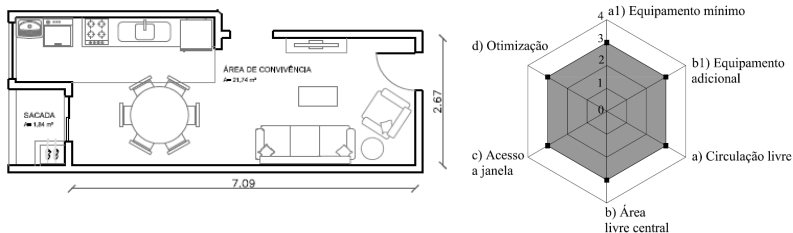


Figura 124 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo A. b) Modelo radar da sala de estar e jantar Tipo A.

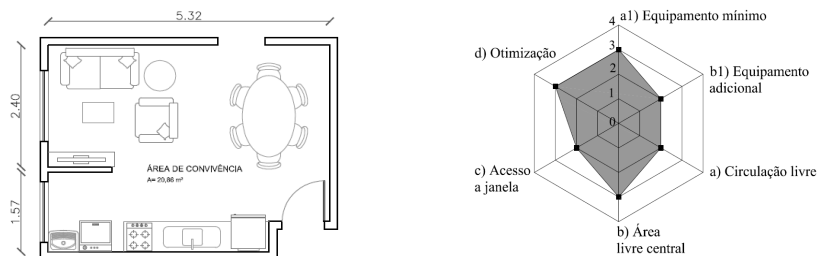


Figura 125 - a) Planta baixa sala de estar e jantar Tipo B. b) Modelo radar do sala de estar e jantar Tipo B.

Conforme observado na figura 125, na sala de estar do tipo a foram adicionadas duas mesas auxiliares, uma de centro e outra de canto e substituído o sofá de dois lugares por um de três lugares. No jantar a mesa retangular foi substituída por uma redonda, mantendo o mesmo número de assentos, mas permitindo a otimização da circulação e maior espaço livre. No caso do Tipo B (figura 126), foi possível apenas adicionar as mesas auxiliares no estar e no jantar foi substituído a mesa retangular por uma oval otimizando e liberando a circulação. Em ambos os casos, houve melhorias significativas nos índices de funcionalidade.

### Compartimento Cozinha

Não houve alteração na funcionalidade do compartimento cozinha, sendo mantidos os mesmos conceitos mostrados no quadro 41.

### Compartimento Banheiro

Não houve alteração na funcionalidade do compartimento banheiro, sendo mantidos os mesmos conceitos conforme quadro 41.

## Compartimento Área de serviço

Para melhorar o IFC da área de serviço foi efetuado um ajuste na localização do tanque e da máquina de lavar roupas conforme pode ser observado nas figuras 127 e 128.

Quadro 43 - Funcionalidade do Compartimento área de serviço com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Área de serviço Tipo A	4	3	4	4	0	4	19	Atende
Área de serviço Tipo B	4	4	4	4	2	4	22	Atende

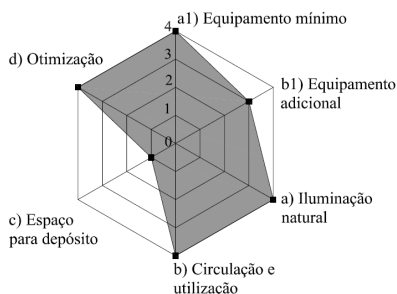
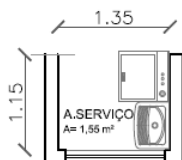


Figura 126 - a) Planta baixa área de serviço Tipo A. b) Modelo radar da área de serviço Tipo A.

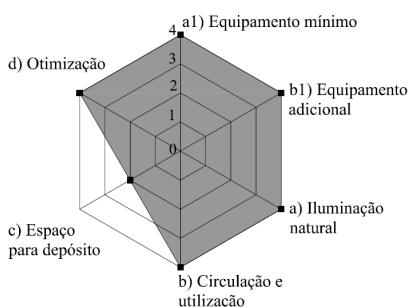
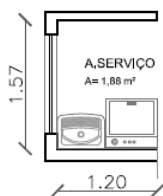


Figura 127 - a) Planta baixa área de serviço Tipo B. b) Modelo radar da área de serviço Tipo B.

O quadro 45 apresenta o desempenho da unidade habitacional tipo a considerando as adaptações efetuadas, demonstrando os indicadores de funcionalidade de cada compartimento e o somatório

dos mesmos para avaliação do desempenho da unidade habitacional através do IFC.

Quadro 44 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto casal (A=10,33m <sup>2</sup> )	2	0	4	3	3	3	15	Parcial
Quarto filho 1 (A=6,21m <sup>2</sup> )*	2	1	4	2	3	2	14	Parcial
Quarto filho 2 (A=8,30m <sup>2</sup> )	3	1	4	2	0	2	12	Parcial
Estar / jantar (A=16,20m <sup>2</sup> )	3	3	3	3	3	3	18	Atende
Cozinha (A=4,00m <sup>2</sup> )	3	0	3	4	4	0	14	Parcial
Banheiro (A=2,82m <sup>2</sup> )	3	0	2	0	2	4	11	Precário
Área serviço (A=1,55m <sup>2</sup> )	4	3	4	4	1	4	20	Atende
<b>IFH</b>							<b>90</b>	<b>Atende</b>

\* Não foi computado no somatório

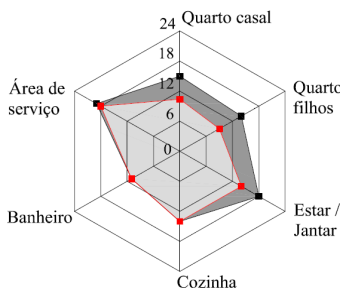
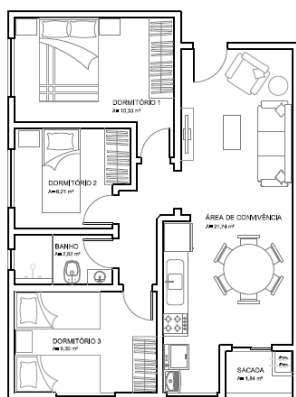


Figura 128 - a) Planta baixa Tipo A. b) Modelo radar Tipo A com modificações.

Realizando o somatório dos Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo A, obteve-se um IFH=90, demonstrando que com pequenas alterações no layout (figura 129), a habitação foi classificada como atendendo os indicadores de funcionalidade. Através da figura 129b demonstra-se o desempenho anterior (linha e pontos vermelhos) e o atual. Observa-se que o banheiro,

a cozinha e a área de serviço foram os compartimentos com as menores alterações.

No quadro 47 é mostrado o desempenho da unidade habitacional tipo b considerando as adaptações efetuadas.

Quadro 45 - Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B com modificações.

Compartimento	IFQ						IFC	Conceito
	Quantidade		Qualidade					
	a1	b1	a	b	c	d		
Quarto casal (A=9,05m <sup>2</sup> )	2	0	4	3	3	3	16	Parcial
Quarto filho (A=7,87m <sup>2</sup> )	3	4	4	3	4	3	18	Atende
Estar / jantar (A=12,80m <sup>2</sup> )	3	2	2	3	2	3	15	Parcial
Cozinha (A=6,40m <sup>2</sup> )	2	0	4	4	4	4	18	Atende
Banheiro (A=2,90m <sup>2</sup> )	3	0	2	0	2	4	11	Precário
Área serviço (A=1,88m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	2	4	22	Atende
<b>IFH</b>							<b>100</b>	<b>Atende</b>

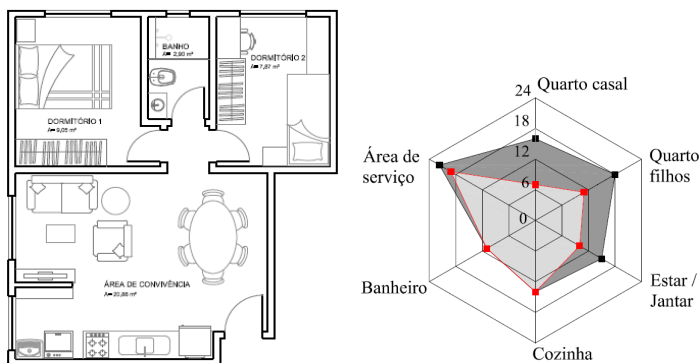


Figura 129 - a) Planta baixa Tipo B. b) Modelo radar Tipo B com modificações.

O somatório dos Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento da Habitação Tipo B, resultou no IFH=100, atendendo os indicadores de funcionalidade estabelecidos. Analisando a figura 130b, percebe-se que o formato diferente de um hexágono demonstra os compartimentos com menor desempenho, que neste caso foi o banheiro e a cozinha, não obtendo grandes mudanças em relação a situação anterior.

#### 4.5.8 Caracterização do sistema construtivo

O empreendimento é composto por alvenaria estrutural, com fechamento em bloco cerâmico estrutural e cobertura com telhas cerâmicas. O empreendimento é composto de 240 apartamentos divididos em 15 blocos com 16 apartamentos cada. Cada bloco possui quatro níveis de pisos, com área total edificada de 14.259,97 m<sup>2</sup>, implantada no Bairro Santa Luzia, na cidade de Criciúma (SC).

##### 4.5.8.1 Implantação

O empreendimento foi implantado em um terreno plano que não possui edificações a demolir conforme apresentado nas figuras 131 a e b. Foram executados aterros isentos de detritos vegetais, com camadas não superiores a 20 cm compactados por meios mecânicos ou manuais até ser atingido o grau de compactação previsto.



Figura 130 – a) Terreno em seu estado original. b) Entorno imediato.

A locação da obra foi feita rigorosamente de acordo com os projetos de urbanização e arquitetura, foi realizada por topógrafo com supervisão do engenheiro responsável pela execução da obra. Também foram utilizados gabaritos como elementos auxiliares. A locação foi feita por eixos ou faces de parede, tomando por base os marcos materializados no terreno.

##### 4.5.8.2 Fundações

As fundações são compostas de estacas tipo hélice contínua moldadas in loco e vigas de baldrame, dimensionadas a suportar os esforços solicitantes. O concreto possui limite de resistência de 25 MPa,

aço CA 50 e 60, as formas são em tábuas de pinus e as armações de acordo com o projeto estrutural.

As figuras 132 a e b mostram a etapa de perfuração por meio de hélice contínua para posterior concretagem das fundações.



Figura 131 – a) Perfuração por broca. b) Escavação.

O respaldo das vigas de baldrame que estão em contato com o solo foi impermeabilizado com duas demãos de hidroasfalto. Os contrapisos em contato diretamente sobre o solo, foram executados sobre lastro de brita nº1 com 03 cm de espessura.

#### 4.5.8.3 Sistema estrutural

O sistema construtivo é composto por alvenaria estrutural, recebendo como estrutura, colunas e cintas de concreto com armaduras em dimensões quantitativas conforme a necessidade do projeto. As paredes são executadas com bloco cerâmico estrutural de 14cm x 19cm x 29cm, até a altura do pé direito de 2,60 m. Vigas e contra-vergas são executadas em concreto armado em canaletas. As lajes maciças são em concreto armado conforme mostrado nas figuras 133 a e b.



Figura 132 – a e b) Laje maciça e colunas e vigas de concreto com armadura.

#### 4.5.8.4 Vedações

As vedações são constituídas de material portante com bloco cerâmico estrutural. As paredes são em alvenaria de blocos cerâmicos estrutural de 14cm x 19cm x 29cm tanto nas vedações internas quanto nas externas conforme figuras 134 a e b.



Figura 133 – a e b) Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos de 8 furos.

Para o assentamento dos blocos foi utilizado argamassa no traço 1:7 (cimento e argamassa pronta) conforme mostrado no quadro 48.

Quadro 46 – Traços utilizados na obra.

<b>Etapa</b>	<b>Traço</b>
Chapisco	1:3 (cimento/areia grossa)
Reboco externo	1:6 (cimento/argamassa pronta)
Reboco interno	1:7 (cimento/argamassa pronta)
Reboco de teto	1:6 (cimento/argamassa pronta)
Assentamento alvenaria	1:7 (cimento/argamassa pronta)

As vergas e contra-vergas são moldadas in loco, com auxílio de blocos do tipo canaleta nas dimensões de acordo com a necessidade dos vãos das esquadrias.

#### 4.5.8.5 Esquadrias

As esquadrias externas do empreendimento são em alumínio e vidro. Já as portas internas são em madeira conforme quadro 49.



Quadro 47 – Quadro de esquadrias.

<b>PORTAS</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Material</b>	<b>Tipo e modelo</b>	<b>Dimensão</b>
Entrada	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,80 x 2,10
Sacada	Alumínio	2 folhas de correr	1,30 x 2,20
Dormitório 1	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,70 x 2,10
Dormitório 2	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,70 x 2,10
Dormitório 3	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,70 x 2,10
Banheiro	Madeira	1 folha de abrir, semi-oca	0,70 x 2,10
Hall Térreo	Alumínio	1 folha de abrir, alumínio natural	1,20 x 2,10
Salão de Festas	Alumínio	2 folhas de correr	3,00 x 2,10
Guarita	Madeira	1 folha de abrir, lisa, maciça.	0,80 x 2,10
<b>JANELAS E BASCULANTES</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Material</b>	<b>Tipo e modelo</b>	<b>Dimensão</b>
Dormitório 1	Alumínio	2 folhas móveis, em vidro 3mm	1,40 x 1,10
Dormitório 2	Alumínio	2 folhas móveis, em vidro 3mm	1,40 x 1,10
Dormitório 3	Alumínio	2 folhas móveis, em vidro 3mm	1,40 x 1,10
Área de Serviço	Alumínio	2 folhas móveis, para vidro, com veneziana.	1,00 x 1,10
Banheiro Social	Alumínio	Maxi-ar com 1 folha	0,50 x 0,60

Fonte: Construtora A.

#### 4.5.8.6 Cobertura

A cobertura do edifício é composta por laje, estrutura e telhado. A estrutura do telhado é de madeira de eucalipto tratado com inseticida e fungicida, com as dimensões necessárias à perfeita condição de estabilidade e segurança. As telhas são cerâmicas, seguindo as recomendações do projeto quanto ao caimento e obedecendo às especificações do fabricante. Os rufos e contra-rufos, são instalados no perímetro dos dutos de ventilação, churrasqueiras, reservatório superior e casa de máquinas, sendo executado em alumínio com a largura necessária para o bom isolamento.

#### 4.5.11 Avaliação da reciclabilidade dos edifícios habitacionais construídos com materiais virgens e reciclados e índices de reciclabilidade do projeto

Os índices de reciclabilidade do projeto analisados foram calculados de acordo com os requisitos estabelecidos por Vefago (2012), já descritos no Capítulo 2 deste trabalho. Assim como no estudo de caso anterior, o projeto foi dividido em seis sistemas contemplando os materiais utilizados em cada um com suas respectivas massas em kg/m<sup>2</sup> da área construída conforme pode ser visualizado na tabela 9, com objetivo de tornar o estudo mais detalhado.

Tabela 9 - Divisão do projeto em sistemas com seus materiais e massas.

<b>Sistema</b>	<b>Massa (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Massa (% da habitação)</b>
<b>Fundação</b>		
Aço	3,00	0,49
Concreto	86,40	14,2
<b>Estrutura</b>		
Aço	7,5	1,2
Concreto	154,00	25,3
Bloco cerâmico estrutural	171,04	28,1
Argamassa	33,25	5,5
Piso cerâmico	17,80	2,9
<b>Vedação interna</b>		
Tinta	0,20	0,03
Argamassa	107,80	17,7
Madeira	2,14	0,35
<b>Vedação externa</b>		
Tinta	0,20	0,03
Argamassa	14,26	2,3
Alumínio (janela)	0,29	0,05
Vidro (janela)	0,99	0,16
<b>Instalações</b>		
PVC (fios)	0,80	0,13
Cobre (fios)	0,40	0,06
<b>Cobertura</b>		
Madeira	4,54	0,75
Cerâmica	3,72	0,61
<b>Total</b>	<b>608,33</b>	<b>100</b>

Para análise da reciclabilidade, foram utilizados os materiais mais representativos de cada sistema, sendo que as massas foram calculadas de acordo com o projeto e as informações fornecidas pela construtora para um edifício tipo do conjunto com área de 931,68m<sup>2</sup>. Os valores são aproximados, pois o trabalho busca uma análise comparativa do uso de materiais virgens e reciclados, do quanto poderia ser construído a mais, considerando a economia de energia incorporada e dióxido de carbono ao se utilizar materiais reciclados. Os cálculos dos valores ambientais estão diretamente relacionados com a massa dos materiais de construção utilizados nos edifícios. Desta forma, são necessários os dados ambientais destes materiais em seu estado virgem e reciclado apresentados na tabela 10.

Tabela 10 – Média dos dados ambientais dos materiais virgens e reciclados utilizados nos estudos de caso.

<b>Material</b>	<b>Energia incorporada MJ/kg</b>	<b>Emissão de CO<sup>2</sup> kgCO<sup>2</sup>/kg</b>
<b>Aço</b>		
Virgem	30,6	2,6
Atual (42% reciclado)	22,3	1,74
100% reciclado	9,9	0,7
<b>Alumínio</b>		
Virgem	219	12,4
Atual (33% reciclado)	155	9,16
100% reciclado	19,68	1,26
<b>Cobre</b>		
Virgem	71	5,02
Atual (37% reciclado)	42	2,71
100% reciclado	17,66	1,72
<b>Polietileno</b>		
Virgem	82,7	2,31
100% reciclado	34	0,865
<b>PVC</b>		
Virgem	78	2,87
100% reciclado	34	1,007
<b>Vidro</b>		
Virgem	15,25	0,88
100% reciclado	9,16	0,48
<b>Concreto</b>		
Virgem	1,15	0,15
<b>Madeira</b>		
Virgem	18,33	0,75

<b>Argamassa</b>		
Virgem	4,51	0,74
<b>Bloco Cerâmico</b>		
Virgem	3,0	0,2
<b>Revestimento Cerâmico</b>		
Virgem	12	0,78
<b>Tinta</b>		
Virgem	70	2,91
<b>Fibrocimento</b>		
Virgem	37	2,70

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

#### 4.5.11.1 Energia incorporada nos materiais do edifício

O cálculo da energia incorporada consiste na multiplicação das massas calculadas anteriormente e representadas na tabela 8 pelos dados ambientais de cada material apresentados na tabela 9. Neste estudo, assim como no anterior, além dos materiais de construção virgens (convencionais) e dos materiais 100% reciclados, também são avaliados os consumos dos materiais metálicos caso fossem substituídos por reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual (aço 42%, alumínio 33% e cobre 37%) conforme mostrado na tabela 9. O cálculo da energia incorporada necessária para a produção dos materiais será realizado de acordo com os sistemas do projeto já estabelecidos.

Tabela 11 – Energia incorporada dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.

Sistemas e materiais	Consumo energético					
	Virgem		Reciclados 100%		Reciclados atual	
	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)
<b>Fundação</b>						
Aço	91,8	3,99	29,7	1,47	66,9	2,99
Concreto	99,36	4,32	99,36	4,92	99,36	4,44
<b>Estrutura</b>						
Aço	229,5	9,98	74,25	3,68	167,25	7,47
Concreto	177,1	7,70	177,1	8,77	177,1	7,91
Bloco cerâmico	513,12	22,32	513,12	25,42	513,12	22,92
Argamassa	149,96	6,52	149,96	7,43	149,96	6,70
Piso cerâmico	213,6	9,29	213,6	10,58	213,6	9,54
<b>Vedação interna</b>						
Tinta	14	0,61	14	0,69	14	0,63

Argamassa	486,18	21,15	486,18	24,09	486,18	21,72
Madeira	39,23	1,71	39,23	1,94	39,23	1,75
<b>Vedação externa</b>						
Tinta	14	0,61	14	0,69	14	0,63
Argamassa	64,31	2,80	64,31	3,19	64,31	2,87
<b>Alumínio</b>	<b>6,09</b>	<b>0,26</b>	<b>5,7</b>	<b>0,28</b>	<b>44,9</b>	<b>2,01</b>
<b>Vidro</b>	<b>15,1</b>	<b>0,66</b>	<b>9,1</b>	<b>0,45</b>	<b>15,1</b>	<b>0,67</b>
<b>Instalações</b>						
PVC	62,4	2,71	27,2	1,35	62,4	2,79
<b>Cobre</b>	<b>28,4</b>	<b>1,24</b>	<b>7,1</b>	<b>0,35</b>	<b>16,8</b>	<b>0,75</b>
<b>Cobertura</b>						
Madeira	83,2	3,62	83,2	4,12	83,2	3,72
Cerâmica	11,16	0,49	11,16	0,55	11,16	0,50
<b>Total</b>	<b>2298,51</b>	<b>100</b>	<b>2018,27</b>	<b>100</b>	<b>2238,57</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

A tabela 11 mostra a energia incorporada na produção dos materiais de construção convencionais, dos materiais metálicos 100% reciclados e reciclados de acordo com a média mundial atual. Cabe ressaltar que apenas os metais são considerados como reciclados em função de serem os únicos que podem sofrer este processo no final do seu ciclo de vida ou do ciclo de vida do edifício. Os plásticos, além de não ser reciclados atualmente, representam uma pequena parcela dentro dos materiais utilizados no conjunto.

De acordo com o quadro acima, observa-se a influência dos metais na energia incorporada do conjunto, apesar de sua massa ser baixa em relação ao conjunto como um todo. Os metais correspondem a aproximadamente 13% da massa total do edifício, porém a energia incorporada do sistema pode ser reduzida em 13% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados, baixando de 2298,51 MJ/m<sup>2</sup> para 2018,27 MJ/m<sup>2</sup> ou em 3% com a utilização de produtos metálicos reciclados de acordo com a média mundial, 2298,51 MJ/m<sup>2</sup> para 2238,57 MJ/m<sup>2</sup>. A diferença total de energia incorporada, considerando os materiais 100% reciclados é de 280,24 MJ/m<sup>2</sup>.

#### 4.5.11.2 Emissão de CO<sub>2</sub> na produção de materiais e componentes do edifício

O cálculo da emissão de CO<sub>2</sub>, foi realizado utilizando-se o mesmo procedimento do cálculo da energia incorporada, multiplicando as massas calculadas anteriormente e representadas na tabela 8 pelos dados ambientais referentes a emissão de CO<sub>2</sub> de cada material

apresentado na tabela 9. Neste caso, também foram considerados além dos materiais de construção virgens (convencionais), os materiais 100% reciclados e os materiais metálicos reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual (aço 42%, alumínio 33% e cobre 37%) conforme demonstrado na tabela 12.

Tabela 12 – CO<sub>2</sub> dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.

Sistemas e materiais	Emissões de CO <sub>2</sub>					
	Virgem		Reciclados 100%		Reciclados atual	
	kgCO <sub>2</sub> /kg	(%)	kgCO <sub>2</sub> /kg	(%)	kgCO <sub>2</sub> /kg	(%)
<b>Fundação</b>						
<b>Aço</b>	<b>7,8</b>	<b>3,22</b>	<b>2,1</b>	<b>0,97</b>	<b>5,22</b>	<b>2,26</b>
Concreto	12,96	5,36	12,96	6,01	12,96	5,61
<b>Estrutura</b>						
<b>Aço</b>	<b>19,5</b>	<b>8,06</b>	<b>5,25</b>	<b>2,43</b>	<b>13,05</b>	<b>5,65</b>
Concreto	23,1	9,55	23,1	10,71	23,1	9,99
Bloco cerâmico	34,2	14,13	34,2	15,86	34,2	14,80
Argamassa	24,6	10,16	24,6	11,41	24,6	10,64
Piso cerâmico	13,88	5,74	13,88	6,44	13,88	6,01
<b>Vedação interna</b>						
Tinta	0,58	0,24	0,58	0,27	0,58	0,25
Argamassa	79,77	32,96	79,77	36,99	79,77	34,51
Madeira	1,6	0,66	1,6	0,74	1,6	0,69
<b>Vedação externa</b>						
Tinta	0,58	0,24	0,58	0,27	0,58	0,25
Argamassa	10,55	4,36	10,55	4,89	10,55	4,56
<b>Alumínio</b>	<b>3,59</b>	<b>1,48</b>	<b>0,36</b>	<b>0,17</b>	<b>2,65</b>	<b>1,15</b>
<b>Vidro</b>	<b>0,87</b>	<b>0,36</b>	<b>0,47</b>	<b>0,22</b>	<b>0,87</b>	<b>0,38</b>
<b>Instalações</b>						
<b>PVC</b>	<b>2,29</b>	<b>0,95</b>	<b>0,8</b>	<b>0,37</b>	<b>2,29</b>	<b>0,99</b>
<b>Cobre</b>	<b>2</b>	<b>0,83</b>	<b>0,69</b>	<b>0,32</b>	<b>1,08</b>	<b>0,47</b>
<b>Cobertura</b>						
Madeira	3,4	1,40	3,4	1,58	3,4	1,47
Cerâmica	0,74	0,31	0,74	0,34	0,74	0,32
<b>Total</b>	<b>242,01</b>	<b>100</b>	<b>215,63</b>	<b>100</b>	<b>231,12</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

De acordo com os resultados obtidos, percebe-se que assim como a energia incorporada, o CO<sub>2</sub> dos metais tem grande influência no conjunto. Neste caso houve uma redução de 10,9% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados baixando de 242,01 kgCO<sub>2</sub>/kg para

215,63 kgCO<sub>2</sub>/kg, e de 4,5% com a utilização de produtos metálicos reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual, de 242,01 kgCO<sub>2</sub>/kg para 231,12 kgCO<sub>2</sub>/kg. A diferença total de emissões de CO<sub>2</sub>, considerando os materiais 100% reciclados é de 26,38 kgCO<sub>2</sub>/kg.

#### 4.5.11.3 Determinação do índice de reciclabilidade

Para o cálculo dos índices de reciclabilidade são utilizadas novamente as massas dos elementos já calculadas e apresentadas na tabela 8. Ressalta-se que está delimitado nas fases de construção do edifício, onde primeiramente são calculados os índices do projeto e sistema construtivo utilizado pela construtora e posteriormente, são realizadas simulações considerando a utilização de materiais reciclados e reutilizados. Os índices de reciclabilidade dos materiais são avaliados com base no projeto do edifício.

Além das massas dos produtos utilizados em cada sistema da construção, calcula-se a massa reutilizada, reciclada, infraciclada, infrautilizada e não renováveis virgens. Soma-se a massa total para encontrar os percentuais de cada categoria, que são utilizados no cálculo de forma decimal, e por fim multiplica-se pelo número correspondente de cada categoria (0 a 100).

Tabela 13 - Quantidade e categoria dos materiais e componentes da construção.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
<b>Fundação</b>					
Aço	-	-	-	-	3,00
Concreto	-	-	-	-	86,40
<b>Total(kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>89,40</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14,7</b>
<b>Estrutura</b>					
Aço	-	-	-	-	7,5
Concreto	-	-	-	-	154
Bloco cerâmico	-	-	-	-	171,04
Argamassa	-	-	-	-	33,25
Piso cerâmico	-	-	-	-	17,8
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>383,59</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>63,05</b>
<b>Vedação interna</b>					
Tinta	-	-	-	-	0,20
Argamassa	-	-	-	-	107,8
Madeira	-	-	-	-	2,14
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>110,14</b>

<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18,1</b>
<b>Vedação externa</b>					
Tinta	-	-	-	-	0,20
Argamassa	-	-	-	-	14,26
Alumínio	-	-	-	-	0,29
Vidro	-	-	-	-	0,99
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15,74</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,59</b>
<b>Instalações</b>					
PVC	-	-	-	-	0,8
Cobre	-	-	-	-	0,4
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,2</b>
<b>Cobertura</b>					
Madeira	-	-	-	-	4,54
Fibrocimento	-	-	-	-	3,72
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8,26</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,36</b>
<b>Total geral (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>608,33</b>
<b>Total (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

Tabela 14 - Índice de reciclabilidade do projeto do edifício.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
Massa(kg/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	608,33
Percentual	0	0	0	0	100
Decimal	0	0	0	0	0,100
Hierarquia	100	75	50	25	0
Pontos	0	0	0	0	0
Índice de reciclabilidade do projeto	0,00				

Os materiais que compõem os sistemas do projeto foram quantificados e classificados de acordo com a sua categoria conforme demonstrado na tabela 13. Na sequência, a tabela 14 apresenta os índices de reciclabilidade obtidos no projeto do Edifício Residencial 2 com base nos seus materiais originais.

De acordo com as tabelas 13 e 14 percebe-se que o índice de reciclabilidade do projeto é igual a zero em função de todos os materiais utilizados serem de fontes virgens, não renováveis, comprometendo desta forma todos os componentes e materiais multiplicados por zero.

Com a finalidade de aumentar a reciclabilidade, propõe-se substituir alguns materiais por elementos reciclados ou reutilizados:



- O aço será 100% reciclado;
- As janelas de alumínio serão reutilizadas;
- Os vidros das janelas também serão reutilizados;
- Os pisos cerâmicos serão infrautilizados (80% da massa);
- A madeira das portas e cobertura serão reutilizadas.

Com a finalidade de estabelecer um novo valor de reciclabilidade, são apresentadas na tabela 15 as novas distribuições dos materiais de acordo com as novas proposições efetuadas.

Tabela 15 - Quantidade e categoria dos materiais e componentes da construção.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
<b>Fundação</b>					
Aço	-	3,00	-	-	-
Concreto	-	-	-	-	86,40
<b>Total(kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>3,00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>86,40</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15,00</b>
<b>Estrutura</b>					
Aço	-	7,5	-	-	-
Concreto	-	-	-	-	154
Bloco cerâmico	-	-	-	-	171,04
Argamassa	-	-	-	-	33,25
Piso cerâmico	-	-	-	14,24	3,56
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>7,5</b>	<b>0</b>	<b>14,24</b>	<b>361,85</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62,86</b>
<b>Vedação interna</b>					
Tinta	-	-	-	-	0,20
Argamassa	-	-	-	-	107,8
Madeira	2,14	-	-	-	-
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>2,14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>108,00</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18,76</b>
<b>Vedação externa</b>					
Tinta	-	-	-	-	0,20
Argamassa	-	-	-	-	14,26
Alumínio	0,29	-	-	-	-
Vidro	0,99	-	-	-	-
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>1,28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14,46</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,51</b>
<b>Instalações</b>					
PVC	-	-	-	-	0,8
Cobre	-	-	-	-	0,4
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,20</b>
<b>Cobertura</b>					
Madeira	4,54	-	-	-	-

Cerâmica	-	-	-	-	3,72
<b>Total (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>4,54</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,72</b>
<b>Total %</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,65</b>
<b>Total geral (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>7,96</b>	<b>10,5</b>	<b>0</b>	<b>14,24</b>	<b>575,63</b>
<b>Total (%)</b>	<b>1,31</b>	<b>1,73</b>	<b>0</b>	<b>2,34</b>	<b>94,62</b>

Fonte: Adaptado de Vefago (2012).

A tabela 16 mostra os novos índices de reciclabilidade obtidos com pequenas substituições de materiais.

Tabela 16 - Aumento do índice de reciclabilidade do projeto do edifício.

Sistema	Reutilizado	Reciclado	Infra ciclado	Infra utilizado	Virgem
Massa(kg/m <sup>2</sup> )	7,96	10,5	0	14,24	575,63
Percentual	1,31	1,73	0	2,34	94,62
Decimal	0,0131	0,0173	0	0,0234	0,9462
Hierarquia	100	75	50	25	0
Pontos	1,31	1,29	0	0,59	0
Índice de reciclabilidade do projeto	3,19				

A partir das informações da tabela 16 observa-se que o novo índice atingiu o total de 3,19. O valor de 1,31% de materiais reciclados representa mais de 40% do índice obtido e demonstra a importância da reciclagem, assim como a reutilização (1,31 %) que também contribui com o índice encontrado. Porém, observa-se que 94,62% dos materiais são de fontes virgens e não contribuem para pontuação total do conjunto.







## 5 RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISES DOS ESTUDOS DE CASO

O estudo buscou analisar a composição e a funcionalidade do projeto de habitações de interesse social, destinadas às famílias com renda entre 3 e 6 salários mínimos dentro do Programa Minha Casa Minha Vida, bem como, visou caracterizar os sistemas construtivos empregados e a reciclabilidade dos materiais utilizados na construção.

As análises propostas nesta pesquisa estão baseadas nos estudos de caso mostrados no Quadro 53, que sintetiza as principais características das habitações selecionadas.

Quadro 48 – Síntese dos estudos de caso.

Características	Estudos de Caso	
	Edifício Residencial 1	Edifício Residencial 2
Imagem		
Planta Baixa/ área da unidade	<p>Tipo A - A=46,80m<sup>2</sup></p>  <p>Tipo B - A=48,83m<sup>2</sup></p> 	<p>Tipo A - A=46,83m<sup>2</sup></p>  <p>Tipo B - A=59,93 m<sup>2</sup></p> 
	Subsídio MCMV	Faixa II(3 a 6 salários mínimos)
Localização	São Luiz	Santa Luzia
Ano de Conclusão	2013	2015
Nº de unidades	112	240
Nº de blocos	02	15

<b>Nº de pavimentos</b>	08	04
<b>Área do terreno</b>	3.205,00	15.558,00
<b>Área construída(m²)</b>	8.068,11	14.259,97
<b>Sistema construtivo</b>	Alvenaria com blocos cerâmicos vazados	Alvenaria estrutural com blocos cerâmicos
<b>Compartimentos</b>	Sala de estar e jantar, cozinha, área de serviço, sacada, dormitório filhos, dormitório casal, banheiro social.	Área de convivência (estar, jantar e cozinha), sacada, dois dormitório dos filhos, dormitório casal, banheiro social.
<b>Lazer</b>	Campo de futebol, um salão de festas, playground	Campo de futebol, dois salões de festas, playground, ciclovia,
<b>Infra estrutura</b>	Pavimentação, iluminação externa, fechamento perimetral, sinalização horizontal nas áreas de circulação de veículos, sinalização vertical com placas, sistema preventivo contra incêndio, centrais de gás, sistema de abastecimento de água, sistema de esgoto sanitário, sistema de drenagem das águas pluviais, guarita com vigilância, interfonos, garagem individual coberta.	Pavimentação, iluminação externa, fechamento perimetral, sinalização horizontal nas áreas de circulação de veículos, sinalização vertical com placas, sistema preventivo contra incêndio, centrais de gás, sistema de abastecimento de água, sistema de esgoto sanitário, sistema de drenagem das águas pluviais, guarita com vigilância, interfonos, garagem individual descoberta.
<b>Circulação vertical</b>	Escada e elevador	escada
<b>Tipologia</b>	Bloco laminar com longa circulação	Bloco regular com circulação centralizada
<b>Morfologia</b>	Forma linear com planos paralelos	Organização da forma e dos espaços por repetição
<b>Fluxos</b>	Definidos pelos planos paralelos.	Definidos pelos blocos
<b>Sistema construtivo</b>	Alvenaria convencional com blocos cerâmicos vazados	Alvenaria Estrutural com blocos cerâmicos

Os estudos de caso apresentam dois conjuntos habitacionais onde foram avaliadas quatro habitações, denominadas Tipo A e Tipo B do Edifício Residencial 1, seguidos do Tipo A e Tipo B do Edifício Residencial 2.

### 5.1.2 Quanto aos parâmetros projetuais

Do ponto de vista da funcionalidade, as habitações analisadas nos estudos de caso não apresentam desempenho satisfatório, sendo classificadas no geral como atende parcialmente. Apenas um dos

apartamentos tipo atingiu o conceito de atende com IFH=94. Considerando o baixo desempenho na maioria dos casos, foram propostas algumas modificações principalmente no layout com objetivo de elevar os índices de funcionalidade.

Para uma melhor compreensão dos ganhos obtidos com as modificações efetuadas no layout, foram montados os quadros a seguir, que mostram os Indicadores de Funcionalidade de cada Compartimento - IFC da habitação Tipo A e B dos dois estudos de caso, respectivamente, antes e depois das modificações e, também, seu desempenho global com os Indicadores de Funcionalidade da Habitação - IFH.

No quadro 51 são apresentados os gráficos, tipo radar, dos compartimentos do Apartamento Tipo A do Edifício Residencial 1 em seu estado original e com as modificações propostas.

Quadro 49-Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A antes e depois das modificações para o Edifício Residencial 1.

Ambiente	Gráfico Modelo Radar original	IFC	Gráfico Modelo Radar modificado	IFC
Quarto de casal		11 Prec.		18 Atende
Quarto dos filhos		13 Parcial		22 Atende
Estar Jantar		15 Parcial		23 Atende
Cozinha		19 Atende		22 Atende

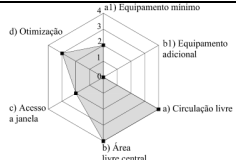
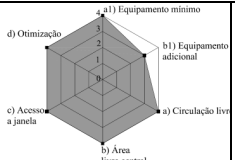
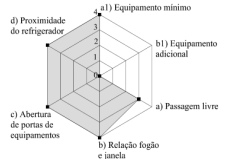
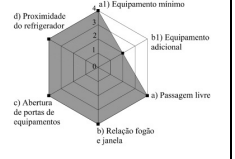


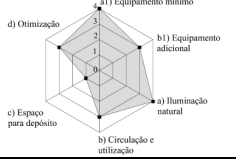
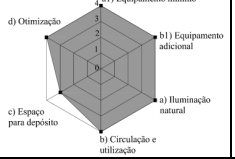
Banheiro	<p>Gráfico Modelo Radar original para Banheiro. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Otimização, d) Utilização simultânea, e) Iluminação natural. Pontuação total: 12.</p>	12 Parcial	<p>Gráfico Modelo Radar modificado para Banheiro. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Otimização, d) Utilização simultânea, e) Iluminação natural. Pontuação total: 15.</p>	15 Parcial	
Área de serviço	<p>Gráfico Modelo Radar original para Área de serviço. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Iluminação natural, d) Espaço para depósito, e) Circulação e utilização. Pontuação total: 18.</p>	18 Atende	<p>Gráfico Modelo Radar modificado para Área de serviço. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Iluminação natural, d) Espaço para depósito, e) Circulação e utilização. Pontuação total: 24.</p>	24 Supera	
<b>IFH TOTAL original</b>		<b>91 Atende</b>	<b>IFH TOTAL com modificações</b>		<b>124 Supera</b>

No quadro 51 observa-se que em todos os compartimentos foi obtido um aumento considerável de funcionalidade. O único ambiente em que não foi possível efetuar mudanças significativas e que continua atendendo parcialmente os quesitos de funcionalidade, é o banheiro em função de sua dimensão reduzida que impossibilita a melhoria na circulação, a adição de equipamentos e a utilização simultânea. No geral, o Indicador de Funcionalidade da Habitação Tipo A, passou de 91 (atende) para 124 (supera).

Da mesma maneira, o quadro 52 mostra o comparativo para o apartamento Tipo B do Edifício Residencial 1.


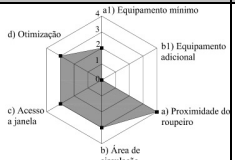
Quadro 50 - Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B antes e depois das modificações para o Edifício Residencial 1.

Ambiente	Gráfico Modelo Radar original	IFC	Gráfico Modelo Radar modificado	IFC
Quarto de casal	<p>Gráfico Modelo Radar original para Quarto de casal. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Proximidade do roupeiro, d) Área de circulação, e) Acesso a janela. Pontuação total: 11.</p>	11 Precário	<p>Gráfico Modelo Radar modificado para Quarto de casal. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Proximidade do roupeiro, d) Área de circulação, e) Acesso a janela. Pontuação total: 19.</p>	19 Atende
Quarto dos filhos	<p>Gráfico Modelo Radar original para Quarto dos filhos. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Proximidade do roupeiro, d) Área de circulação, e) Acesso a janela. Pontuação total: 20.</p>	20 Atende	<p>Gráfico Modelo Radar modificado para Quarto dos filhos. Eixos: a) Equipamento mínimo, b) Equipamento adicional, c) Proximidade do roupeiro, d) Área de circulação, e) Acesso a janela. Pontuação total: 20.</p>	20 Atende

<b>Estar Jantar</b>		<b>15</b> <b>Parcial</b>		<b>23</b> <b>Atende</b>
<b>Cozinha</b>		<b>19</b> <b>Atende</b>		<b>22</b> <b>Atende</b>
<b>Banheiro</b>		<b>11</b> <b>Parcial</b>		<b>14</b> <b>Parcial</b>
<b>Área de serviço</b>		<b>18</b> <b>Atende</b>		<b>23</b> <b>Atende</b>
<b>IFH TOTAL original</b>		<b>94</b> <b>Atende</b>	<b>IFH TOTAL com modificações</b>	<b>121</b> <b>Supera</b>

O quadro 52 representa o desempenho da Habitação Tipo B, que assim como na Habitação Tipo A, apresentou significativo aumento de funcionalidade. Novamente, o ambiente com funcionalidade parcial é o banheiro. No geral, o Indicador de Funcionalidade da Habitação Tipo B passou de 94 (atende) para 121 (supera).

Quadro 51 - Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo A antes e depois das modificações para o Edifício Residencial B.

<b>Ambiente</b>	<b>Gráfico Radar sem modificações</b>	<b>IFC</b>	<b>Gráfico Modelo Radar modificado</b>	<b>IFC</b>
<b>Quarto de casal</b>		<b>10</b> <b>Prec.</b>		<b>15</b> <b>Parcial</b>

Quarto dos filhos 1		08 Precário		14 Parcial
Quarto dos filhos 2		09 Precário		12 Parcial
Estar Jantar		14 Parcial		18 Atende
Cozinha		14 Parcial		14 Parcial
Banheiro		11 Precário		11 Parcial
Área de serviço		18 Atende		19 Atende
<b>IFH TOTAL sem modificações</b>		<b>76 Parcial</b>	<b>IFH TOTAL com modificações</b>	<b>90 Atende</b>

No quadro 53, são mostrados os gráficos antes e depois das modificações e o aumento de funcionalidade obtido na habitação tipo A do Edifício Residencial 2. Os únicos ambientes onde não foi possível efetuar mudanças significativas e que continuam atendendo parcialmente os quesitos de funcionalidade, são o banheiro e a cozinha. Houve um incremento nos Indicadores de Funcionalidade da Habitação Tipo A, passando de 76 (parcial) para 90 (atende).



Quadro 52 - Quadro comparativo dos Indicadores de funcionalidade da Habitação Tipo B antes e depois das modificações para o Edifício Residencial 2.

Ambiente	Gráfico Modelo Radar atual	IFC	Gráfico Modelo Radar modificado	IFC
Quarto de casal		07 Precário		16 Parcial
Quarto dos filhos		11 Precário		18 Atende
Estar Jantar		10 Precário		15 Parcial
Cozinha		18 Atende		18 Atende
Banheiro		11 Precário		11 Precário
Área de serviço		19 Atende		22 Atende
<b>IFH TOTAL sem modificações</b>		<b>76</b> <b>Parcial</b>	<b>IFH TOTAL com modificações</b>	
			<b>90</b> <b>Atende</b>	

O quadro 54 apresenta o desempenho da Habitação Tipo B, que assim como na Habitação Tipo A, apresentou significativo aumento dos índices de funcionalidade. Da mesma maneira, os ambientes que não possuíram alterações na funcionalidade foram o banheiro e a cozinha.

No geral, os Indicadores de Funcionalidade da Habitação Tipo b, passaram de 76 (parcial) para 90 (atende).

No quadro 55 foi feito um comparativo entre os estudos de caso do Edifício Residencial 1 e do Edifício Residencial 2 onde são mostrados os resultados dos indicadores de funcionalidade originais e com as modificações propostas.

Quadro 53 – Funcionalidade das unidades habitacionais com modificações.

Aptos	Residencial 1 original		Residencial 1 modificado		Residencial 2 original		Residencial 2 modificado	
	IFH	Conc	IFH	Conc	IFH	Conc	IFH	Conc
<b>Tipo a</b>	89	parcial	124	supera	76	parcial	90	atende
<b>Tipo b</b>	94	atende	120	supera	76	parcial	100	atende
<b>Média</b>	<b>91,5</b>	<b>atende</b>	<b>122</b>	<b>supera</b>	<b>76</b>	<b>parcial</b>	<b>95</b>	<b>atende</b>

No quadro 55, pode-se observar que o Edifício Residencial 1 em seu estado original apresentou índices de funcionalidade superiores ao Edifício Residencial 2 que atendeu parcialmente os quesitos de funcionalidade com IFH=76 tanto para o Tipo A quanto para o Tipo B. O baixo desempenho do Residencial 2 está relacionado principalmente as áreas de circulação e aos espaços reduzidos que impedem a adição de novos equipamentos e até mesmo de equipamentos mínimos para o uso satisfatório do compartimento. Estas dimensões reduzidas se devem principalmente ao sistema construtivo utilizado, que neste caso é de alvenaria com blocos cerâmicos estruturais. Esse sistema possui uma modulação pré determinada impossibilitando atender com eficiência a funcionalidade adequada dos ambientes. Este método de análise da funcionalidade na fase do projeto permite avaliar cada compartimento de modo individual, possibilitando melhorar seu desempenho funcional com alterações no projeto que viabilizem o atendimento das condições mínimas necessárias ao uso satisfatório do ambiente e consequentemente da habitação como um todo.

No estudo de caso do Edifício Residencial 1, com sistema construtivo convencional, foi possível por meio de pequenas modificações no layout e no deslocamento de paredes sem interferir na área construída, elevar o desempenho. Apresentou uma considerável melhora, superando os quesitos com IFH de 124 e 120. No Edifício Residencial 2, em função da rigidez da modulação, foram feitas modificações apenas no layout, não deslocando paredes, mesmo assim foram observadas melhorias, passando do conceito parcial para atende com IFH de 90 e 100 para os tipo a e b respectivamente.

Desta maneira o método de análise da funcionalidade serve de balizamento para intervenções no projeto através da identificação e quantificação dos quesitos estabelecidos. O método possibilita uma análise das modificações necessárias por meio da pontuação obtida em cada compartimento, avaliando as circulações, equipamentos, otimização dos espaços dentre outras variáveis que avaliadas durante a elaboração do projeto permitem espaços mais dinâmicos e funcionais e consequentemente permitem a melhoria nos indicadores de funcionalidade através das intervenções realizadas. Possibilita ainda que sejam realizadas modificações no layout, otimização de circulações e alteração no uso dos equipamentos.

A utilização deste método na fase de projeto permite que as soluções sejam antecipadas por parte do projetista adequando os espaços ao seu uso, garantindo assim a satisfação do usuário e a redução de desperdícios com reparos futuros.

Por meio dos resultados obtidos nos estudos de caso, observa-se que as habitações estudadas obtiveram um desempenho baixo em relação aos indicadores propostos no método, podendo ser revertido antes mesmo da ocupação por meio de intervenções simples em seu layout e até mesmo com o deslocamento de paredes internas que não interferem na estrutura do edifício e nem na sua área construída.

Vale ressaltar que as habitações referentes ao estudo de caso com sistema construtivo em alvenaria estrutural obtiveram menor desempenho na funcionalidade com relação ao convencional e também não possibilitam muitos ajustes em função da modulação do sistema.

### **5.1.3 Quanto aos parâmetros construtivos**

A partir da caracterização dos sistemas construtivos, foi possível analisar os materiais que compõem os conjuntos habitacionais do ponto de vista da reciclabilidade. A abordagem deste trabalho se deu com a avaliação da reciclabilidade da construção do edifício por meio da análise do projeto, não sendo objeto deste estudo a sua desconstrução. Durante o projeto de um novo edifício pode-se especificar os materiais e componentes construtivos pensando na possibilidade de reciclagem. Outro fator bastante relevante durante a fase de projeto é pensar na utilização de materiais com elevados níveis de reciclagem e reutilização. Na etapa de construção, foco deste estudo, foram avaliados os índices de reciclabilidade dos materiais e componentes utilizados.

Por meio dos resultados obtidos, foi verificado que as habitações analisadas apresentaram o índice de reciclabilidade igual a zero em função de utilizarem apenas materiais virgens na sua construção. O consumo energético dos materiais utilizados bem como a emissão de CO<sub>2</sub> na produção dos componentes são consideráveis e podem ser minimizados com algumas substituições que poderiam ter sido pensadas na etapa de projeto, reduzindo consideravelmente seus índices. A tabela 17 mostra o consumo energético dos materiais utilizados na construção dos condomínios residenciais 1 e 2.

Tabela 17 – Energia incorporada dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.

	Consumo energético					
	Virgem		Reciclados 100%		Reciclados atual	
	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(%)
<b>Residencial 1</b>						
Massa total 1510,23 kg/m <sup>2</sup>	3665,98	100	3267,26	100	3526,72	100
Massa metais 12,56 kg/m <sup>2</sup> (0,83%)	502,81	13,7	139,29	4,26	363,55	10,31
<b>Residencial 2</b>						
Massa total 608,33kg/m <sup>2</sup>	2298,51	100	2018,27	100	2238,57	100
Massa metais 11,19 kg/m <sup>2</sup> (1,8%)	370,89	16,13	125,85	6,23	310,95	13,89

O tabela acima mostra a influência dos metais na energia incorporada do conjunto, apesar de sua massa ser baixa em relação ao conjunto como um todo. No Edifício Residencial 1, os metais correspondem a aproximadamente 1% da massa total do edifício, porém a energia incorporada do sistema pode ser reduzida em 11% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados, baixando de 3665,98 MJ/m<sup>2</sup> para 3267,26 MJ/m<sup>2</sup> ou em 4% com a utilização de produtos metálicos reciclados de acordo com a média mundial, 3665,98 MJ/m<sup>2</sup> para 3526,72 MJ/m<sup>2</sup>. A diferença total de energia incorporada, considerando os materiais 100% reciclados é de 398,72 MJ/m<sup>2</sup>.

No Edifício Residencial 2, os metais correspondem a aproximadamente 2% da massa total do edifício, porém a energia incorporada do sistema pode ser reduzida em 13% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados, baixando de 2298,51 MJ/m<sup>2</sup> para

2018,27 MJ/m<sup>2</sup> ou em 3% com a utilização de produtos metálicos reciclados de acordo com a média mundial, 2298,51 MJ/m<sup>2</sup> para 2238,57 MJ/m<sup>2</sup>. A diferença total de energia incorporada, considerando os materiais 100% reciclados é de 280,24 MJ/m<sup>2</sup>.

Na tabela 18 são apresentados os índices de emissão de CO<sub>2</sub> nos Edifícios Residenciais 1 e 2.

Tabela 18 – CO<sub>2</sub> dos materiais virgens, 100% reciclados e reciclados de acordo com a média atual.

Sistemas e materiais	Emissões de CO <sub>2</sub>					
	Virgem		Reciclados 100%		Reciclados atual	
	KgCO <sub>2</sub> /Kg	(%)	KgCO <sub>2</sub> /Kg	(%)	KgCO <sub>2</sub> /Kg	(%)
<b>Residencial 1</b>	381,95	100	351,29	100	369,44	100
Massa metais 12,56 kg/m <sup>2</sup> (0,83%)	41,31	10,8	10,65	3,04	28,11	7,6
<b>Residencial 2</b>	242,01	100	215,63	100	231,12	100
Massa metais 11,19 kg/m <sup>2</sup> (1,8%)	36,05	14,9	9,67	4,48	25,16	10,9

Os resultados obtidos mostram que o CO<sub>2</sub> correspondentes a produção de metais tem grande influência nos valores totais do edifício, de modo similar ao que sucede com a energia incorporada nestes materiais.

No Edifício Residencial 1 observa-se que houve uma redução de 8,1% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados baixando de 381,95 kgCO<sub>2</sub>/kg para 351,29 95 kgCO<sub>2</sub>/kg, e de 3,3% com a utilização de produtos metálicos reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual, de 381,95 kgCO<sub>2</sub>/kg para 369,44 kgCO<sub>2</sub>/kg. A diferença total de emissões de CO<sub>2</sub>, considerando os materiais 100% reciclados é de 30,66 kgCO<sub>2</sub>/kg. Considerando que a área útil do pavimento tipo do Edifício Residencial A é de 450,00m<sup>2</sup> e que cada edifício possui 7 pavimentos, multiplicando-se a área pelo número de pisos chega-se a área total de 3150,00 m<sup>2</sup> de área por edifício, desconsiderando, neste caso, o pavimento térreo onde se encontram as garagens com pilotis. Considerando que a diferença de energia incorporada por m<sup>2</sup> construído com materiais virgens e com materiais virgens com uso dos materiais metálicos 100% reciclados é de 398,72 MJ/m<sup>2</sup>, se obtém uma economia de 1.255.968 MJ por edifício. Este valor representa que poderia ser construído mais 343,00 m<sup>2</sup>

somente com a economia de energia gerada pela substituição dos materiais metálicos por reciclados. Considerando a relação dos materiais virgens com os materiais metálicos reciclados de acordo com a média mundial, a diferença de energia incorporada por m<sup>2</sup> construído é de 139,26 MJ/m<sup>2</sup>, onde se obtém uma economia de 438.669 MJ por edifício, correspondendo a 120,00 m<sup>2</sup> de área construída. Para emissão de CO<sub>2</sub>, seguindo o mesmo processo, se obtém uma economia de aproximadamente 97 toneladas de CO<sub>2</sub> por edifício ao se utilizar materiais metálicos 100% reciclados e 39 toneladas com materiais metálicos reciclados de acordo com a média mundial.

No Edifício Residencial 2 percebe-se que assim como a energia incorporada, o CO<sub>2</sub> dos metais tem grande influência no conjunto. Neste caso houve uma redução de 10,9% com a utilização de produtos metálicos 100% reciclados baixando de 242,01 kgCO<sub>2</sub>/kg para 215,63 kgCO<sub>2</sub>/kg, e de 4,5% com a utilização de produtos metálicos reciclados com os percentuais de acordo com a média mundial atual, de 242,01 kgCO<sub>2</sub>/kg para 231,12 kgCO<sub>2</sub>/kg. A diferença total de emissões de CO<sub>2</sub>, considerando os materiais 100% reciclados é de 26,38 kgCO<sub>2</sub>/kg. Considerando que a área útil do pavimento tipo é de 232,92m<sup>2</sup> e que cada edifício possui 4 pavimentos, multiplicando-se a área pelo número de pisos chega-se a área total de 931,68 m<sup>2</sup> de área por edifício. Considerando que a diferença de energia incorporada por m<sup>2</sup> construído com materiais virgens e com materiais virgens com uso dos materiais metálicos 100% reciclados é de 280,24 MJ/m<sup>2</sup>, se obtém uma economia de 261.094 MJ por edifício. Este valor representa que poderia ser construído mais 114 m<sup>2</sup> somente com a economia de energia gerada pela substituição dos materiais metálicos por reciclados. A relação dos materiais virgens com os materiais metálicos reciclados de acordo com a média mundial, a diferença de energia incorporada por m<sup>2</sup> construído é de 59,94 MJ/m<sup>2</sup>, onde se obtém uma economia de 55.844,89 MJ por edifício, correspondendo a 24 m<sup>2</sup> de área construída. Para emissão de CO<sub>2</sub>, seguindo o mesmo processo, se obtém uma economia de aproximadamente 25 toneladas de CO<sub>2</sub> por edifício ao se utilizar materiais metálicos 100% reciclados e 10 toneladas com materiais metálicos reciclados de acordo com a média mundial.

Por meio dos estudos realizados pode-se observar que o uso de metais 100% reciclados ou reciclados de acordo com a média mundial permite reduzir significativamente a energia incorporada. De modo análogo reduz a emissão de CO<sub>2</sub>. Os valores apresentados nos estudos repercutem no conjunto do edifício e são mais significativos do ponto de vista da energia incorporada, com uma redução de 11% no Edifício

Residencial 1e 13% no Edifício Residencial 2 com relação a utilização de materiais virgens. Desta maneira, a avaliação da reciclabilidade dos materiais paralelo a etapa de projeto permite elevar seus índices, possibilitando construções mais sustentáveis e eficientes. Possibilita, ainda, a previsão de materiais que permitam a desconstrução do edifício, reutilização e reciclagem de seus componentes.

Na tabela 19 são apresentados os índices de reciclabilidade do Edifício Residencial 1 e 2 em seu estado original e também com algumas modificações propostas.

Tabela 19 - Índice de reciclabilidade do projeto do edifício.

<b>Sistema</b>	<b>Reutilizado</b>	<b>Reciclado</b>	<b>Infra ciclado</b>	<b>Infra utilizado</b>	<b>Virgem</b>
<b>Residencial 1 Original</b> massa (kg/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	1510,23
Índice de reciclabilidade do projeto	<b>0,00</b>				
<b>Residencial 1 Modificado</b> massa (kg/m <sup>2</sup> )	4,12	11,68	0	11,84	1482,59
Pontos	0,27	0,58	0	0,20	0
Índice de reciclabilidade do projeto	<b>1,05</b>				
<b>Residencial 2 Original</b> massa (kg/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	608,33
Índice de reciclabilidade do projeto	<b>0,00</b>				
<b>Residencial 2 Modificado</b> massa (kg/m <sup>2</sup> )	7,96	10,5	0	14,24	575,63
Pontos	1,31	1,29	0	0,59	0
Índice de reciclabilidade do projeto	<b>3,19</b>				

Na tabela 19 percebe-se que o índice de reciclabilidade do projeto tanto do Edifício Residencial 1 quanto do Edifício Residencial 2 são iguais a zero, pois todos os materiais utilizados são de fontes virgens, não renováveis o que penaliza todos os componentes e materiais que são multiplicados por zero.

Com intuito de aumentar a reciclabilidade, foram efetuadas algumas proposições, substituindo alguns materiais por elementos reciclados ou reutilizados. Como se pode observar, o índice de reciclabilidade do Edifício Residencial 1 atingiu o total de 1,05. O valor de 0,58 de materiais reciclados representa mais de 50% do índice obtido e demonstra a importância da reciclagem, assim como a reutilização (0,27) que também contribui com o índice encontrado. Porém, observa-se que 98,17% dos materiais são de fontes virgens e não contribuem para pontuação total do conjunto.

No Edifício Residencial 2, o valor de 1,31 de materiais reciclados representa mais de 40% do índice obtido e demonstra a importância da reciclagem, assim como a reutilização (1,31) que também contribui com o índice encontrado. Porém, observa-se que 94,62% dos materiais são de fontes virgens e não contribuem para pontuação total do conjunto.

Comparando o Edifício Residencial 1 construído com sistema convencional e o Edifício Residencial 2 com alvenaria estrutural, percebe-se que os índices de reciclabilidade de ambos são baixos, mesmo quando efetuado a estimativa de uso de alguns materiais reciclados e reutilizados. A alvenaria estrutural apresentou um desempenho levemente superior devido a maior quantidade de materiais metálicos passíveis de serem reciclados. Do ponto de vista da energia incorporada e da emissão de CO<sub>2</sub>, constata-se que o Edifício Residencial 2 apresentou resultados bem próximos do Edifício Residencial 1, porém com desempenho um pouco melhor devido a massa mais elevada de metais. Neste caso ao se substituir os metais virgens por metais 100% reciclados, houve uma redução na emissão de aproximadamente 11% para o Edifício Residencial 2, enquanto que no Edifício Residencial 1 foi de 8%. No caso da energia incorporada, no Edifício Residencial 2 a redução foi de 13% e no Edifício Residencial 1 de 11%. Desta maneira, pode-se dizer que o Edifício Residencial 2 construído com sistema construtivo em alvenaria estrutural apresentou melhor desempenho em relação aos índices de reciclabilidade. Entretanto vale ressaltar que os dois residenciais objetos dos estudos de caso apresentaram índices muito baixos, mostrando que este parâmetro construtivo precisa ser incorporado durante a etapa de projeto com as discriminações de materiais adequados sob o ponto de vista da reciclabilidade.



## 6 CONCLUSÕES

As questões relacionadas ao déficit habitacional no Brasil encontram-se ainda em destaque e discussão, apesar dos esforços e ações no sentido de reduzir o problema. De outra parte, as necessidades da população por moradia com baixo custo construtivo e boas condições de uso e habitabilidade também são relevantes. Este trabalho possibilitou estudar a composição das habitações e avaliar a funcionalidade de algumas unidades habitacionais de referência construídas em Criciúma. A dissertação visou, também, caracterizar os sistemas construtivos e os índices de reciclabilidade dos materiais utilizados nestas construções. Para isto foram selecionados dois estudos de caso em conjuntos habitacionais financiados pelo Programa Minha Casa Minha Vida, de modo a avaliar alguns dos parâmetros projetuais e construtivos destas habitações.

Espera-se que os resultados obtidos possam ser úteis para construtores, órgão financiador de projetos habitacionais de interesse social, projetistas, engenheiros, arquitetos, enfim, aos profissionais ligados diretamente ao projeto e execução das habitações, possibilitando soluções para o problema da funcionalidade na etapa de projeto. A utilização deste método na fase de projeto possibilita que as soluções sejam antecipadas por parte do projetista adequando os espaços ao seu uso, garantindo, assim, a satisfação do usuário e a redução de desperdícios com reparos futuros. A seleção de materiais e componentes que elevem a vida útil do edifício e que possibilitem maiores índices de reciclabilidade e conseqüentemente menores impactos ao meio ambiente por meio da redução da emissão de CO<sub>2</sub> e da energia incorporada na produção dos materiais e componentes também são aspectos relevantes para ser considerados no projeto dos edifícios.

O estudo mostrou que os conjuntos habitacionais seguem uma padronização, em que duas tipologias se destacam: os blocos lineares em altura com circulação central e seis unidades habitacionais e os blocos com quatro pavimentos com uma circulação central e quatro unidades habitacionais por pavimento. Verificou-se, também, que os sistemas construtivos empregados, na grande maioria, adotam o sistema convencional nas paredes dos edifícios e uma parcela menor usa alvenaria com blocos cerâmicos estruturais.

## 6.1 QUANTO A FUNCIONALIDADE:

Diante dos estudos realizados para avaliar a funcionalidade das habitações, observou-se que o método de análise serve de balizamento para intervenções no projeto através da identificação e quantificação dos quesitos estabelecidos. Também possibilita, através de alterações no layout, a otimização de circulações e função dos equipamentos. O método possibilita, ainda, uma análise das modificações necessárias e a consequente melhoria nos indicadores de funcionalidade nas intervenções propostas.

Por meio da aplicação do método da funcionalidade nas habitações analisadas foi possível constatar um baixo desempenho funcional nas configurações originais das unidades. Podem ser revertidos, antes mesmo da ocupação por meio de intervenções simples em seu layout e até mesmo com o deslocamento de paredes internas que não interferem na estrutura do edifício, nem na sua área construída, possibilitando elevar seu desempenho, adequando-as ao uso.

Constatou-se que o sistema construtivo convencional possibilita maiores ajustes na composição, permitindo o deslocamento de paredes sem interferir na área construída. Já o sistema com paredes estruturais não possibilita estas modificações na planta baixa em função de uma modulação pré-determinada. Observou-se, também, que esta modulação reduz a flexibilidade nas circulações e consequentemente dificulta modificações no layout das unidades habitacionais.

## 6.2 QUANTO A RECICLABILIDADE:

Com intuito de possibilitar aos usuários moradias com melhores condições, torna-se necessário uma aproximação dos órgãos públicos ligados à construção de habitações para baixa renda, projetistas, engenheiros, arquitetos, fornecedores de materiais e insumos permitindo, produzindo deste modo, melhorias dos diversos elementos que compõe as residências e seu desempenho. Neste contexto, a utilização de materiais reciclados ou reutilizados contribui significativamente para o aumento dos índices de reciclabilidade da construção.

A partir da caracterização dos sistemas construtivos, foi possível analisar os materiais que compõem os conjuntos habitacionais do ponto de vista da reciclabilidade. Este trabalho buscou a avaliação da reciclabilidade da construção do edifício por meio da análise do projeto, não sendo objeto deste estudo a sua desconstrução. Durante o projeto de

um novo edifício pode-se selecionar os materiais e componentes construtivos pensando na possibilidade de reciclagem. Outro fator bastante relevante durante a fase de projeto é propor materiais com elevados níveis de reciclagem e reutilização. Na etapa de construção dos edifícios deste estudo foram avaliados os índices de reciclabilidade dos materiais e componentes utilizados.

O consumo energético dos materiais utilizados bem como a emissão de CO<sub>2</sub> na produção dos componentes são consideráveis na produção dos edifícios, podendo ser minimizados com algumas substituições de materiais que poderiam ter sido pensadas na etapa de projeto, reduzindo consideravelmente este tipo de impacto ambiental.

Considerando que a diferença de energia incorporada por m<sup>2</sup> construído com materiais virgens em relação aos materiais metálicos 100% reciclados é considerável, se obtém uma economia significativa de energia incorporada nos edifícios, possibilitando um aumento na área construída somente com a economia de energia gerada pela substituição dos materiais metálicos por reciclados. Da mesma maneira pode-se substituir os materiais virgens por materiais reciclados de acordo com a média mundial e também conseguir um incremento na área construída. O mesmo processo acontece com relação a emissão de CO<sub>2</sub>, em que se pode obter uma grande economia ao se utilizar materiais metálicos 100% reciclados e materiais metálicos reciclados de acordo com a média mundial.

Por meio de uma análise comparativa entre o Edifício Residencial 1 que utiliza o sistema convencional e o Edifício Residencial 2 que utiliza alvenaria estrutural, foi observado que os índices de reciclabilidade são baixos, mesmo sendo realizada a estimativa de uso de alguns materiais reciclados e reutilizados. O sistema com alvenaria estrutural apresentou um desempenho superior devido à maior quantidade de materiais metálicos que podem ser reciclados. Do ponto de vista da energia incorporada e da emissão de CO<sub>2</sub>, o Edifício Residencial 2 apresentou resultados bem próximos ao Edifício Residencial 1, porém como possui a massa mais elevada de metais que podem ser substituídos por material reciclado, seu desempenho foi superior. Ao se substituir os metais virgens por metais 100% reciclados, houve uma redução na emissão de aproximadamente 11% para o Edifício Residencial 2, enquanto que no Edifício Residencial 1 foi de 8%. Para a energia incorporada, houve uma redução de 13% no Residencial 2 e de 11% no Residencial 1. Então, pode-se concluir que o Edifício Residencial 2 com sistema construtivo em alvenaria estrutural apresentou melhor desempenho em relação aos índices de

reciclabilidade. Convém ressaltar que os dois edifícios apresentaram índices de reciclabilidade muito baixos, sinalizando que este parâmetro construtivo precisa ser incorporado durante a etapa de projeto com a definição de materiais adequados do ponto de vista da reciclabilidade.

Os índices de reciclabilidade apresentam-se como uma ferramenta que possibilita a tomada de decisões na etapa de projeto e também uma ferramenta que permite avaliar o grau de reciclabilidade de um edifício. Pode-se dizer que o método de avaliação da reciclabilidade, ao permitir reutilizar, reciclar os materiais e outros componentes do edifício, apresenta-se como uma boa estratégia para alcançar uma arquitetura mais sustentável.

### 6.3 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Este trabalho limita-se a avaliação dos parâmetros projetuais e construtivos na fase de projeto de conjuntos habitacionais multifamiliares. Desta maneira, algumas questões merecem análises e podem ser objetos de estudos de futuras pesquisas:

- a) Aplicação do método da reciclabilidade para avaliação da desconstrução do edifício com diferenciação do sistema construtivo com teste do modelo na etapa de projeto para verificação da contribuição como ferramenta para tomada de decisão em projeto.
- b) Aplicação do método da funcionalidade para verificação da customização na análise da unidade habitacional pós ocupação.
- c) Aplicação do método da reciclabilidade em um edifício multifamiliar, avaliando todos os materiais e componentes utilizados e as possibilidades de substituições, bem como os índices de cada material fornecido.
- d) Aplicação do método utilizado nesta pesquisa com ampliação da amostra utilizada, elaborando um comparativo entre as três faixas de subsídios das habitações.

## REFERÊNCIAS

- ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo, EPUSP, 1995. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12.
- AGOPYAN, V.; JOHN, V. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. Série Sustentabilidade. Blucher. 2011.
- ARIS, Carlos Martí. **Las variaciones de la identidad – Ensayo sobre el tipo en arquitectura**. Demarcación de Barcelona del Colegio de Arquitectos de Cataluña, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida: Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Desempenho de Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos**. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico das edificações**. Rio de Janeiro, 2003.
- BARTH, Fernando e VEFAGO, Luiz Henrique Macarini. **Desempenho técnico e potenciais de reciclabilidade nas edificações**. Projeto de Pesquisa. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.
- BONDUKI, Nabil Georges. **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, Lei do Inquilinato e Difusão da Casa Própria**. São Paulo: Estação Liberdade/FAPESP, 1994.
- BONDUKI, Nabil George. **Crise de Habitação e a Luta pela Moradia no Pós-Guerra**. In: Lúcio Kowarick. (Org.). São Paulo passado e presente: as lutas sociais e a cidade. São Paulo: PAZ&TERRA, 1994.
- BONDUKI, Nabil George. **Habitação Social na Vanguarda do Movimento Moderno no Brasil**. Óculum, Campinas, 1996.
- BONDUKI, Nabil. **Origens da Habitação Social no Brasil**. São Paulo, estação liberdade, 2004.

CRICIÚMA, Secretaria municipal de Desenvolvimento Social e Habitação. **Plano Local de Habitação de Interesse Social**. Pontual, 2012.

CHING, Frank. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. 1. ed São Paulo: Martins Fontes, 2002.

DE OLIVEIRA, Roberto. **A Methodology for housing design**. Waterloo, Canadá: University of Waterloo, 1994.

ESTATUTO DA CIDADE. **Guia para Implementação pelos municípios e cidadãos**. Brasília: Instituto Pólis/ Caixa Econômica Federal, 2001.

**ECOPLANO**. Oficial website. Disponível em: <<http://www.ecoplano.com.br>> . Acesso em 5 de setembro de 2012.

FARAH, Marta Ferreira Santos. **Reforma de políticas sociais no Brasil: experiências recentes de governos subnacionais**. RAUSP - Revista de Administração, v.33, n.1, 1998.

FERNANDES, Marlene. **Agenda habitat para municípios**. Rio de Janeiro: IBAM, 2003.

FISCHER, Gustave. **Psicologia Social do Ambiente**. Ed. Instituto Piaget, 1994.

FOLZ, R. R. **Projeto Tecnológico para produção de habitação mínima e seu mobiliário**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2008.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil**. Centro de Estatísticas e informações. Belo Horizonte, 2008.

HERTZBERGER, Herman. **Lições de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Estatística. 2008.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. 2001. Disponível em: <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.\[2Ago19\]](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.[2Ago19])>. Acesso em: 21 out. 2012.

KOURY, A. P. (Pesquisador ); BONDUKI, N. G. (Docente ); MANOEL, S. K. (Discente-Autor /Mest.Acadêmico): **Análise tipológica da Produção de Habitação Econômica no Brasil (1930-1964)**; 5 Seminário DOCOMOMO BRASIL; São Carlos; BRASIL;

LEI FEDERAL 10.257. **Regulamentação dos artigos 182 e 183 da Constituição Federal**. Diário Oficial da União, Brasília, 2001.

LEITE, Luis Carlos R. **Habitação de Interesse Social: metodologia para análise da funcionalidade**. Estudo de caso do Projeto Chico Mendes – Florianópolis/SC. Florianópolis: PPGEP/UFSC, 2003.

LEITE, Luis Carlos Rifrano. **Avaliação de projetos habitacionais – avaliando a funcionalidade da moradia social**. São Paulo: Ensino Profissional, 2006.

MANZINI, E. & VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: USP, 2002.

MARICATO, Ermínia. **Revista Com Ciência Cidade**. Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos da USP. 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/cid02.htm>>. Acesso em 20 ago. 2010.

MARTIN, B. A green look of masonry. Masonry magazine. April 2007. Disponible en: <http://www.masonrymagazine.com/4-07/green.html> Acesso em setembro de 2012.

MARTINEZ, Afonso Corona. **Ensaio sobre o projeto**. Brasília: Universidade de Brasília, 2000.

MERCADER, M. P. M. **Cuantificación de los recursos consumidos y emisiones de CO2 producidas en las construcciones de Andalucía y sus implicaciones en el protocolo de Kioto.** Tesis doctoral.

Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla. 2010.

NESBITT, Kate. **Uma nova agenda para a arquitetura:** antologia teórica, 1965-1995. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

PALERMO, C. **Sustentabilidade Social do Habitar.** Florianópolis: Ed. da autora, 2009.

PINTO, Paula. **A nova legislação para resíduos da construção.** Revista Techne. Artigo 82. Editora Pini. São Paulo. 2006.

PEDRO, J. A. C. B. O. **Definição e avaliação da qualidade arquitetônica habitacional.** Tese de doutorado, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. Lisboa. 2000.

RAPOPORT, A. **Origens Culturais da Arquitetura.** In: SNYDER, J. C.; CATANESE, A. Introdução à Arquitetura. Rio de Janeiro: Campus, 1984.

RIBEIRO, Luiz C. de; PECHMAM, Robert M. **O que é questão da moradia.** Coleção Primeiros Passos, n. 92. São Paulo : Ed. Brasiliense.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Sugestões para a conceituação da durabilidade e vida útil.** FHS consultoria e Engenharia. São Paulo. 2007.

SANTOS, Cláudio Hamilton. **Políticas Federais de habitação no Brasil:** 1964/1998. (Textos para discussão, nº 654). Brasília: IPEA, 1999.

SILVA, Elvan. **Geometria funcional dos espaços da habitação:** contribuição ao estudo da problemática da habitação de interesse social. Porto Alegre: UFRGS, 1982.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras.** Tese (Doutorado) - UFSC. Florianópolis, 2006.



UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC.  
**Projeto Habitat Saudável e Sustentável:** Qualidade Projetual em Assentamentos Populares – urbanização e habitação. Criciúma. 2010.

VEFAGO, L.H. e Avellaneda J. **The Unsustainability of Sustainable Architecture Proceedings:** W096 - Special Track 18th CIB World Building Congress, Salford, UK , 2010

VEFAGO, Luiz Henrique Macarini. **El concepto de reciclabilidad aplicado a los materiales de construcción y a los edificios: propuesta de índices para evaluar la reciclabilidad de los sistemas constructivos.** Tese apresentada ao Departament de Construccions Arquitectòniques I. [Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona](#) – ETSAB. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. 2012.

YANNAS, S. Toward more sustainable cities. **Original Research Article Solar Energy**, v.70, n.3, 2001. Disponível em: <<http://bit.ly/ibfyjQ>>. Acesso em: 17 setembro de 2012.

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



## ANEXO A

CrITÉRIOS de avaliaÇão do método do Indicador de Funcionalidade da Habitação (LEITE, 2003).

### Quarto de Casal

#### Quesitos de Quantidade

##### a1) Equipamento mínimo

O espaço deve comportar no mínimo, uma cama de casal, duas mesas de cabeceira, um roupeiro de três ou quatro portas (duas em situação precária) e uma cômoda.

##### b1) Equipamento adicional

É desejável que, além do equipamento mínimo, seja possível a colocação de uma ou duas peças adicionais, tais como a cômoda ou cama infantil.

#### Quesitos de Qualidade

##### a) Roupeiro e sua proximidade da porta

Os roupeiros e áreas de utilização devem ser colocados o mais próximo possível da entrada, evitando-se a obrigação de contornar a cama para serem acessados; o posicionamento da porta a 60cm/ 70cm do ângulo das paredes é essencial para a implantação do equipamento e que no posicionamento da porta, localizada no ângulo das paredes, o que representa um moderado prejuízo no aspecto da circulação, pela relativa obstrução da entrada.

##### b) Áreas de circulação e utilização

As áreas de circulação e de utilização do equipamento devem atender aos tamanhos mínimos, tolerando-se apenas a existência de banco ou cadeira, sempre que a passagem tiver 60cm ou mais de largura.

##### c) Acessibilidade à janela

A implantação do equipamento não deverá dificultar o acesso e/ou o funcionamento da janela, que deverá ser atingível através de uma passagem com largura não inferior a 55cm/ 60cm, tolerando-se a largura de 40cm em situação crítica; deve ser garantido o acesso a toda a largura da janela ou a pelo menos 60% desta, como solução precária.

#### d) Otimização

As áreas de circulação e utilização do equipamento deverão ser superpostas, a fim de se obter otimização no uso do espaço livre.

### **Quarto dos filhos**

#### Quesitos de Quantidade

##### a1) Equipamento mínimo

O espaço deverá comportar, no mínimo, uma cama de solteiro ou beliche nos quartos com menos de 7,50m<sup>2</sup>, ou duas camas de solteiro ou beliche para dormitórios com mais de 7,50m<sup>2</sup>. Uma ou duas mesas de cabeceira, um roupeiro de duas portas para dormitórios com menos de 7,50m<sup>2</sup> ou um roupeiro de três portas ou dois de duas portas para dormitórios com mais de 7,50m<sup>2</sup>, uma mesa de estudo e cadeira.

##### b1) Equipamento adicional

É desejável que, além do equipamento mínimo, seja possibilitada a colocação de uma ou mais peças de equipamento, como cômoda, preferencialmente uma estante de livros e pertences diversos, no caso de filhos em idade escolar.

#### Quesitos de Qualidade

##### a) Roupeiro e sua proximidade da porta

Os roupeiros e áreas de utilização devem ser colocados o mais próximo possível da entrada, evitando-se a obrigação de contornar a cama para serem atingidos; o posicionamento da porta a 60cm/ 70cm do ângulo das paredes é essencial para a implantação do equipamento e que no posicionamento da porta, localizada no ângulo das paredes, o que

representa um moderado prejuízo no aspecto da circulação, pela relativa obstrução da entrada.

#### b) Áreas de circulação e utilização

As áreas de circulação e de utilização do equipamento devem atender aos tamanhos mínimos, tolerando-se apenas a existência de banco ou cadeira, sempre que a passagem tiver 60cm ou mais de largura. Concepção e linguagem projetual de habitações autoconstruídas em Florianópolis/SC – Um estudo na Barra do Sambaqui 173

#### c) Acessibilidade à janela

A implantação do equipamento não deverá dificultar o acesso e/ ou o funcionamento da janela, que deverá ser atingível através de uma passagem com largura não inferior a 55cm/ 60cm, tolerando-se a largura de 40cm em situação crítica; deve ser garantido o acesso a toda a largura da janela ou a pelo menos 60% desta, como solução precária.

#### d) Otimização

As áreas de circulação e utilização do equipamento deverão ser superpostas, a fim de se obter otimização no uso do espaço livre.

### **Sala de Estar e jantar**

#### Quesitos de Quantidade

##### A1) Equipamento mínimo

O espaço deverá comportar, no mínimo, um sofá-cama para três pessoas, uma poltrona para habitação com até dois quartos ou duas poltronas para habitação com três quartos, mesa de refeições para de quatro a oito comensais, uma estante e uma mesa auxiliar, de centro ou de canto.

##### B1) Equipamento adicional

É desejável que seja possível a colocação de equipamento adicional, como outra poltrona, balcão ou mesa própria para televisor, etc.

## Quesitos de Qualidade

### a) Áreas de circulação e utilização (circulação livre)

As áreas de circulação e utilização do equipamento devem preservar uma faixa de passagem livre com largura não inferior a 55cm/ 60cm, ligando as portas que acendem ao ambiente.

### b) Área livre central

A disposição do equipamento deverá preservar uma área livre de móveis e outros objetos, de modo a corresponder a um círculo com diâmetro de 1,30m/ 1,50m.

### c) Acessibilidade à janela

A implantação do equipamento não deverá dificultar o acesso e/ ou o funcionamento da janela, que deverá ser atingível através de uma passagem com largura não inferior a 55cm/ 60cm, tolerando-se a largura de 40cm em situação crítica; deve ser garantido o acesso a toda a largura da janela ou a pelo menos 60% desta, como solução precária. Concepção e linguagem projetual de habitações autoconstruídas em Florianópolis/SC – Um estudo na Barra do Sambaqui 174

### d) Otimização

As áreas de circulação e utilização do equipamento deverão ser superpostas, a fim de se obter otimização no uso do espaço livre.

## Cozinha

### Quesitos de Quantidade

#### A1) Equipamento mínimo

Comportar, no mínimo, um balcão com pia, um refrigerador, um fogão, um armário suspenso e um balcão auxiliar ou mesa de trabalho.

#### B1) Equipamento adicional

Comportar uma mesa auxiliar para trabalho com o operador sentado, para a tomada de refeições informais, com capacidade para duas a quatro pessoas.

### Quesitos de Qualidade

#### a) Passagem livre

Preservar uma passagem livre com largura não inferior a 90cm.

b) Relação fogão e janela O fogão deverá ficar próximo à janela e não confrontar com o refrigerador.

c) Abertura de portas de equipamentos

A abertura da porta do refrigerador e/ ou forno não deve ocupar o espaço adjacente ao balcão da pia e/ ou mesa auxiliar de trabalho.

d) Proximidade do refrigerador

O refrigerador deverá ficar próximo à porta de acesso ao interior da residência.

## **Banheiro**

### Quesitos de Quantidade

A1) Equipamento mínimo

O espaço deverá comportar a instalação de, no mínimo, um lavatório, um vaso sanitário e um chuveiro, atendendo às dimensões próprias e áreas de utilização.

B1) Equipamento adicional

É desejável que, além do equipamento mínimo, seja possível a instalação de um bidê ou de uma ducha higiênica.

### Quesitos de Qualidade

a) Otimização

As áreas de circulação e utilização do equipamento deverão ser superpostas, a fim de se obter otimização no uso do espaço livre.

b) Utilização simultânea

O banheiro deve, se possível, permitir a utilização simultânea por mais de um usuário.

c) Iluminação natural

O lavatório e o armário com espelho devem ficar próximos da janela, considerando-se 1,0m como plenamente satisfatório e mais de 2,0m como insatisfatório.

#### d) Privacidade

O uso do banheiro não deve constranger visual ou auditivamente os usuários da habitação, em que ocorre quando há a compartimentação do lavatório em relação aos demais aparelhos. Os ruídos durante o uso do lavatório constroem as outras pessoas.

### **Área de Serviço**

#### Quesitos de Quantidade

##### A1) Equipamento mínimo

Comportar, no mínimo, um tanque e uma máquina de lavar roupas, mesmo que a mesma não vá ser instalada de imediato.

##### B1) Equipamento adicional

Comportar equipamento adicional, como secadora de roupa ou centrífuga.

#### Quesitos de Qualidade

##### a) Abertura para o exterior

Ser aberta para o exterior em uma das paredes de maior dimensão.

##### b) Circulação e utilização

Dispor de espaço suficiente para circulação e utilização do equipamento.

c) Espaço para depósito de material de limpeza e roupas e tábua de passar roupas Dispor de espaço, preferencialmente atrás da porta de acesso, de lugar para instalação de armário ou prateleiras para o armazenamento.

##### d) Otimização

As áreas de circulação e utilização do equipamento deverão ser superpostas, a fim de se obter otimização no uso do espaço livre.