

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil

RAFAEL SANTOS FISCHER

**ESTRATÉGIAS DE ADAPTABILIDADE NA HABITAÇÃO SOCIAL:
IMPLICAÇÕES NO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DO EDIFÍCIO**

CURITIBA

2017

RAFAEL SANTOS FISCHER

**ESTRATÉGIAS DE ADAPTABILIDADE NA HABITAÇÃO SOCIAL:
IMPLICAÇÕES NO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DO EDIFÍCIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid.

CURITIBA

2017

F529e

Fischer, Rafael Santos

Estratégias de adaptabilidade na habitação social: implicações no ciclo de vida energético do edifício / Rafael Santos Fischer. – Curitiba, 2017.

219f. . : il. [algumas color.] ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil.

Orientador: Aloísio Leoni Schmid.

1. Construção Civil – materiais. 2. Habitação – aspectos sociais.
I. Universidade Federal do Paraná. II. Schmid, Aloísio Leoni. III.
Título.

CDD: 690.1

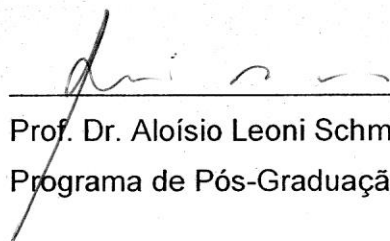
TERMO DE APROVAÇÃO

RAFAEL SANTOS FISCHER

ESTRATÉGIAS DE ADAPTABILIDADE NA HABITAÇÃO SOCIAL: IMPLICAÇÕES NO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DO EDIFÍCIO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Área de Concentração: Ambiente Construído, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – UFPR

Examinadores:



Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFPR



Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos

Departamento de Design - UFPR



Prof. Dr. Emerson José Vidigal

Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFPR

Curitiba, 12 de abril de 2017.

Agradeço

aos professores Aguinaldo Santos, Sérgio Tavares, Sérgio Scheer, Emerson
Vidigal e George Stanescu;

ao professor orientador Aloísio Schmid;

à minha família;

aos colegas Benício Hassegawa e Ludmila Freitas;

e à todas as pessoas que contribuíram para o desenvolvimento desta
dissertação.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), entidade do Governo Brasileiro voltada à formação de recursos humanos.

RESUMO

Como acontece em vários países do mundo, as habitações de interesse social produzidas no Brasil são projetadas e construídas de maneira massificada, por vezes desconsiderando diferenças entre as famílias que vão ocupá-las. Além disso, devido às técnicas e materiais construtivos utilizados, estas unidades ainda oferecem muitas dificuldades para serem adaptadas conforme ocorrem mudanças nas necessidades espaciais dos habitantes ao longo do ciclo de vida familiar. Como resultado, verificam-se desperdícios e dificuldades de reutilização, reaproveitamento e reciclagem de materiais com durabilidade técnica superior à durabilidade útil da construção e uma baixa qualidade técnica, funcional e estética das unidades. Neste contexto, a adoção de projetos de HIS adaptáveis pode favorecer e estender a vida útil funcional dos materiais, tornando seu uso mais eficiente e assim reduzindo o consumo de energia ao longo de seu ciclo de vida. A adaptabilidade também favorece a criação de unidades mais adequadas técnica, funcional e esteticamente. Com a finalidade de verificar como e em que grau a existência das estratégias de adaptabilidade no projeto de uma HIS pode implicar na quantidade de energia consumida ao final do ciclo de vida, a presente pesquisa utilizou-se do método Design Science Research para propor uma casa de interesse social mais adaptável e comparar seu desempenho energético com o de uma unidade convencional. Além disso, tanto na casa adaptável – ARTEFATO – quanto para convencional – PROJETO PARÂMETRO – foi feita a simulação de adaptações ao longo do ciclo de vida familiar. Assim, pode-se obter dados de ordem qualitativa e quantitativa a respeito do grau da melhora de desempenho energético encontrada no ARTEFATO, validando os pressupostos e o objetivo da pesquisa. Da mesma maneira, foi possível verificar o impacto que as adaptações causam na quantidade final de energia calculada para ambos os projetos. Um conceito importante discutido foi o da energia de sobra – residual –, que é aquela incorporada em materiais cuja durabilidade técnica é superior à funcional, indicando que os mesmos ainda podem ser utilizados na mesma unidade habitacional ou em novas construções. Para isso, no entanto, os projetos devem ser concebidos levando-se em conta as estratégias de adaptabilidade.

Palavras-chaves: durabilidade técnica, durabilidade funcional, habitação de interesse social, adaptabilidade, análise de ciclo de vida energético.

ABSTRACT

As well as in several countries of the world, Brazilian social housing is designed and built in a mass manner, often disregarding differences among the families that will occupy them. In addition, because of the construction techniques and materials used, these units offer many difficulties to be adapted by its dwellers as changes in spatial needs occur throughout the family life cycle. As a result, there can be a lot of material waste as well as difficulties of reusing and recycling them because of differences between technical durability and useful durability. There are also issues concerning a low technical, functional and aesthetic quality of the units. In this context, the adoption of adaptive social housing projects extend the useful life of the materials, making their use more efficient and thus reducing energy consumption throughout their life cycle. Adaptability also allows for the creation of more suitable housing. With the purpose of verifying how and to what extent the presence of adaptive strategies in social housing design can imply in the amount of energy used through its life cycle, this research was carried out using the Design Science Research method. The amount of energy spent during the adaptable social housing life-cycle was then assessed and compared to the amount spent during a conventional social housing life-cycle. In addition, both the adaptable and the conventional social housing designs took into account the simulation of adaptations made throughout the family life cycle. Thus, qualitative and quantitative data could be obtained, showcasing in which degree there has been an energetic performance improvement in the adaptable social housing design, which validated the research assumptions and goal. It was also possible to assess the amount of energy that the adaptations added throughout the lifecycle of both projects. An important concept discussed was that of surplus energy, that is the energy incorporated in materials whose technical durability is superior to functional durability. The surplus indicates that the materials can still be used in the same housing unit or in new construction if the design took into account the adaptability strategies.

Keywords: *technical durability, functional durability, social housing, adaptability, life cycle energy assessment.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 HIS do Programa Minha Casa Minha Vida.....	2
Figura 2 Relação entre durabilidade técnica e funcional.....	4
Figura 3 Evolução do Déficit Habitacional no Brasil entre 2007 e 2014	9
Figura 4 Conjunto de HIS.....	10
Figura 5 Unidades de Análise	15
Figura 6 Mapa Mental da Pesquisa.....	18
Figura 7 Custo X Tempo	50
Figura 8 As camadas de uma edificação	52
Figura 9 Fases da ACVe (TAVARES, 2006).....	60
Figura 10 Adaptar ou não?.....	62
Figura 11 Alteração nos valores fracionados	99
Figura 12 Energia Residual.....	100
Figura 13 Alteração proposta - Energia residual	101
Figura 14 Fator de reposição	102
Figura 15 Fator de reposição - método utilizado na pesquisa.....	102
Figura 16 Croqui de casa emergencial no Nepal - Shigeru Ban.....	105
Figura 17 Casa emergencial no Nepal e seu funcionamento - Shigeru Ban ..	106
Figura 18 Wikihouse e sistema construtivo	107
Figura 19 PopUp House.....	108
Figura 20 Sistema Construtivo da PopUp house.....	109
Figura 21 Chapa de EPS da PopUp House	109
Figura 22 Detalhe da seção da PopUp House	110
Figura 23 Incremental Housing não-adaptada	112
Figura 24 Incremental Housing Adaptada	112
Figura 25 Projeto executivo da Incremental housing.....	113
Figura 26 Perspectiva da nova HIS - ARTEFATO.....	114
Figura 27 Sentido da expansão do ARTEFATO.....	115
Figura 28 Modulação inicial próxima à 3 metros para acomodar diferentes ambientes de uma HIS.....	115
Figura 29 Elementos estruturais juntos da malha estrutural	116
Figura 30 A modulação pode gerar necessidade de cortes e ajustes nas peças de vedação.....	117

Figura 31 Terreno para o projeto do ARTEFATO - e do PROJETO PARÂMETRO.....	118
Figura 32 Malha de modulação com dimensões variadas acomoda elementos de estrutura e mobiliário incorporado, liberando espaço para os ambientes .	120
Figura 33 Estratégias de adaptabilidade	122
Figura 34 Sistematização do ARTEFATO	125
Figura 35 PROJETO PARÂMETRO.....	128
Figura 36 Ciclo de vida familiar e suas adaptações	131
Figura 37 Planta e quantitativo do ARTEFATO - casal sem bebê.....	132
Figura 38 Planta e quantitativo do ARTEFATO - casal com bebê.....	133
Figura 39 Planta e quantitativo do ARTEFATO - casal com filho em primeira infância.....	134
Figura 40 Planta do ARTEFATO - casal com filho em segunda infância	135
Figura 41 Planta do ARTEFATO - casal com filho adolescente	136
Figura 42 Planta do ARTEFATO - casal com filho jovem.....	137
Figura 43 Planta do ARTEFATO - casal idoso	138
Figura 44 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal sem bebê	140
Figura 45 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com bebê	141
Figura 46 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho primeira infância.....	142
Figura 47 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho segunda infância.....	143
Figura 48 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho adolescente	145
Figura 49 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho jovem	147
Figura 50 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal de idosos.....	148
Figura 51 Evolução - PROJETO PARÂMETRO.....	149
Figura 52 Evolução ARTEFATO	150
Figura 53 Rearranjo e reposicionamento dos elementos construtivos no ARTEFATO	150
Figura 54 Cálculo da Energia Pré-Operacional	153
Figura 55 Cálculo da energia operacional.....	156
Figura 56 Energia pós-operacional	159
Figura 57 Cálculo da Energia total sem cocção e equipamentos.....	162
Figura 58 Elementos de vedação e sua reutilização no mesmo projeto	172

Figura 59 Comparação da energia residual no Projeto Parâmetro e no Artefato	179
Figura 60 Energia Reutilizável e Energia Perdida em ambos projetos.....	182
Figura 61 Energia total absoluta e relativa dos projetos.....	187
Figura 62 Diagrama de reutilização dos elementos no projeto ARTEFATO ..	188
Figura 63 Energia consumida X energia residual.....	190
Figura 64 Energia residual por camada	191
Figura 65 Energia utilizada X energia perdida.....	191
Figura 66 Evolução do consumo energético por camada PROJETO PARÂMETRO.....	192
Figura 67 Evolução do consumo energético por camada ARTEFATO	193

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Energia Pré-Operacional	154
Gráfico 2 Energia Pré-Operacional	155
Gráfico 3 Energia Operacional de manutenção absoluta - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / estágio do ciclo de vida familiar)	157
Gráfico 4 Energia Operacional de manutenção por área construída - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / m ² / estágio do ciclo de vida familiar)	158
Gráfico 9 Energia Pós-Operacional absoluta - ARETAFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / estágio do ciclo de vida familiar)	160
Gráfico 10 Energia Pós-Operacional por área construída - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / m ² / estágio do ciclo de vida familiar)	161
Gráfico 13 Energia total absoluta - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ acumulado / estágio do ciclo de vida familiar)	163
Gráfico 14 Energia total por unidade de área - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ/m ² acumulado / estágio do ciclo de vida familiar)	164
Gráfico 17 Energia total absoluta final - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ sem considerar energia operacional de equipamentos e cocção).....	177

Gráfico 18 Energia total absoluta final e energia residual - PROJETO PARÂMETRO (GJ).....	178
Gráfico 19 Energia total absoluta final e energia residual - ARTEFATO (GJ)	179
Gráfico 20 Energia residual (de sobra) absoluta (GJ) - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (discriminação segundo camadas de Brand (1994))	181

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Problema, objetivo e estratégia de pesquisa	14
Quadro 2 Resumo da problematização	16
Quadro 3 Relação causa e consequência.....	22
Quadro 4 Validação da pesquisa	22
Quadro 5 Esquema das fases da DSR e capítulos da pesquisa	24
Quadro 6 Composição Familiar	38
Quadro 7 Funções da habitação	42
Quadro 8 Área útil da HIS por morador.....	44
Quadro 9 Área mínima confortável por ambiente.....	45
Quadro 10 Limites inferiores para cada ambiente.....	45
Quadro 11 Áreas recomendadas para cada ambiente.....	46
Quadro 12 Necessidades de adaptação	54
Quadro 13 Recomendações de Brandão	73
Quadro 16 Áreas iniciais do ARTEFATO e do PROJETO PARÂMETRO	119
Quadro 17 Quantitativo Pré-Operacional do ARTEFATO	124
Quadro 18 Quantitativo Pré-Operacional do PROJETO PARÂMETRO	129
Quadro 19 Quantitativo total - PROJETO PARÂMETRO	149
Quadro 21 Quantitativo total - ARTEFATO	151
Quadro 22 Site - Terreno: estratégias de adaptabilidade.....	165
Quadro 23 Structure - Estrutura: estratégias de adaptabilidade.....	166
Quadro 24 Skin - Vedação: estratégias de adaptabilidade	168
Quadro 25 Services - Instalações: estratégias de adaptabilidade.....	169
Quadro 26 Spaces - Espaços: estratégias de adaptabilidade.....	170

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Critérios para seleção e desenvolvimento do PROJETO PARÂMETRO e do ARTEFATO.....	85
Tabela 2 Critérios para simulação de adaptações no PROJETO PARÂMETRO e no ARTEFATO	93
Tabela 3 Materiais, durabilidade e fator de reposição	121

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1. PROBLEMATIZAÇÃO	5
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	6
1.2 PRESSUPOSTOS	7
1.3 OBJETIVO DA PESQUISA	7
1.4 JUSTIFICATIVAS.....	7
1.4.1 Ambiental.....	7
1.4.2 Social	8
1.4.3 Econômica	10
1.4.4 Tecnológica	11
1.5 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA	12
1.6 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	13
1.6.1 Unidade de análise	14
1.6.2 Justificativa da escolha do método	16
1.7 MAPA MENTAL	18
1.8 VALIDADE DA PESQUISA	19
1.8.1 Validade do constructo	19
1.8.2 Validade interna.....	19
1.8.3 Validade externa.....	23
1.9 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	24
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	28
2.1.1 O QUE É HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL?	28
2.1.1.1 Casa	28
2.1.1.2 Moradia.....	28

2.1.1.3 Habitação.....	29
2.1.1.4 Habitação de Interesse Social - HIS	30
2.1.2 BREVE HISTÓRICO DAS HIS NO BRASIL	31
2.1.3 PERFIL DE MORADORES DE HIS BRASILEIRAS.....	32
2.1.4 CICLO SOCIAL DE MORADORES DE HIS NO BRASIL	36
2.1.5.1 Tendências gerais.....	40
2.1.5.2 Tendências da construção	41
2.1.6 ESPAÇOS E USOS NA HIS BRASILEIRA	42
2.1.6.1 Principais problemas e causas de adaptações	43
2.1.6.2 Recomendações de funcionalidade para as habitações de interesse social.....	44
2.1.6.3 Dormitórios	46
2.1.6.4 Sala de estar/jantar	47
2.1.6.5 Cozinha.....	47
2.1.6.6 Banheiro	48
2.1.6.7 Área de serviços	48
2.2 ADAPTABILIDADE	49
2.2.1 O QUE É ADAPTABILIDADE?	49
2.2.1.1 A necessidade da adaptabilidade	52
2.2.2 ESTRATÉGIAS DE ADAPTABILIDADE NA ARQUITETURA.....	54
2.2.3 ADAPTABILIDADE X CICLO DE VIDA ENERGÉTICO	57
2.2.3.1 Impactos ambientais decorrentes da construção civil.....	58
2.2.3.2 Análise do ciclo de vida de uma edificação	58
2.2.3.3 Durabilidade x adaptabilidade.....	60
2.3 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL ADAPTÁVEL	63
2.3.1 ADAPTABILIDADE NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	63
2.3.1.1 Adaptações nas HIS segundo SZÜCS (2002)	63

2.3.1.2 Adaptações nas HIS segundo Fischer (2003)	64
2.3.1.3 Adaptações nas HIS segundo Digiácomo (2004)	65
2.3.1.4 Adaptações nas HIS segundo Larcher (2005)	66
2.3.1.5 Adaptações nas HIS segundo Marroquim (2007)	67
2.3.1.6 Adaptações nas HIS segundo Brandão (2011).....	68
2.3.1.7 Adaptações nas HIS segundo PMCMV (2015).....	69
2.3.2 RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE HIS ADAPTÁVEL	70
2.3.2.1 Recomendações para HIS adaptáveis.....	70
2.3.2.2 Reflexões sobre as recomendações para HIS adaptáveis	74
3. MÉTODO.....	76
3.4 ANÁLISE DA ADAPTABILIDADE DOS PROJETOS	93
3.4.1 VERIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA TOTAL, PARCIAL OU INEXISTÊNCIA DE ESTRATÉGIAS DE ADAPTABILIDADE	94
3.4.2 Existência da estratégia de adaptabilidade.....	95
3.4.3 Existência parcial da estratégia de adaptabilidade	95
3.4.4 Inexistência da estratégia de adaptabilidade	95
3.4.5 Subjetividade da verificação das estratégias de adaptabilidade.....	96
3.5 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DOS PROJETOS.....	96
3.5.1 ACVe (Tavares, 2006)	97
3.5.2 Parâmetros adotados nesta pesquisa.....	98
3.5.3 Alterações no método de cálculo	99
3.5.3.1 Alterações no cálculo do fator de reposição	99
3.5.3.2 Alteração dos valores fracionados	99
3.5.3.3 Energia operacional de equipamentos e energia de cocção	103
4. DESENVOLVIMENTO	104
4.1 HIS ADAPTÁVEL – ARTEFATO	105
4.1.1 REFERÊNCIAS DE PROJETOS DE HIS ADAPTÁVEIS.....	105

4.1.1.1	Habitacões emergenciais no Nepal - Shigeru Ban.....	105
4.1.1.2	A habitacão open source – WikiHouse	106
4.1.1.3	Habitacões feitas em placas de EPS – Pop Up House.....	108
4.1.1.4	Alejandro Aravena e a Incremental Housing.....	111
4.1.2	ARTEFATO E DEFINIÇÕES TÉCNICAS	114
4.1.2.1	Tipologia	115
4.1.2.2	Terreno	117
4.1.2.3	Área inicial	118
4.1.2.4	Materiais e técnicas construtivas	119
4.1.2.5	Estratégias de adaptabilidade.....	122
4.1.3	ARTEFATO E O PROJETO.....	122
4.1.3.1	Projeto inicial do ARTEFATO	123
4.2	HIS CONVENCIONAL – PROJETO PARÂMETRO	126
4.2.1	PROJETO PARÂMETRO E DEFINIÇÕES TÉCNICAS	126
4.2.1.1	Tipo.....	126
4.2.1.2	Projeto selecionado	127
4.2.1.3	Desenvolvimento do projeto ao longo do ciclo de vida familiar....	130
4.3	PROJETOS E ADAPTAÇÕES AO CICLO DE VIDA FAMILIAR	130
4.3.1	ARTEFATO.....	131
4.3.1.1	Estágio 1 – Casal sem bebê	131
4.3.1.2	Estágio 2 – Casal com bebê	132
4.3.1.3	Estágio 3 – Casal com filhos em 1º infância	133
4.3.1.4	Estágio 4 – Casal com filhos em 2º infância	134
4.3.1.5	Estágio 5 – Casal com filho na adolescência.....	135
4.3.1.6	Estágio 6 – Casal com um filho jovem	136
4.3.1.7	Estágio 7 – Casal idoso	137
4.3.2	PROJETO PARÂMETRO	138

4.3.2.1 Estágio 1 – Casal sem bebê	139
4.3.2.2 Estágio 2 – Casal com bebê	140
4.3.2.3 Estágio 3 – Casal com filho em 1º infância	141
4.3.2.4 Estágio 4 – Casal com filho 2º infância	143
4.3.2.5 Estágio 5 – Casal com filho adolescente	144
4.3.2.6 Estágio 6 – Casal com filho jovem	145
4.3.2.7 Estágio 7 – Casal de idosos	147
4.4 Comparativo entre ARTEFATO e PROJETO PARÂMETRO	148
5. AVALIAÇÃO	152
5.1 ANÁLISE DOS DADOS DE ENERGIA	153
5.1.1 ENERGIA PRÉ-OPERACIONAL	153
5.1.2 ENERGIA OPERACIONAL	156
5.1.3 ENERGIA PÓS-OPERACIONAL	159
5.1.5 ENERGIA TOTAL	162
5.2 ADAPTABILIDADE	164
5.2.1 SITE – TERRENO	164
Fonte: O autor (2017)	165
5.2.1.1 Projeto Parâmetro	165
5.2.1.2 Artefato	165
5.2.1.3 Reflexão	166
5.2.2 STRUCTURE – ESTRUTURA	166
5.2.2.1 Projeto Parâmetro	166
5.2.2.2 Artefato	167
5.2.2.3 Reflexão	167
5.2.3 SKIN – VEDAÇÃO	168
5.2.3.1 Projeto Parâmetro	168
5.2.3.2 Artefato	168

5.2.4 SERVICES – INSTALAÇÕES.....	169
5.2.4.1 Projeto Parâmetro.....	169
5.2.4.2 Artefato	170
5.2.4.3 Reflexão.....	170
5.2.5 SPACE – ESPAÇOS	170
5.2.5.1 Projeto Parâmetro.....	171
5.2.5.2 Artefato	171
5.2.6 REFLEXÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS DE ADAPTABILIDADE	171
5.2.6.1 Ajustabilidade.....	171
5.2.6.2 Versatilidade	173
5.2.6.3 Reparabilidade	174
5.2.6.4 Conversibilidade	174
5.2.6.5 Escalabilidade.....	174
5.2.6.6 MOBILIDADE	175
5.3 ENERGIA RESIDUAL	175
5.3.1 ENERGIA TOTAL ABSOLUTA	176
5.3.2 ENERGIA ABSOLUTA X ENERGIA DE SOBRA.....	177
5.3.2.1 Projeto parâmetro	177
5.3.2.2 Artefato	178
5.3.2.3 Reflexão.....	179
5.3.3 ENERGIA DE SOBRA POR CAMADAS	180
5.3.3.1 CAMADAS SITE E STRUCTURE	181
5.3.3.2 CAMADAS SKIN, SPACE E SERVICES	182
6. CONCLUSÕES	184
6.1 CONCLUSÕES EM RELAÇÃO AO OBJETIVO DA PESQUISA	185
6.1.1.1 Desempenho na análise da adaptabilidade	185
6.1.1.2 Desempenho na análise de ciclo de vida energético	186

6.1.1.3 Implicações da presença de estratégias de adaptabilidade no desempenho energético	187
6.1.2 ENERGIA RESIDUAL.....	190
6.1.3 ADAPTAÇÕES E A ACVe	192
6.2 CONCLUSÕES EM RELAÇÃO AO MÉTODO DE PESQUISA	193
6.2.1 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	194
6.2.2 REPLICABILIDADE DA DSR.....	195
6.2.3 ADEQUAÇÃO EM RELAÇÃO AO OBJETIVO.....	195
6.2.4 VALIDAÇÃO DO ARTEFATO	195
6.2.5 CONHECIMENTO GERADO.....	196
6.3 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	196
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	198
8. ANEXOS	203

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um grande déficit habitacional (IBGE, 2010) e há indicativos de que este problema pode se agravar ainda mais nos próximos anos em função da redução do número de moradores por habitação que as famílias têm sofrido (PEREIRA, 2015).

Tendo em vista que grande parte das famílias que compõem o dado de déficit habitacional pertence às classes sociais com menores condições financeiras, foi necessária ao longo das últimas décadas a atuação do governo para tentar resolver este problema através de programas habitacionais, sendo o mais recente o Minha Casa Minha Vida (BRASIL, 2011).

Por diversos fatores, principalmente a redução dos custos de cada uma das unidades, as habitações de interesse social que têm sido construídas ao longo dos últimos anos seguem padrões. Muitas vezes, elas são idênticas em área, material de construção, tecnologia, disposição dos ambientes e localização. Elas também são projetadas levando-se em consideração uma família média, composta de um casal e dois filhos (PEREIRA, 2015).

No entanto, percebe-se que a dinâmica familiar brasileira tem se alterado nos últimos anos, com núcleos cada vez menores e menos convencionais, além de uma população cada vez mais envelhecida e com necessidades espaciais específicas. Além disso, mesmo em uma família considerada mais tradicional para os padrões oficiais, há uma variação muito grande na sua dinâmica ao longo do ciclo de vida, o que causa diferentes necessidades espaciais com os passar dos anos por parte dos moradores (PEREIRA, 2015).

O modelo de habitação padronizado, em que uma solução deve ser adequada para todas as famílias é, portanto, problemático, uma vez que não atende às necessidades de todas as famílias ao assumir que elas são iguais. Da mesma maneira, não considera alterações nas necessidades espaciais ao longo do ciclo de vida familiar. Como resultado, observa-se através de uma série de estudos que os moradores adaptam suas unidades habitacionais ao

ponto de que, após algumas décadas, estas possam ter até mesmo sua área construída triplicada (PALERMO, 2009).

Por utilizarem majoritariamente materiais de construção e técnicas construtivas tradicionais, a realização de adaptações costuma resultar em ambientes com pouca ou nenhuma ventilação e iluminação natural, pouco funcionais, de baixa qualidade arquitetônica, além de obras onde há muito desperdício de materiais e baixa qualidade construtiva (LARCHER, 2005).

Figura 1 HIS do Programa Minha Casa Minha Vida



Fonte: Creative Commons (2016).

Sabe-se que a concepção de projetos e a construção de edificações que incorporem estratégias de adaptabilidade pode facilitar a realização de adaptações nas edificações e, até mesmo, estender o ciclo de vida funcional da unidade habitacional (SCHMIDT, 2010; BRAND, 1994).

Além disso, a presença de estratégias de adaptabilidade pode fazer com que a durabilidade técnica dos materiais que compõem a edificação a fique

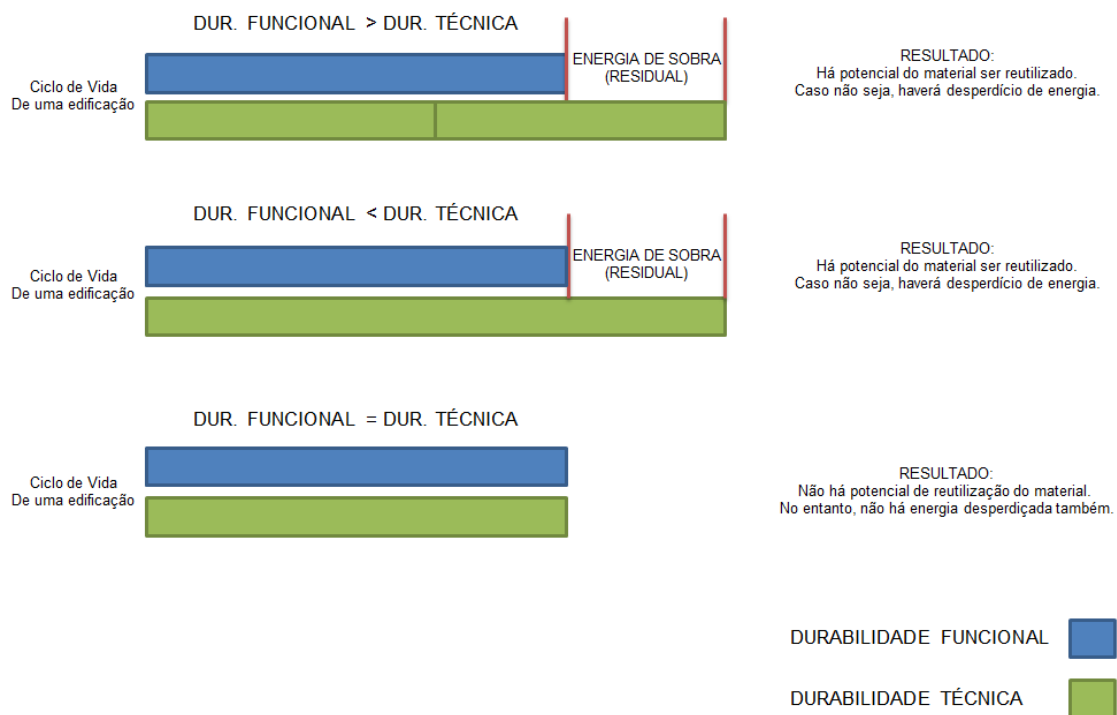
mais aproximada em relação à durabilidade funcional do edifício, uma vez que a configuração espacial dos materiais pode ser alterada de maneira a postergar a obsolescência funcional da edificação.

A ISO 13823 (2008) define como durabilidade técnica a capacidade de que materiais e componentes respeitem os requisitos mínimos de desempenho deles esperados, considerando manutenção, influência das ações ambientais e o envelhecimento natural.

Já a durabilidade funcional está relacionada com a capacidade de um determinado produto, neste caso sendo a edificação, em ser útil para seus usuários (BULOW, 1986). É possível que os materiais que compõem uma habitação de interesse social ainda tenham anos de durabilidade técnica, mas, em decorrência da mudança das necessidades de seus moradores, a obsolescência funcional – limite da durabilidade funcional – não permita que a unidade como um todo continue sendo utilizada de maneira apropriada e satisfatória.

A Figura 2 a seguir demonstra a relação entre durabilidade técnica e durabilidade funcional e como a aproximação temporal dos dois conceitos pode ajudar a gerar edificações mais eficientes em termos de consumo de energia incorporada nos materiais.

Figura 2 Relação entre durabilidade técnica e funcional



Fonte: O autor (2016).

Neste sentido, a pesquisa realizada buscou trabalhar estes dois problemas que são inter-relacionados: o provimento de um projeto de HIS capaz de melhorar as condições de habitabilidade de seus moradores através da concepção de um projeto que facilite sua adaptação – *personalização* –, conforme as necessidades específicas de cada unidade familiar; e o estudo das implicações que a promoção de estratégias de adaptabilidade na edificação geram sob o desempenho energético – análise de ciclo de vida parcial - durante todo o ciclo de vida da edificação.

1. PROBLEMATIZAÇÃO

PROBLEMA		PRESSUPOSTOS	CAPÍTULO 1
causas	<ul style="list-style-type: none"> Produção de habitações de interesse social em massa – repetição; Inadequação às famílias, cada vez mais diferentes entre si; Inadequação ao longo do tempo – ciclo de vida familiar; 	<ul style="list-style-type: none"> Habitações de Interesse Social mais facilmente adaptáveis têm durabilidade funcional mais longa, diminuindo-se o impacto ambiental (DURMISEVIC, 2008) – energia consumida o longo do seu ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis são mais adequadas às diferentes necessidades familiares e às diferentes necessidades ao longo do ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis geram moradias de maior qualidade técnica, funcional e estética. 	<ul style="list-style-type: none"> Problematização; Definição do objetivo; Pressupostos; Justificativas; Seleção da estratégia de pesquisa; Mapa da Pesquisa Pianejamento da Pesquisa
consequências	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldades de realização de adaptações; Adaptações de baixa qualidade técnica, funcional e estética; Desperdício de materiais; Potencial de reuso, reaproveitamento ou reciclagem perdido; Aumento significativo no consumo energético ao longo do ciclo de vida. 		
PROBLEMA DE PESQUISA		ESTRATÉGIA	CAPÍTULO 2
Como a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto de uma habitação de interesse social implicam na quantidade energia consumida ao longo de seu ciclo de vida?		<ul style="list-style-type: none"> Design Science Research Como a habitação adaptável poderia ser? Como é seu desempenho em relação a uma HIS convencional? 	<ul style="list-style-type: none"> Habitação de Interesse Social Perfil dos moradores Ciclo social dos moradores Principais ambientes Recomendações
OBJETIVO			
Verificar as implicações sob o ponto de vista da análise do ciclo de vida energético da presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto de habitação de interesse social em relação a uma unidade de habitação não adaptável.			<ul style="list-style-type: none"> Adaptabilidade Estratégias de adaptabilidade Adaptabilidade e Ciclo de vida energético Durabilidade funcional x durabilidade técnica
ITENS A SEREM PESQUISADOS			
HIS ADAPTÁVEL	HIS CONVENCIONAL	CICLO DE VIDA	
<ul style="list-style-type: none"> Como projetar uma HIS adaptável? Estratégias para o projeto adaptável? 	<ul style="list-style-type: none"> Qual a realidade da HIS brasileira? Perfil dos moradores Adaptações feitas e principais problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ciclo de vida familiar. Adaptações ao longo do ciclo de vida. 	
OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	
Desenvolvimento de uma HIS adaptável:	Identificação de um projeto convencional de parâmetro:	Simulação das adaptações realizadas ao longo do ciclo de vida familiar.	
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
ARTEFATO		PROJETO PARÂMETRO	
Nova HIS, mais adaptável.		HIS convencional com técnicas e materiais tradicionais.	
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
Desenvolvimento de nova HIS	Seleção de HIS convencional		
PROJETO PARÂMETRO			
Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida familiar em ambos projetos			
AVALIAÇÃO			
Análise da presença das estratégias de adaptabilidade		Análise do ciclo de vida energético (TAVARES, 2006).	
VALIDAÇÃO DO ARTEFATO			
Validação do ARTEFATO (ou Invalidação)		Validação do objetivo de pesquisa	
		Comunicação dos resultados	
			CAPÍTULO 3
			<ul style="list-style-type: none"> Diretrizes para o desenvolvimento dos projetos
			<ul style="list-style-type: none"> Diretrizes para as adaptações nos projetos ao longo do ciclo de vida familiar
			<ul style="list-style-type: none"> Como fazer a análise da adaptabilidade nos projetos Como fazer a análise do ciclo de vida energético
			CAPÍTULO 4
			<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma HIS adaptável
			<ul style="list-style-type: none"> Identificação de uma HIS convencional
			<ul style="list-style-type: none"> Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida
			CAPÍTULO 5
			<ul style="list-style-type: none"> Análise da adaptabilidade nos projetos Análise do ciclo de vida energético
			CAPÍTULO 5
			<ul style="list-style-type: none"> Conclusões sobre o objetivo Conclusões sobre o método Recomendações para novas pesquisas

1.1 Problema da pesquisa

As habitações de interesse social são soluções de moradia destinadas à população de baixa renda (BRASIL, 2017; REINO UNIDO, 2012; LIMA, 2010; BRASIL, 2005). No entanto, as necessidades espaciais desta camada variam significativamente entre as famílias, sendo muitas vezes impossível contemplá-las integralmente através da adoção de um único projeto padrão.

Da mesma forma, as necessidades espaciais dos moradores estão em constante mutação em decorrência de dinâmicas sociais, econômicas e etárias às quais são submetidos.

Como resultado destes dois fatos, muitas adaptações, como reformas e expansões, são realizadas voluntariamente pelos próprios moradores em suas unidades. Isso faz com que a durabilidade funcional dos espaços criados acabe variando ao longo de todo o ciclo de vida das unidades. O problema reside no fato de que estas adaptações são frequentemente projetadas sob a mesma perspectiva que gerou o projeto inicial, e o pensamento de que a durabilidade funcional corresponderá à durabilidade técnica do projeto, dos sistemas construtivos e dos materiais utilizados. Não é vislumbrada a possibilidade de expansão ou alteração posterior de layouts - e os sistemas e materiais de construção utilizados dificultam adaptações, gerando um alto impacto ambiental.

Emerge sob este cenário diagnosticado, o questionamento técnico que segue.

Como a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto de uma habitação de interesse social implica na quantidade energia consumida ao longo de seu ciclo de vida?

1.2 Pressupostos

Pressupõe-se que a adoção de projetos, sistemas construtivos e materiais concebidos segundo estratégias de adaptabilidade resulte em unidades de menor impacto ambiental e no incremento na qualidade das unidades construídas, e sua manutenção a despeito de mudanças no programa de necessidades ao longo do tempo.

Ao se conceber edifícios nos quais o uso, disposição e a aparência dos espaços possam ser facilmente adaptados, aumenta-se a sua durabilidade funcional (DE JONG, 1997; DURMISEVIC, 2006).

Nesta mesma linha de raciocínio, ao se projetar edifícios com durabilidade funcional e técnica longas, diminui-se o impacto ambiental e aumenta-se o seu grau de sustentabilidade (DURMISEVIC, 2006).

1.3 Objetivo da pesquisa

Verificar as implicações sob o ponto de vista da análise do ciclo de vida energético da presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto de habitação de interesse social em relação a uma unidade de habitação não adaptável.

1.4 Justificativas

1.4.1 Ambiental

A construção civil gera tradicionalmente, uma grande quantidade de resíduos: aproximadamente 31 milhões de toneladas por ano no Brasil (IPEA, 2011), o que corresponde ao descarte diário de aproximadamente 0,4 kg/habitante. Projetos executados através de sistemas convencionais que empregam materiais tradicionais, como alvenaria de tijolos e estrutura de concreto armado, geram consideráveis volumes de resíduos durante seu processo de construção, sendo que esta tecnologia e materiais são comumente

utilizados na construção de Habitações de Interesse Social no Brasil. (LARCHER, 2005; SZÜCS, 2002).

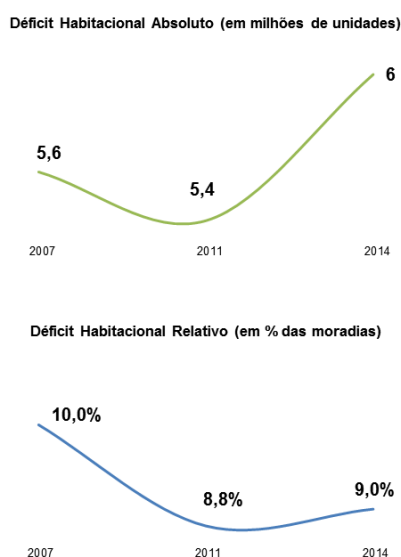
Além disso, tais sistemas construtivos não favorecem a adaptação, uma vez que há ligação química entre os elementos - *através de argamassas, por exemplo* - dificultando a desmontagem, reutilização e a adaptação dos layouts dos espaços construídos. Tal ligação química também dificulta a desmontagem e reutilização dos materiais ao final de suas vidas úteis técnicas (LARCHER, 2005).

A concepção de HIS que utilizem materiais de durabilidade mais longa, baixo impacto ambiental e que tenham conexões entre seus elementos através de encaixes mais simples e adequados à rápida montagem e desmontagem poderia reduzir a quantidade de resíduos, facilitar a manutenção, facilitar o reuso e minimizar o impacto ambiental global das Habitações de Interesse Social (LARCHER, 2005; SZÜCS, 2002; DURMISEVIC, 2006).

1.4.2 Social

O Brasil ainda conta com um alto déficit habitacional, fazendo com que haja a necessidade da construção de Habitações de Interesse Social para suprir esta demanda. Em 2014, o déficit habitacional brasileiro correspondia a 6 milhões de domicílios (observe evolução do déficit na Figura 3), dos quais mais de 85% estavam localizados em zonas urbanas (BRASIL, 2015; IPEA, 2015). Isso significa que mais de 5 milhões de famílias viviam em moradias improvisadas ou encontram-se agregadas à outras famílias em uma mesma unidade habitacional (BRASIL, 2015). Projeções indicam que o déficit habitacional brasileiro em 2023 será de 5,8 milhões de domicílios, correspondentes a aproximadamente 7% da população (BRASIL, 2009).

Figura 3 Evolução do Déficit Habitacional no Brasil entre 2007 e 2014



Fonte: IPEA (2015).

As HIS que têm sido construídas historicamente em todo território brasileiro através de diferentes programas habitacionais possuem uma concepção técnica que reflete um rol padronizado de necessidades de um determinado tipo de família - contemplando o perfil médio da unidade familiar brasileira (LARCHER, 2005; NASCIMENTO, 2011).

No entanto, várias outras combinações familiares diferentes também deveriam ter suas necessidades habitacionais atendidas, o que não ocorre de maneira satisfatória com o modelo construtivo habitacional padronizado atual (HERTZEBERGER, 1999).

Além disso, as unidades habitacionais padronizadas muitas vezes não levam em consideração fatores regionais inerentes ao local onde são construídas, tais como clima, orientação solar e ventos dominantes. Como resultado, constituem-se em unidades com baixo desempenho térmico e potencialmente desconfortáveis aos usuários.

As unidades habitacionais padronizadas também formam comunidades sem identidade, em que aos moradores não é facilitada a percepção de que as casas em que habitam são seus verdadeiros lares. Ademais, aspectos como

privacidade, espaços internos e externos de qualidade, espaços públicos de qualidade e a noção de comunidade ficam bastante prejudicados com a forma pobre, despersonalizada, sob a qual as habitações de interesse social têm sido projetadas e construídas (NASCIMENTO, 2011).

Figura 4 Conjunto de HIS



Fonte: Creative Commons (2015).

A utilização de sistemas construtivos e de materiais que facilitem a adaptação das unidades habitacionais possibilitaria que as diferentes famílias e habitantes das unidades realizassem a personalização tanto do layout funcional quanto da aparência das suas residências, tornando-as mais adequadas às suas necessidades específicas e aumentando o senso de percepção de lar e de pertencimento (SZÜCS, 2002; PALERMO, 2009).

1.4.3 Econômica

Fazer adaptações em construções tradicionais, como no caso das de alvenaria e concreto armado, tende a ser antieconômico, uma vez que seus materiais e elementos dificilmente são reutilizáveis caso sejam desmontados - justamente por estarem conectados quimicamente entre si (LARCHER, 2005). As peças, mesmo desmembradas, são demasiadamente pesadas para a remoção manual.

Além disso, a já mencionada falta de consideração de clima, ventos e orientação solar poderá resultar no aumento dos níveis de consumo de energia com equipamentos como ventiladores, condicionadores de ar e até mesmo aquecedores, notadamente no inverno das regiões frias do Brasil.

Há também um problema relacionado ao aproveitamento de luz natural para iluminar os distintos ambientes da residência, decorrente da inobservância do entorno e da exacerbada proximidade entre as unidades habitacionais contíguas (MARTUCCI, 2002). Este problema revela também que a privacidade das famílias, ligada diretamente à sensação de conforto no sentido pleno, não tem sido um princípio importante na concepção e desenvolvimento dos projetos.

A construção de Habitações de Interesse Social em sistemas e materiais mais duráveis, de menor impacto ambiental e com maior facilidade de montagem e desmontagem poderia reduzir consideravelmente o número de trocas ou substituições de seus elementos ao longo da vida útil. (DURMISEVIC, 2006). Também facilitaria as adaptações de layout e da aparência da unidade residencial, permitindo o uso e rearranjo dos elementos já existentes (SCHMIDT, 2011). Outra possível vantagem seria a melhoria no desempenho energético das unidades habitacionais através da otimização da luz natural e conseqüente melhoria no desempenho térmico, diminuindo-se a necessidade do uso de equipamentos como ventiladores, condicionadores de ar e aquecedores (MARTUCCI, 2002).

1.4.4 Tecnológica

Do ponto de vista tecnológico, as unidades de habitação de interesse social construídas no Brasil costumam ser edificadas com técnicas e materiais tradicionais no país, com ênfase ao uso da alvenaria de tijolos e estrutura de concreto armado. Esses sistemas, embora tenham seu processo construtivo amplamente dominado pela mão-de-obra de praticamente todas as regiões do país, dificultam sobremaneira a desmontagem e reuso dos elementos construtivos empregados, principalmente por possuírem as conexões entre os

elementos e materiais feitas a partir de métodos químicos, e não de encaixes (LARCHER, 2005).

Além disso, adaptação feitas em HIS costumam ser implementadas pelos próprios moradores, possuindo um aspecto vernacular (PALERMO, 2009). Para executá-las, utiliza-se técnicas simples e os materiais disponíveis a baixo custo, que são por vezes inadequados para o uso em construções residenciais.

A construção de HIS com o emprego de estratégias de adaptabilidade poderia representar uma solução adequada aos problemas apontados anteriormente (SCHMIDT, 2011).

1.5 Contextualização no programa

Os temas habitação de interesse social e adaptabilidade estão presentes em trabalhos do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná desde o início dos anos 2000. Em 2003 a então mestrande Susana Fischer desenvolveu sua dissertação com o nome “Diretrizes de Projeto Arquitetônico e Design de Interiores para permitir a expansão de Habitações de Interesse Social”. No ano seguinte, em 2004, Lisana Kátia Schmitz Santos expandiu a discussão do tema em sua dissertação denominada “Diretrizes de Design e Arquitetura para Adaptação da Habitação de Interesse Social ao cadeirante”.

No ano de 2005 dois trabalhos se destacam: Sidart Gaia discutiu mais um dos aspectos que geram necessidade de adaptações em HIS na sua dissertação “Habitação de Interesse Social para a terceira idade sob a ótica dos princípios do design universal”, e José Valter M. Larcher, aproveitando a deixa de FISCHER (2003), desenvolveu um trabalho denominado “Princípios para expansão de habitações de interesse social sob a ótica dos sistemas construtivos”. Destaca-se ainda o trabalho de Agnes Cristina Winter Pereira intitulado “Diretrizes para implantação de sistemas construtivos abertos na habitação de interesse social através da modulação”, também de 2005.

Em 2008, Fabíola Azuma defendeu seu trabalho denominado “Uma contribuição através de um sistema CAD baseado na WEB para aplicação da coordenação modular nas habitações de interesse social”, que de certa forma se relaciona com a adaptabilidade na HIS.

Já no início de nossa atual década, em 2012, Carla Rabelo Monich defendeu seu trabalho intitulado “A avaliação ambiental de uma habitação de interesse social pré-fabricada em madeira no sistema wood frame no estado do Paraná” utilizando um método de avaliação de ciclo de vida energético semelhante ao aplicado no presente trabalho. Finalmente, já em 2014, a então mestranda Marina Millani Oba foi responsável pelo trabalho “O projeto de readequação visando a construção mais sustentável no edifício moderno: Estudo de caso sobre o Centro Politécnico da UFPR”, que embora não seja focado especificamente na HIS, apresenta uma discussão sobre adaptabilidade, ciclo de vida e avaliação da energia das edificações.

1.6 Estratégia de pesquisa

O método adotado para o desenvolvimento deste trabalho é o Design Science Research - DSR, também denominado de Ciência do Artificial (SIMON, 1996).

A precisão na descrição método utilizado auxilia outros pesquisadores a utilizarem-no e/ou proporem-lhe modificações, propiciando a realização de pesquisas similares futuras de maneira mais eficaz e eficiente. Além disso, contribui-se para evidenciar os procedimentos analíticos que resultam em maior robustez dos resultados obtidos e permite-se que o trabalho seja avaliado pela comunidade científica (DRESCH et al, 2013).

A DSR é um paradigma epistemológico indicado quando o objetivo principal se constitui em criar inovações tecnológicas, quer seja através da melhoria de tecnologias existentes, quanto da concepção de algo novo, desde o seu estágio inicial.

Quadro 1 Problema, objetivo e estratégia de pesquisa

PROBLEMA	OBJETIVO	ESTRATÉGIA DE PESQUISA
<p>Como a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto de uma habitação de interesse social implicam na quantidade de energia consumida ao longo de seu ciclo de vida?</p>	<p>Verificar as implicações sob o ponto de vista da análise do ciclo de vida energético da presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto de habitação de interesse social em relação a uma unidade de habitação não adaptável.</p>	<p>DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problema de ordem prática e relevante (VAN AKEN, 2004); - Necessidade real; - Ciência do artificial – Artefatos que realizam objetivos (SIMON, 1996); - Desenvolver o conhecimento para a concepção de Artefatos (VAN AKEN, 2004); - Investigação do artificial, produzido pelo homem, tanto no comportamento quanto na organização (BAZAYAZIT, 2004).

Fonte: O autor (2015).

1.6.1 Unidade de análise

As unidades de análise comparativa desta pesquisa são a nova HIS, denominada **ARTEFATO**, desenvolvida no Capítulo 4 desta DSR, e um projeto tradicional denominado **PROJETO PARÂMETRO**, o qual, conforme apropriadamente nominado, servirá como base de comparação referencial. A finalidade é averiguar se houve efetivamente uma melhora relativa nos resultados obtidos no novo projeto concebido pelo pesquisador em comparação ao projeto referencial.

Figura 5 Unidades de Análise



Fonte: O autor (2015).

Para realizar esta avaliação se utilizam dois parâmetros de análise comparativa entre os projetos: *impacto ambiental* e *adaptabilidade*. O impacto ambiental é avaliado através da metodologia de análise de ciclo de vida energético – ACVe - de Tavares (2006), enquanto que a adaptabilidade é investigada através da identificação de existência total, parcial ou ausência das estratégias de adaptabilidade descritas por Schmidt (2011), para camadas do edifício definidas por Brand (1994).

Quadro 2 Resumo da problematização

ARTEFATO	Unidade de habitação de interesse social.
CARACTERÍSTICAS	Adaptável e de menor impacto ambiental.
EM RELAÇÃO AO QUÊ	Projeto de HIS tradicional (massificado, materiais tradicionais como alvenaria de tijolos e concreto armado, e de difícil adaptação por parte dos moradores).
MÉTODO DE COMPARAÇÃO	Impacto Ambiental – Análise do Ciclo de Vida energético (Tavares, 2006); Presença de estratégias de adaptabilidade e divisão em camadas (BRAND, 1994; SCHMIDT, 2003).

Fonte: O autor (2015).

1.6.2 Justificativa da escolha do método

O Design Science Research foi selecionado como o método mais adequado para o desenvolvimento deste trabalho por ser utilizado em pesquisas cujo objetivo é criar, desenvolver e explorar novas soluções (*de habitações de interesse social*); com a finalidade de minimizar o seu impacto ambiental através da redução do consumo energético, decorrente da promoção e aplicação de estratégias de adaptabilidade.

Van Aken (2004) afirma que, quando houver a manifesta intenção de explorar e prescrever novas soluções para problemas relevantes existentes, a DSR poderá ser aplicada. Para o autor, a DSR é o método mais adequado para pesquisas que buscam a proposição de soluções em circunstâncias sob as quais o pesquisador não é somente observador, mas exerce o papel de participante ativo no processo. As DSR's têm como objetivo propor alternativas de caráter artificial a objetos existentes, obtendo-se como resultante uma série de regras e entendimentos testados e fundamentados cientificamente sobre estes últimos. O embasamento científico é alcançado pela saturação de evidências, decorrentes de testes realizados sobre o novo artefato proposto.

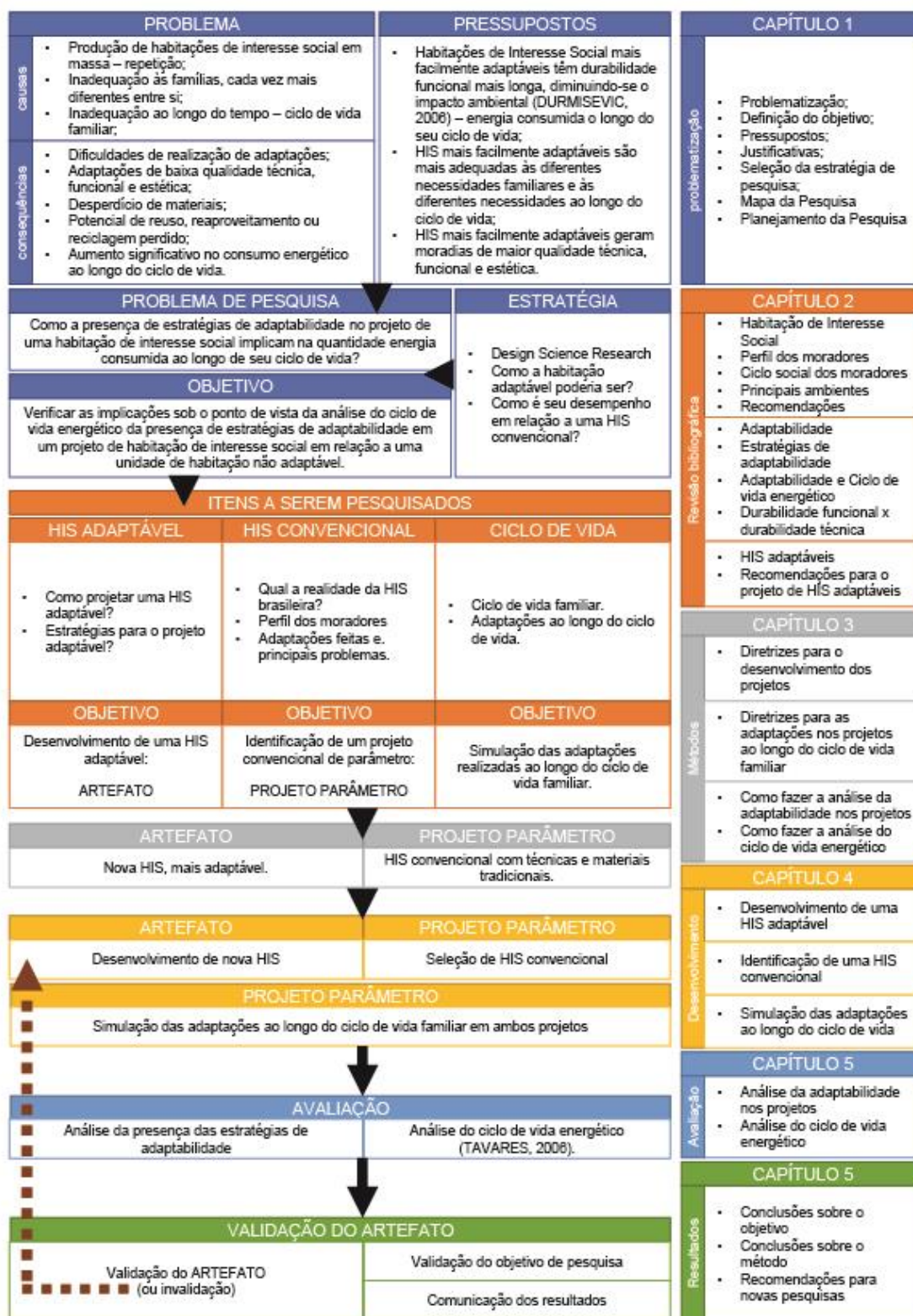
Simon (1996) faz uma clara distinção entre ciência do natural e ciência do artificial. Para ele, a ciência do natural diz respeito ao conjunto de conhecimentos de fenômenos ou classe de objetos do mundo - raciocínio amplamente difundido em áreas como biologia, física, química, sociologia e economia. Nestas modalidades de pesquisas, é mais adequada a adoção de estratégias como os estudos de caso, *surveys* ou experimentos (DRESCH et al, 2013).

Em relação à ciência do artificial, Simon (1996) a define como sendo a ciência que se ocupa da concepção de artefatos que realizam objetivos. A ciência do artificial, portanto, é aquela que se ocupa em desvendar como as coisas devem ser para funcionar e alcançar um determinado objetivo. Logo, a missão da Design Science Research é justamente desenvolver o conhecimento para a concepção e a criação de artefatos (VAN AKEN, 2004).

Pode-se dizer que a Design Science Research tem como objetivo estudar, pesquisar e investigar o artificial e seu comportamento, tanto do ponto de vista acadêmico quanto do ponto de vista de organização (BAZAYAZIT, 2004).

1.7 Mapa mental

Figura 6 Mapa Mental da Pesquisa



Fonte: O autor (2017).

1.8 Validade da pesquisa

1.8.1 Validade do constructo

A DSR foi incorporada do trabalho de DRESCH et al.(2013). Buscou-se, seguir estritamente todos os passos e parâmetros determinados pelos autores, de maneira a coibir que procedimentos não embasados cientificamente em sua teoria fossem adotados.

Desta forma, foram estabelecidos critérios, tanto para a criação do novo ARTEFATO, quanto para sua avaliação. Ambos foram baseados na revisão bibliográfica levantada ou, alternativamente, nas metodologias de avaliação apresentadas no Capítulo 3.

1.8.2 Validade interna

Para se assegurar que os resultados obtidos da aplicação do método (*impacto ambiental*) possuam correlação direta e fidedigna com as variáveis estudadas na pesquisa (*adaptabilidade*), adotou-se um protocolo de coleta e análise de dados baseado na teoria da Design Science Research, buscando-se estabelecer relações de causa-efeito, permitindo eliminar-se interferências e ruídos de outras variáveis.

De Sordi (2013), Hevner (2004) e Van Aken (2004) afirmam que a própria razão de ser do ARTEFATO gerado já valida a pesquisa neste sentido, uma vez que seu maior objetivo é justamente resolver o problema. Ou seja, para o autor parece evidente que, sabendo-se que as estratégias de adaptabilidade podem reduzir o impacto ambiental de uma HIS - e suas respectivas adaptações - já se obtém a validação interna automática da pesquisa durante a própria concepção do artefato.

Para isso, Hevner (2004) detalha que uma DSR deve contemplar alguns itens obrigatórios, como:

- **Artefato:** o produto final a partir dela gerado deve ser um artefato viável na forma de constructo, modelo, método ou instanciação. No caso da presente pesquisa, o artefato gerado foi uma HIS projetada e dimensionada a partir de parâmetros, condições e recomendações reais levantadas na revisão bibliográfica;
- **Relevância do problema:** o objetivo da pesquisa deve ser o desenvolvimento de soluções para um problema relevante. Tendo em vista o demasiado gasto de energia decorrente da dificuldade de adaptar as HIS existentes, fato constatado durante a revisão, entende-se que a pesquisa é relevante para beneficiar, potencialmente, um grande número de pessoas;
- **Avaliação do artefato:** a qualidade, utilidade e eficácia do artefato devem ser demonstradas através de avaliação específica, valendo-se do uso de métodos devidamente embasados e reconhecidos pela comunidade científica. A qualidade e utilidade do artefato foram pautadas no uso de informações técnicas levantadas na revisão bibliográfica, somada às referências extraídas de projetos de excelência existentes. A eficácia do artefato, por sua vez, foi comprovada através da avaliação do ciclo de vida energético segundo Tavares (2006), e, pela avaliação da adaptabilidade das diferentes camadas construtivas, em conformidade com as teorias de Schmidt (2011) e de Brand (1994);
- **Contribuição da pesquisa:** uma DSR efetiva deve fornecer contribuições claras e verificáveis nas suas áreas de estudo, o que pode ser comprovado e atestado através dos processos de avaliação já mencionados anteriormente. Deste modo, evidenciam-se todos os pontos positivos e os defeitos, encontrados no ARTEFATO, de maneira a permitir que outros pesquisadores possam implementar melhorias em seu desempenho. Ou questioná-lo;

- **Rigor da pesquisa:** os métodos de avaliação, por sua vez, deverão ser rigorosos. Constitui premissa básica para a credibilidade da pesquisa. A análise de ciclo de vida energético de Tavares (2006) embasa e valida o trabalho de diversas outras pesquisas, tendo sido muitas delas inclusive, desenvolvidas dentro do próprio programa. Por sua vez, os critérios relativos à avaliação da adaptabilidade também tem sido utilizados e aperfeiçoados ao longo das últimas duas décadas por grupos de pesquisa voltados especificamente ao seu estudo, a exemplo do Adaptable Futures, da Universidade de Loughborough, na Inglaterra;
- **Projeto como um processo de pesquisa:** o processo de criação do projeto do artefato foi executado respeitando-se as condições reais do ambiente ao qual o artefato seria hipoteticamente destinado;
- **Comunicação da pesquisa:** a comunicação é promovida através dos textos produzidos nesta pesquisa. Acerca da conclusão, além de apresentar o resultado das avaliações comparativas realizadas no ARTEFATO em relação ao PROJETO PARÂMETRO, também evidencia pontos negativos e características que podem ser alvo de melhoria no projeto.

O protocolo adotado visa correlacionar a causa (*existência de estratégias de adaptabilidade*) com a consequência (*diminuição da energia consumida ao longo do ciclo de vida*).

Quadro 3 Relação causa e consequência

RELACIONAR CAUSA	COM CONSEQUÊNCIA
O projeto, levando-se em conta estratégias de adaptabilidade, permite que exista uma redução no impacto ambiental de uma HIS ao longo de seu ciclo de vida.	Os resultados das avaliações quantitativas (<i>ACVe</i>) e qualitativas (<i>Estratégias de adaptabilidade</i>) são capazes de demonstrar que o ARTEFATO proposto tem melhor desempenho que o PROJETO PARÂMETRO, e que essa melhoria de desempenho se dá efetivamente pela presença das estratégias de adaptabilidade.

Fonte: O autor (2016).

Espera-se, deste modo, gerar dados quantitativos e qualitativos que possam ser inseridos em um modelo, a partir do qual se obtenham resultados passíveis de ser comparados e analisados. A comparação destes resultados deve demonstrar não somente se o ARTEFATO teve um desempenho efetivo superior em relação ao PROJETO PARÂMETRO, como também evidenciar quais as soluções de projeto, estratégias, diretrizes aplicadas e modificações realizadas foram cruciais para que a unidade de HIS possa ser considerada superior.

Quadro 4 Validação da pesquisa

EM CASO DE MELHORIA DE DESEMPENHO	EM CASO DE PIORA DE DESEMPENHO
1. Evidenciar os principais fatores que contribuíram para a melhora;	1. Evidenciar os principais fatores que contribuíram para a piora;
2. Identificar fatores que podem ser aperfeiçoados;	2. Identificar fatores que podem ser aperfeiçoados;
3. Comunicar os resultados e conclusões;	3. Comunicar os resultados e conclusões;
4. Validar resultados e conclusões com a revisão bibliográfica, contribuindo com novas informações;	4. Validar resultados e conclusões com a revisão bibliográfica, contribuindo com novas informações;
5. Retornar ao projeto e implementar melhorias.	5. Retornar ao projeto e implementar melhorias.

Fonte: O autor (2016).

1.8.3 Validade externa

Para generalizar os resultados de uma DSR, faz-se necessário definir classes de problemas (VAN AKEN, 2004). No caso da presente pesquisa, a classe de problemas são HIS adaptáveis e de baixo impacto ambiental. Para tanto, definem-se diretrizes técnicas e métodos de pensar e planejar o ARTEFATO – bem como as adaptações realizadas no PROJETO PARÂMETRO.

Ademais, espera-se a partir destas diretrizes e métodos viabilizar-se o desenvolvimento de projetos distintos de várias unidades habitacionais, destinadas à diferentes condições locais - constituindo-se estas mais adaptáveis e com menor impacto ambiental do que as unidades construídas com o uso de materiais e técnicas tradicionais, tais como o concreto armado e alvenaria de tijolos cerâmicos.

1.9 Estrutura da pesquisa

Quadro 5 Esquema das fases da DSR e capítulos da pesquisa

	ENTRADAS	FASES DA DSR	SAÍDAS	
Capítulo 2	Como são as HIS no Brasil? Como as HIS são adaptadas? Qual a relação da adaptabilidade com o impacto ambiental?	CONSCIENTIZAÇÃO	Realidade das HIS no Brasil. Adaptabilidade na HIS; Adaptabilidade e impacto ambiental.	Proposta
Capítulo 3	Quais os métodos de avaliação? Qual o parâmetro de avaliação? Quais os parâmetros das simulações?	SUGESTÃO	Método de avaliação de impacto ambiental e adaptabilidade; Seleção de um projeto convencional para comparação; Definição de regras para as adaptações ao longo do ciclo de vida.	Tentativa
Capítulo 4	Adaptabilidade na HIS; Adaptabilidade e impacto ambiental; Realidade das HIS no Brasil	DESENVOLVIMENTO	Nova HIS (ARTEFATO); Adaptações no ARTEFATO;	Artefato
Capítulo 5	Dados de energia e de estratégias de adaptabilidade do ARTEFATO e do PROJETO PARÂMETRO	AVALIAÇÃO	Apresentação e comparação dos resultados de consumo de energia e das estratégias de adaptabilidade.	Medidas de desempenho
Capítulo 6	Desempenho do ARTEFATO e do PROJETO PARÂMETRO	CONCLUSÃO	Conclusões sobre o desempenho do ARTEFATO; Conclusões sobre a estratégia de pesquisa.	Conclusão

Fonte: O autor (2016).

Capítulo 1

No capítulo 1 estão abordados a problematização, pressupostos, objetivos e justificativas para realização deste trabalho.

Capítulo 2

No capítulo 2, foi realizada uma revisão bibliográfica de vários assuntos importantes correlacionados ao projeto de habitação social, à realidade das habitações sociais brasileiras e à adaptabilidade. O objetivo dessa revisão foi de subsidiar, através de dados e informações, tanto o desenvolvimento do artefato quanto a tomada de decisão acerca de quais métodos seriam utilizados para avaliá-lo, bem como determinar qual seria o parâmetro de comparação que possibilitaria verificar se, efetivamente, o artefato obteve um desempenho melhor que a solução técnica já existente.

Capítulo 3

O presente capítulo contempla a formulação e delimitação da estratégia de pesquisa e do método adotado. Nele também são citados os critérios parametrizados para o desenvolvimento tanto do ARTEFATO e para a seleção do PROJETO PARÂMETRO.

Capítulo 4

O capítulo 4 constitui a etapa desenvolvimento propriamente dito do ARTEFATO. Fez-se também necessário nesta pesquisa, o desenvolvimento e caracterização do projeto PARÂMETRO, visto que algumas características específicas do mesmo exigiram tal medida de parte do pesquisador, conforme será demonstrado ainda neste capítulo.

Capítulo 5

O capítulo 5 contempla a avaliação e os resultados analíticos de desempenho do ARTEFATO em relação ao PROJETO PARÂMETRO. Desta maneira examina-se, através de dados quantitativos e qualitativos, os principais benefícios comparativos gerados pela nova proposta em relação à situação existente; assim como se evidencia pontos que podem ser melhorados.

Capítulo 6

No capítulo 6 são demonstradas e expostas as conclusões acerca do desempenho e dos resultados atingidos pelo ARTEFATO projetado em relação ao PROJETO PARÂMETRO. Essas conclusões são desenvolvidas de maneira a correlacionar-se a existência de estratégias de adaptabilidade em um projeto com a respectiva redução do consumo de energia do mesmo ao final de seu ciclo de vida.

Os resultados são comparados com as referências bibliográficas que fundamentaram a pesquisa, de maneira a validar a teoria em voga e evidenciar possíveis novos conhecimentos agregados ao tema. Deste modo, espera-se realizar uma contribuição científica relevante, que possa ser aproveitada e incorporada na produção de projetos para HIS, além de servir de fonte de consulta para outros pesquisadores da área.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PROBLEMA		PRESSUPOSTOS	CAPÍTULO 1
causas	<ul style="list-style-type: none"> Produção de habitações de interesse social em massa – repetição; Inadequação às famílias; cada vez mais diferentes entre si; Inadequação ao longo do tempo – ciclo de vida familiar; 	<ul style="list-style-type: none"> Habitações de Interesse Social mais facilmente adaptáveis têm durabilidade funcional mais longa, diminuindo-se o impacto ambiental (DURMISEVIC, 2006) – energia consumida o longo do seu ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis são mais adequadas às diferentes necessidades familiares e às diferentes necessidades ao longo do ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis geram moradias de maior qualidade técnica, funcional e estética. 	<ul style="list-style-type: none"> Problemática; Definição do objetivo; Pressupostos; Justificativas; Seleção da estratégia de pesquisa; Mapa da Pesquisa Planejamento da Pesquisa
consequências	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldades de realização de adaptações; Adaptações de baixa qualidade técnica, funcional e estética; Desperdício de materiais; Potencial de reuso, reaproveitamento ou reciclagem perdido; Aumento significativo no consumo energético ao longo do ciclo de vida. 		
PROBLEMA DE PESQUISA Como a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto de uma habitação de interesse social implicam na quantidade energia consumida ao longo de seu ciclo de vida?		ESTRATÉGIA <ul style="list-style-type: none"> Design Science Research Como a habitação adaptável poderia ser? Como é seu desempenho em relação a uma HIS convencional? 	CAPÍTULO 2 <ul style="list-style-type: none"> Habitação de Interesse Social Perfil dos moradores Ciclo social dos moradores Principais ambientes Recomendações
OBJETIVO Verificar as implicações sob o ponto de vista da análise do ciclo de vida energético da presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto de habitação de interesse social em relação a uma unidade de habitação não adaptável.			Revisão bibliográfica <ul style="list-style-type: none"> Adaptabilidade Estratégias de adaptabilidade Adaptabilidade e Ciclo de vida energético Durabilidade funcional x durabilidade técnica HIS adaptáveis Recomendações para o projeto de HIS adaptáveis
ITENS A SEREM PESQUISADOS			
HIS ADAPTÁVEL	HIS CONVENCIONAL	CICLO DE VIDA	
<ul style="list-style-type: none"> Como projetar uma HIS adaptável? Estratégias para o projeto adaptável? 	<ul style="list-style-type: none"> Qual a realidade da HIS brasileira? Perfil dos moradores Adaptações feitas e principais problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ciclo de vida familiar. Adaptações ao longo do ciclo de vida. 	
OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	
Desenvolvimento de uma HIS adaptável:	Identificação de um projeto convencional de parâmetro:	Simulação das adaptações realizadas ao longo do ciclo de vida familiar.	
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
Nova HIS, mais adaptável.	HIS convencional com técnicas e materiais tradicionais.		
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
Desenvolvimento de nova HIS	Seleção de HIS convencional		
PROJETO PARÂMETRO			
Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida familiar em ambos projetos			
AVALIAÇÃO			
Análise da presença das estratégias de adaptabilidade	Análise do ciclo de vida energético (TAVARES, 2006).		
VALIDAÇÃO DO ARTEFATO			
Validação do ARTEFATO (ou invalidação)	Validação do objetivo de pesquisa		
	Comunicação dos resultados		
			Metodologia <ul style="list-style-type: none"> Diretrizes para o desenvolvimento dos projetos Diretrizes para as adaptações nos projetos ao longo do ciclo de vida familiar Como fazer a análise da adaptabilidade nos projetos Como fazer a análise do ciclo de vida energético
			CAPÍTULO 4 <ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma HIS adaptável Identificação de uma HIS convencional Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida
			CAPÍTULO 5 <ul style="list-style-type: none"> Análise da adaptabilidade nos projetos Análise do ciclo de vida energético
			Resultados <ul style="list-style-type: none"> Conclusões sobre o objetivo Conclusões sobre o método Recomendações para novas pesquisas

2.1 Habitação de interesse social

2.1.1 O que é habitação de interesse social?

Antes de iniciar o trabalho de pesquisa, faz-se necessário o nivelamento de alguns conceitos importantes que serão repetidos e utilizados de forma reiterada ao longo deste trabalho. Dentre eles, um dos mais relevantes é o de habitação social, comumente designado por outros nomes, como habitação popular, habitação de baixa renda, casa popular, e assim por diante. Para um estabelecimento conceitual de maior precisão, foram averiguadas tanto a definição oficial dada pelo governo brasileiro quanto a definição estabelecida em diversos trabalhos científicos, mediante uma breve revisão bibliográfica.

O conceito de habitação é muito mais complexo do que o de casa, moradia ou residência. Na percepção de Martucci (2002), a habitação constitui-se no resultado cumulativo dos conceitos de casa, moradia e estrutura urbana.

HABITAÇÃO = CASA + MORADIA + ESTRUTURA URBANA

2.1.1.1 Casa

Martucci (2002) afirma que casa é definida como uma casca protetora, o invólucro que protege o ambiente interno em relação ao meio externo, além de dividir e definir os ambientes contidos internamente. Do ponto de vista tecnológico e de projeto, a casa é o resultado imediato do trabalho dos arquitetos - e de outros possíveis projetistas envolvidos.

Brasil (2015) apresenta um raciocínio que segue a mesma linha de Martucci (2002), acrescentando que a casa é uma "*máquina*" de morar - conceito que vai de encontro à definição de Le Corbusier (1923) para casa. Conclui-se que casa é um objeto construído com a função de atender às necessidades de abrigo e proteção física de seus usuários.

2.1.1.2 Moradia

Por sua vez, o conceito de moradia tem uma ligação mais intensa com os elementos responsáveis por fazerem a casa funcionar, segundo Martucci (2002). Ou seja, uma casa, por si só, não pode ser considerada uma moradia. É necessário que ela se identifique e atenda ao modo de vida de seus usuários para que seja considerada efetivamente uma moradia (MARTUCCI, 2002; BRASIL, 2015). É por esta razão que o mesmo invólucro - a casa - pode se transformar em moradias distintas, apresentando diferentes usos e dinâmicas sociais por parte de seus usuários.

Os elementos constituintes da casa, como invólucros, estruturas, aberturas, instalações, dentre outros, devem, portanto, ser eficientes e permitir que seus moradores possam exercer seu modo de vida da maneira que lhes melhor convier (BRASIL, 2015).

2.1.1.3 Habitação

O conceito mais importante de todos é o de habitação. Martucci (2002) e Brasil (2015) entendem habitação como sendo uma moradia corretamente integrada e conectada com seu entorno. O conceito de habitação estende-se além da escala do projeto de arquitetura, sendo permeado também por disciplinas, como o desenho urbano, urbanismo, relações sociais e até mesmo a política.

Larcher (2005) cita que a habitação possui diversas funções, notadamente a social, ambiental e econômica. Martucci (2002) conclui que o fator econômico tem um peso muito grande na definição do conceito de habitação. Além disso, o autor acrescenta que há uma intrínseca dependência de outros fatores, como o contexto urbano e o entorno, em sua definição. Pode-se ter uma casa que é uma moradia, mas que não pode ser qualificada como sendo habitação.

É notório que fatores econômicos interferem de forma relevante na conceituação da habitação. As habitações variam significativamente entre si, podendo ser desde uma mansão com ampla infraestrutura e localizada em um

centro urbano, até uma pequena casa situada em um subúrbio afastado, quase desconectada do tecido urbano. Por essas razões há a necessidade de definir-se apropriadamente o conceito de Habitação de Interesse Social - HIS.

2.1.1.4 Habitação de Interesse Social - HIS

As habitações de interesse social - HIS - são soluções de moradia voltadas à população de baixa renda (LARCHER, 2005; BRASIL, 2017; CAIXA, 2016). Larcher (2005) menciona que existem outros termos comumente utilizados, tais como a habitação de baixo custo, a habitação para população de baixa renda ou a habitação popular.

Do ponto de vista fenomenológico, a habitação de interesse social deve ser entendida como um centro de proteção para seus habitantes (LUCENA, 2007). Ela deve trazer boas sensações a seus habitantes, não somente protegendo-os e atuando como abrigo, mas também provendo conforto. Noção esta de conforto como o alívio do desconforto, estado de paz e contentamento, aquilo que dá prazer, aquilo que dá alívio físico e suporte (KOLCABA, 1991). Ou seja, não se trata apenas de um local para abrigar os moradores, mas sim de um local onde estes possam se sentir bem, à vontade, criar laços e sentimentos e vivenciar sensações positivas e agradáveis.

Há ainda situações como a de desastres e catástrofes naturais, em que famílias que habitavam moradias precárias e instaladas em áreas vulneráveis perdem subitamente seus abrigos, gerando a necessidade da instalação de HIS para reassentamento, que se diferenciam das HIS convencionais principalmente pela urgência em que um grande número de unidades deve ser construído em um curto espaço de tempo (ENGEL, 2012).

Larcher (2005) lembra que a terminologia *habitação de interesse social* já foi utilizada para descrever programas de habitação voltados para a população de baixa renda pelo extinto Banco Nacional de Habitação - BNH. Além disso, HIS é também o termo mais comumente utilizado em pesquisas e trabalhos científicos do tipo. Atualmente, é a terminologia utilizada pela Caixa

Econômica Federal, responsável pelo maior programa voltado às HIS em âmbito nacional, o Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV (CAIXA, 2016).

2.1.2 Breve histórico das HIS no Brasil

Para uma melhor compreensão da realidade atual da HIS no Brasil, é interessante entender seu contexto histórico no último século, e como se chegou à situação contemporânea encontrada no ano 2016.

A necessidade e a demanda pela habitação de interesse social como a conhecemos hoje começou a aumentar em território brasileiro no início do século XX, quando as primeiras grandes cidades - notadamente São Paulo - começaram a se industrializar, atraindo para a urbe cada vez mais pessoas que até então habitavam o meio rural (BARCELOS, 2011). Esse aumento da população urbana de baixo poder aquisitivo fez com que as pessoas tivessem que morar em espaços superlotados e sob condições precárias, conhecidos como cortiços.

A partir dos anos 30 e 40, houve uma maior preocupação por parte das autoridades em relação às condições precárias de habitação dos trabalhadores (BARCELOS, 2011; LARCHER, 2005), sendo que em 1946 foi criada a Fundação Casa Popular, órgão federal responsável por atender as demandas habitacionais.

Em 1964, a Fundação foi substituída pelo Banco Nacional de Habitação – BNH -, cuja finalidade era construir casas para a população de baixa renda com alcance nacional, tendo sido muito criticado pela excessiva padronização e baixo nível de qualidade arquitetônica das unidades produzidas (BARCELOS, 2011). Para Palermo (2007), ocorreu nesse momento uma deturpação da casa mínima, cujo objetivo passou a ser unicamente a redução dos custos de sua construção.

A partir de meados da década de 80, a produção de habitações de interesse social com alcance nacional passou a ser exercida pela CAIXA, com

vínculo junto ao Ministério do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente. Na década de 90 houve uma descentralização da responsabilidade pela construção das HIS, que passou a ser exercida pelos estados e pelos municípios (LARCHER, 2005).

No início dos anos 2000, com a criação do Ministério das Cidades e da Política Nacional Habitacional para o Brasil, concomitantemente à consolidação do Estatuto da Cidade, o governo federal voltou a centralizar as políticas relativas à habitação de interesse social no Brasil (LARCHER, 2005; BRASIL, 2015).

Em 2008 foi estabelecido o Plano Nacional de Habitação, que vinculou a produção da habitação de interesse social à política urbana. Finalmente, em 2009, é criado o Programa Minha Casa Minha Vida, composto por um leque de estratégias com o objetivo principal de aumentar o acesso das famílias de baixa renda à casa própria (BRASIL, 2015; JUNIOR, 2014). Tal programa tem continuidade até os dias atuais, sendo atualmente o maior responsável pela produção de HIS no Brasil.

2.1.3 Perfil de moradores de HIS brasileiras

Como já citado, a variável econômica tem relevante importância para a definição da habitação de interesse social. Entretanto, faz-se necessário estabelecer com maior precisão as características da população que habita estas unidades para o prosseguimento desta pesquisa. Para isso, foram consultados documentos oficiais disponibilizados pelas autoridades brasileiras, bem como estudos científicos pontuais sobre o tema.

2.1.3.1 Perfil dos moradores de Habitações de Interesse Social

Para Dave (2012), os principais fatores capazes de interferir na adaptabilidade e no impacto ambiental de um edifício são os econômicos, sociais e ambientais. Os fatores econômicos, segundo o autor, podem ser definidos como sendo o crescimento da população, a melhora no nível

educacional, a melhora da economia como um todo (industrialização e desenvolvimento do setor de manufatura) e políticas de desenvolvimento (como o PMCMV). Os fatores sociais se restringem principalmente às mudanças nas necessidades dos moradores, notadamente o envelhecimento e a redução das capacidades motoras. Os ambientais estão ligados às restrições legais e à resiliência do meio-ambiente.

Larcher (2005) menciona indicadores semelhantes, tais como a renda, longevidade, educação, crescimento e distribuição populacional. Para traçar o perfil dos moradores das HIS, os critérios adotados foram os mesmos definidos por este autor.

2.1.3.2 Renda

Em 2015 foi publicado um documento oficial confeccionado pela Secretaria Nacional de Habitação, Ministério das Cidades e o IPEA, denominado Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida.

Através de uma amostragem que alcançou mais de 7 mil beneficiados pelo programa, traçou-se um perfil bastante preciso das principais características dos moradores das habitações de interesse social construídas pelo programa - além de terem sido identificadas algumas de suas percepções em relação às suas habitações.

O PMCMV estratifica os beneficiários por faixas distintas de renda e estabelece a concessão de benefícios econômicos diferenciados em função das respectivas faixas. O seu foco principal é atender as famílias consideradas de baixa renda, cuja renda mensal máxima é de até R\$ 1.600,00 (BRASIL, 2015). Das 3,6 milhões de unidades habitacionais contratadas pelo PMCMV entre 2009 e 2014, 46% eram consideradas de baixa renda, representando o maior grupo contemplado pelo programa.

Larcher (2005) considera a renda como sendo o principal entrave para a solução do problema habitacional. A facilitação de acesso a mecanismos e programas financeiros, como o PMCMV, é importante para que as populações de baixa renda tenham acesso tanto à habitação, como à capacidade de fazer expansões – adaptações - em suas habitações.

Barcelos (2011) demonstra que o déficit habitacional brasileiro é bastante acentuado justamente nas faixas de famílias consideradas como de baixa renda, correspondendo a mais de 90% do déficit total em 2006.

2.1.3.3 Longevidade

Larcher (2005) menciona que o aumento da expectativa de vida dos moradores faz com que as residências tenham que ser adaptadas ao longo do tempo para que exista a possibilidade da mesma atender às necessidades de locomoção e acessibilidade de seus habitantes.

Segundo o IBGE (2015), estima-se que em 2030 quase 20% da população brasileira terá mais que 60 anos. Esse percentual aumenta para índices superiores a 33% nas projeções para 2060. Outra tendência apontada pelo IBGE (2015) é a diminuição da taxa de fecundidade, o que implica em famílias menores.

No levantamento feito por Brasil (2015), a idade média dos moradores entrevistados beneficiários do PMCMV foi constatada como sendo de 38,1 anos. Também foi identificado que pouco menos de 4% dos moradores de habitações construídas pelo programa são enquadrados como idosos, índice que tenderá a aumentar de acordo com as projeções do IBGE (2015).

2.1.3.4 Educação

Para Larcher (2005), o aumento do nível de educação dos moradores de HIS tem o potencial de causar a necessidade de adaptações nas unidades habitacionais, principalmente por haver uma correlação direta entre aumento

de escolaridade e aumento de renda. Como consequência, há também um potencial incremento nos impactos ambientais resultantes.

O levantamento do IBGE (2014) aponta que o número médio de pessoas por habitação, em famílias com renda de até um salário mínimo da época, era de 3,6, enquanto que famílias com renda de até 3 salários mínimos eram constituídas, em média, por 2,7 pessoas. Esse número cai na medida em que aumenta a renda familiar, sendo ele da ordem de 2,5 pessoas para as unidades familiares com renda entre três e cinco salários mínimos, e de 2,3 pessoas por unidade para rendas superiores a cinco salários mínimos.

Outro levantamento, feito por Brasil (2015), demonstra que a maior faixa da população habitante das unidades construídas pelo PMCMV possui o ensino fundamental incompleto (46,8%). No entanto, uma parcela significativa de 23,3% possui ao menos o ensino fundamental completo e 12,4% possuem o ensino médio incompleto. O IBGE (2015), por sua vez, afirma que indicadores importantes relativos ao aumento da educação da população têm melhorado, principalmente no extrato populacional de baixa renda. A taxa de analfabetismo, por exemplo, reduziu significativamente em um intervalo de dez anos. O número de crianças de famílias de baixa renda frequentando instituições de ensino aumentou da ordem de 58% em 2004 para 81% em 2014.

2.1.3.5 Crescimento e distribuição populacional

O crescimento populacional está diretamente correlacionado com a taxa de fecundidade, que, por sua vez, tem caído. Larcher (2005) argumenta que outros fatores, em especial a distribuição populacional, também exercem influência relevante na demanda por novas unidades habitacionais de interesse social.

No levantamento realizado por Brasil (2015), constatou-se que mais de 96% das unidades construídas pelo PMCMV abrigavam somente uma família, sendo que o número médio de moradores por unidade era de 3,73. Tal valor

resulta em uma média de menos de dois moradores por cada quarto. Ressalta-se que uma parcela de quase 4% das unidades habitacionais abrigava duas ou mais famílias.

Mesmo diante deste cenário, o Plano Nacional de Habitação publicado em 2009 trabalha com uma projeção global na qual há a necessidade de que pelo menos 27 milhões de unidades habitacionais tenham que ser disponibilizadas no Brasil até 2023 para suprir o déficit habitacional (BRASIL, 2009).

2.1.4 Ciclo social de moradores de HIS no Brasil

O motivo de entender as dinâmicas sociais pelas quais passam os moradores das habitações de interesse social é que elas acabam por definir as necessidades técnicas especiais destas unidades e, conseqüentemente, seu projeto e futuras adaptações promovidas ao longo do seu ciclo de vida.

As dinâmicas sociais podem ser tipificadas a partir da análise do perfil social dos moradores - principalmente a partir dos critérios utilizados e citados anteriormente para o levantamento deste perfil.

Do ponto de vista de renda, mesmo com as turbulências geradas por crises econômicas e políticas internas e externas, percebe-se que a renda das famílias que habitam as HIS tende a aumentar, notadamente em função da maior acessibilidade a outro critério importante: a educação. Como reflexo temos a ocorrência de adaptações – principalmente expansões - realizadas ao longo do tempo nas unidades habitacionais, visando adequá-las às necessidades espaciais dos usuários em constante evolução.

No que tange a longevidade, os dados levantados junto aos autores consultados aliados àqueles apurados pelo IBGE (2015) apontam para uma tendência de envelhecimento da população, na qual a pirâmide etária ficará cada vez mais numerosa nas faixas de idade mais avançada. O reflexo deste

evento nas habitações é o aumento da necessidade de que as mesmas sejam mais adaptáveis às pessoas portadoras de limitações físicas e de dificuldades de locomoção.

Em relação ao crescimento populacional, percebe-se a partir da análise dos dados do IBGE (2015) que há uma redução sistemática no número de indivíduos por família. Este fenômeno pode impactar nas habitações de diversas maneiras, como por exemplo, forçando adaptações para transformar espaços subutilizados, ou simplesmente não utilizados, em áreas úteis e de maior funcionalidade.

2.1.4.1 Ciclo social

Para melhor compreender as transformações pelas quais passam as famílias que habitam as HIS é importante entender quais são os seus tipos - e as necessidades de cada uma.

O IBGE (2010) classifica as unidades domésticas em 3 grupos: *unipessoais* - grupo com representatividade de pouco mais de 10% da amostra; *duas ou mais pessoas com parentesco* – grupo com a amostra mais representativa; e, *duas ou mais pessoas vivendo juntas e sem parentesco* - cujo percentagem da amostra é inferior a 10% do total.

Quadro 6 Composição Familiar

GRUPO	Brasil (%)	Amostra (%)	Composição	Brasil (%)
I	12,1	12,5		
2 ou 3 pessoas com parentesco	87,2	87,5	Casal sem filhos	17,7
			Casal sem filhos com parentes	2,5
			Casal com filhos	49,4
			Casal com filhos e parentes	5,5
			Mulher sem cônjuge com filhos	12,2
			Mulher s/ cônjuge com filhos e parentes	4
			Homem sem cônjuge com filhos	1,8
			Homem s/ cônjuge com filhos e parentes	0,6
			Outros	6,3
2 ou 3 pessoas sem parentesco	0,7	0		

Fonte: adaptado de Pereira (2015).

Pereira (2015) classifica as famílias ao longo do seu ciclo de vida em sete estágios distintos. A compreensão destes estágios é fundamental para entender o comportamento e necessidades das famílias em cada uma das etapas.

- *Casal¹ sem filhos* - as necessidades espaciais de um casal ou de apenas um indivíduo adulto são praticamente as mesmas. São necessários espaços básicos para o preparo e consumo de refeições, convívio em grupo menor de pessoas, tratamento de roupas, manutenção eventual da casa, descanso e para higienização pessoal. É frequente também a demanda de um espaço físico destinado à realização de trabalhos e atividades extra de renda.
- *Casal com filho bebê* - as necessidades espaciais deste estágio são semelhantes às do primeiro, surgindo, porém, a necessidade cada

¹ * A definição de casal não engloba somente casais heterossexuais, podendo também designar uma mulher sozinha que cumpre os mesmos papéis que um casal

vez mais crescente por um espaço exclusivo para o novo membro da família, que conforme for crescendo, irá demandar a disponibilidade de um segundo dormitório.

- *Casal com filho criança 1º infância* - a criança requer alguns cuidados especiais em relação ao estágio anterior, principalmente em relação ao isolamento de alguns ambientes que podem ser potencialmente perigosos para ela, tais como a cozinha e a área de serviços. Da mesma forma, a complementação de renda por parte do casal pode ser necessária, principalmente nas faixas de menor rendimento - exigindo espaços adequados para trabalho em domicílio, capazes de comportar pequenos equipamentos e/ou áreas de armazenagem.

- *Casal com filho criança 2º infância* - conforme o filho cresce ele ganha independência e passa também a demandar mais privacidade. Ele passa a necessitar de um espaço próprio e independente para que possa se concentrar e estudar. Esta condição, no entanto, poderá ter seu alcance dificultado com apenas 2 dormitórios e a presença de filhos em faixas etárias com necessidades diferentes.

- *Casal com filho adolescente* - o(s) filho(s) se tornam notavelmente mais independentes e passam a exigir cada vez mais um espaço próprio, o que pode gerar conflitos e disputas territoriais entre irmãos. Há um aumento da necessidade por um possível 3º dormitório, tanto na situação em que os irmãos possuem gêneros diferentes, quanto para abrigar possíveis visitas ou um membro idoso da família que venha morar junto.

- *Casal com filho jovem adulto* - nesse estágio os filhos começam a ganhar independência sendo o mesmo, inclusive, considerado a etapa em que há maior possibilidade de eles deixarem de habitar a unidade. A necessidade de privacidade aumenta consideravelmente e a exigência de dormitórios individuais para cada um dos filhos é notável. Também há

uma maior necessidade de separar fluxos e compartimentar mais a habitação, permitindo a compatibilização dos diferentes modos de vida do casal e dos jovens adultos.

- *Casal idoso com filho adulto / Ninho Vazio* - em relação ao estágio anterior, a principal diferença reside no aumento da necessidade de provimento de espaços com melhor acessibilidade - e que imponham menor dificuldade de locomoção aos idosos.

2.1.5 Tendências futuras para HIS brasileiras

No que se refere às tendências relacionadas à habitação social no Brasil, um documento produzido pela ANTAC (2002) e apoiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia trazia algumas projeções que se demonstraram confirmadas e reafirmadas em 2016 - principalmente ao quando examinadas à luz dos indicadores das pesquisas mais recentes referenciadas no presente trabalho, e também com base na experiência de outros países mais desenvolvidos, os quais já passaram por tais mudanças anteriormente.

2.1.5.1 Tendências gerais

Ainda em 2002, observava-se uma tendência global da evolução da sociedade industrial para uma baseada em informações e serviços, mesmo que setores como o agrícola e o industrial continuassem bastante relevantes (ANTAC, 2002). O cenário recente indica uma acentuação desta onda de inovações tecnológicas, cada vez mais inovadoras e capazes de resolver problemas de maneira mais fácil e direta (FIORENTINO, 2012).

Previa-se também uma expansão da indústria da construção civil atrelada ao crescimento econômico (ANTAC, 2002), circunstância esta que foi de fato observada durante boa parte do final dos anos 2000 e início dos anos 2010. Embora exista atualmente um cenário pessimista com relação ao crescimento da indústria, ainda se observa uma grande necessidade pelo provimento de habitação e de infraestrutura no Brasil (GONÇALVES, 2015).

No que tange o perfil demográfico e modo de vida da população brasileira, afirmava-se em 2002 que aconteceriam fenômenos como o aumento da participação do papel da mulher na família e na sociedade, incremento do tempo gasto em lazer, aumento do padrão de vida e aumento do nível educacional. Verifica-se, de fato, que ocorreram avanços significativos nestas áreas (BRASIL, 2009; BRASIL, 2015).

A tendência para os próximos anos indica que a porcentagem de mulheres continuará aumentando, definindo cada vez mais o padrão de consumo das famílias. Da mesma maneira, embora a população urbana esteja começando a aumentar em um ritmo mais lento, ainda deve crescer no período pós 2016. Tal fato justifica a elevada previsão de déficit habitacional por parte do governo.

Percebe-se ainda uma tendência no aumento do número de famílias constituídas, as quais passam, contudo, a contar com uma quantidade menor de membros devido à fatores como a baixa da taxa de fecundidade e novos arranjos familiares. Esse dado é relevante, pois indica também a geração de uma maior demanda por habitações para abrigar as famílias. Ele também evidencia a tendência de diminuição do número de moradores vivendo sob o mesmo teto (ALVES, 2012).

2.1.5.2 Tendências da construção

De maneira geral, previa-se em 2002 uma tendência pela busca de edificações mais sustentáveis, de menor custo de operação e de manutenção, mais flexíveis e com maior capacidade de customização (ANTAC, 2002). No entanto, vários estudos apresentados neste trabalho demonstram que, no que tange a HIS, ainda existem muitos problemas relacionados aos aspectos elencados, dado que as unidades habitacionais são extremamente padronizadas, com baixo grau de customização e pouco flexíveis.

Dentre as estratégias relativas à modernização da indústria da construção brasileira listadas ainda em 2002, pode-se extrair algumas diretrizes que indicam como desenvolver a qualidade do setor como um todo, inclusive melhorando a qualidade das HIS. Acerca das principais tendências listadas, pode-se citar uma consideração mais relevante do perfil e dos requisitos dos clientes (*moradores*), projetos concebidos e especificados de acordo com seu grau de desempenho, substituição da montagem artesanal por uma montagem em componentes, maior interação dos fabricantes com o processo construtivo e a melhoria do processo de gestão da construção (ANTAC, 2002).

2.1.6 Espaços e usos na HIS brasileira

Muitos estudos (SILVA, 1982; PEDRO, 1999; BOUERI, 2008; PALERMO, 2009; PEREIRA, 2015) descreveram em seus trabalhos as funções, necessidades e atividades que são realizadas pelos moradores da HIS.

O quadro a seguir, adaptado de Pereira (2015), apresenta as principais funções diagnosticadas e citadas pelos distintos autores.

Quadro 7 Funções da habitação

Funções	Silva, 1982	Pedro, 1999	Boueri, 2008	Palermo, 2009
Dormir e Descansar	☺	☺	☺	☺
Preparar refeições	☺	☺	☺	☺
Refeições correntes e normais	☺	☺	☺	☺
Estar e convívio familiar	☺	☺	☺	☺
Estar e recepção	☺	☺	☺	☺
Lazer e recreio	☺	☺	☺	☺
Estudo e trabalho	☺	☺	☺	☺
Tratamento de roupas	☺	☺	☺	☺
Higiene pessoal	☺	☺	☺	☺
Manutenção doméstica	☺	☺	☺	☺
Permanecer no exterior		☺	☺	
Circular		☺	☺	
Estacionamento de veículo		☺	☺	

Fonte: Pereira (2015).

A partir da análise dos dados do quadro acima, Pereira (2015) estabeleceu uma Matriz de Função Morar que esclarece algumas exigências

especiais para as HIS, segundo os usos listados e propostos. São as principais funções e atividades implementadas nas HIS, bem como respectivos ambientes indicados:

- *Circulação*: entrar e sair de casa - sala; circular pela casa - todos os ambientes.
- *Convívio*: conviver em família - sala; conviver social - sala e quartos.
- *Recreação*: recreação individual ou em pequenos grupos - área externa, sala e quartos.
- *Trabalho* - sala, quartos.
- *Alimentação*: preparo de refeições - cozinha; recolher e eliminar lixo - área de serviços; servir refeições - sala ou cozinha.
- *Estudo* - quarto;
- *Repouso*: dormir e descansar - quartos e sala; armazenar roupas e objetos pessoais - quartos.
- *Higiene pessoal*: assear-se e excretar - banheiros;
- *Tratamento de roupas* - banheiro e área de serviços;
- *Manutenção da casa*: limpeza - todos; armazenamento - área de serviços.

2.1.6.1 Principais problemas e causas de adaptações

Além de características do perfil social dos moradores, da dinâmica social e das tendências futuras, existem outros aspectos de projeto que também contribuem para que adaptações sejam necessárias nas HIS. Digiacommo (2004) e Szücs (2003) citam a redução da área útil das habitações como um dos problemas recorrentes, visto que as unidades construídas sequer são capazes de comportar o mobiliário mínimo exigido por norma.

Há também uma padronização excessiva dos projetos, que gera problemas como a dificuldade de implantação em alguns terrenos, dificuldade do melhor aproveitamento de lotes, surgimento de espaços residuais e

dificuldade de personalização da aparência (SZÜCS, 2003). A ausência de limites e divisórias entre os espaços público e privado dos lotes impõe dificuldades com relação à segurança da residência, do bairro e dos pedestres, além de limitações quanto a drenagem urbana e ausência de privacidade. (SZÜCS, 2003; 2002).

Há problemas relativos aos ambientes das HIS propriamente ditas, como inadequação ou inexistência de uma área de serviços ou lavanderia, ausência de um abrigo para veículos, articulação inadequada entre os espaços e fluxos, pé-direito baixo, dentre outros problemas específicos inerentes a cada ambiente. Evidenciam-se principalmente as limitações relacionadas à falta de espaço e de capacidade de expansão. (SZÜCS, 2003). Mencione-se, também, as restrições e os problemas inerentes à ergonomia, deslocamento, fluxo e acessibilidade.

2.1.6.2 Recomendações de funcionalidade para as HIS

Quanto à área útil recomendada para cada morador, esse valor varia historicamente e de acordo com o entendimento de cada autor.

No quadro abaixo, adaptada de Pereira (2012), pode-se observar a área mínima por pessoa recomendada para cada morador, conforme indicado nos estudos de diversos autores e em diversos períodos investigados. Estas áreas mínimas são válidas para unidades habitacionais constituídas de 2 quartos, devendo considerar-se a ocupação de 4 moradores em cada uma; quantitativo este superior à média apresentada por Brasil (2015).

Quadro 8 Área útil da HIS por morador

AUTOR	Portas, 1969	Silva, 1982	IPT, 1988	Pedro, 1999	Boueri, 2008	Palermo, 2009	Brasil, 2009	Brasil, 2011 2014
Área útil por morador (m ²)	14,75	11	11,47	10,37	16,90	12	9,25	9,75

Fonte: Adaptado de Boueri et al. apud PEREIRA (2012).

Em com relação à área mínima de cada um dos ambientes, também há discordância entre os autores, com variabilidade dos valores recomendados.

Quadro 9 Área mínima confortável por ambiente

Ambiente	Área mínima confortável
Quarto casal	9,92 m ²
Quarto filhos	8,99 m ²
Sala de estar e jantar	13,05 m ²
Cozinha	5,67 m ²
Banheiro	3,04 m ²
Área de serviços	3,36 m ²
Área total	44,03 m ²
Área média por morador	11,00 m ²

Fonte: adaptado de Silva (1982).

A funcionalidade da residência deve ser pensada não somente levando-se em conta as áreas e dimensões dos ambientes, mas também levando em consideração os itens mínimos que vão assegurar com que seja alcançada a funcionalidade de todos os espaços.

Quadro 10 Limites inferiores para cada ambiente

Ambiente	Limite Inferior
Quarto casal	9 m ²
Quarto filhos	8 m ²
Sala de estar e jantar	12 m ²
Cozinha	10 m ²
Banheiro	2,5 m ²
Área de serviços	
Hall	3 m ²
Área total	45,9 m ²
Área média por morador	11,47 m ²

Fonte: adaptado de IPT (1988).

Quadro 11 Áreas recomendadas para cada ambiente

Ambiente	Área recomendada
Quarto casal	14 m ²
Quarto filhos	12 m ²
Sala de estar e jantar	25 m ²
Cozinha	7,4 m ²
Banheiro	4,2 m ²
Área de serviço	5 m ²
Área total	67,6 m ²
Área média por morador	16,9 m ²

Fonte: adaptado de BOUERI (1994).

2.1.6.3 Dormitórios

Os quartos devem ser capazes de atender às necessidades dos usuários, especialmente em relação à privacidade visual e sonora. Devem também estar localizados de maneira a receber sol, preferencialmente durante a manhã (face leste). Devem propiciar, ainda, a realização de pequenos trabalhos (PALERMO, 2009).

Tanto a NBR 15.575 quanto o PMCMV estabelecem que o quarto do casal deve ter espaço suficiente para abrigar uma cama de casal (1,40 m x 1,90 m), um criado-mudo (0,50 m x 0,50 m) e um guarda-roupa (1,60 m x 0,50 m). A largura de circulação mínima determinada entre o mobiliário e as paredes é de 50 centímetros em ambas as normas.

Palermo (2009), ao tratar do dimensionamento das habitações, afirma ser admissível que em um dos lados da cama haja uma circulação crítica com largura de no mínimo 40 centímetros. Deve também o quarto estar apto a receber um berço, mesmo que temporariamente.

Ao tratar do dormitório duplo, segundo o PMCMV e a NBR 15.575/2013, é convencionalizado que este deve ser capaz de conter duas camas ($0,80\text{ m} \times 1,90\text{ m}$), um criado mudo de mesmas dimensões do quarto de casal e um guarda-roupa ($1,50\text{ m} \times 0,50\text{ m}$). A largura de circulação mínima entre as camas deverá ser de 80 centímetros, sendo admissível que as outras circulações sejam menores ($0,50\text{ m}$).

Palermo (2009) ressalva que pelo menos um dos lados das camas deve ser atendido totalmente por uma circulação.

2.1.6.4 Sala de estar/jantar

As salas devem estar integradas ou contíguas à cozinha e à entrada principal da residência, podendo também ser utilizadas eventualmente como dormitórios para hóspedes e visitas. (PALERMO, 2009)

O PMCMV estabelece que elas devam ser capazes de comportar sofás com número de assentos idêntico ao número de dormitórios, uma mesa para quatro pessoas e uma estante para televisão, devendo o ambiente possuir a largura mínima de 2,40 metros. Por sua vez, a NBR 15.575/2013 disciplina que o espaço deve ser capaz de abrigar um sofá com dois lugares, duas poltronas, armário ou estante para televisão e uma mesa para quatro pessoas. Deve ainda possuir uma largura mínima de 2,40 metros.

2.1.6.5 Cozinha

A cozinha deverá possuir compartimentos separados e distintos para o armazenamento de alimentos e utensílios. O fogão e a geladeira devem estar nela contidos, não devendo, entretanto, serem instalados lado a lado. É recomendável que a parede hidráulica seja compartilhada com outras áreas molhadas, a exemplo do banheiro e da área de serviço. O botijão de gás deve estar localizado externamente ao ambiente da cozinha. (PALERMO, 2009)

A NBR 15.575/2013 estabelece que a cozinha deva conter os seguintes equipamentos: pia, fogão, geladeira e armário instalado sob a pia. A largura mínima recomendada é de 1,50 metros, com circulação mínima de 0,85 metros. Por sua vez, o PMCMV recomenda o mesmo mobiliário, possuindo o ambiente uma largura mínima de 1,80 metros.

Szücs (2003) menciona que a cozinha deveria ser dividida em zonas de serviço e de atividades sociais, uma vez que ela tende a ser usada para tal fim. Por esse motivo, a autora ainda sugere planejar um espaço grande o suficiente para comportar a instalação de uma mesa de quatro lugares a ser situada na cozinha ao invés da sala.

2.1.6.6 Banheiro

Segundo o PMCMV, o banheiro deverá conter um lavatório, um vaso sanitário com caixa acoplada e um box de chuveiro com dimensão de 0,90 m x 0,95 m. Deve ser capaz também de ser adaptado à portadores de necessidades especiais e ter uma largura mínima de 1,50 m. Já a NBR 15.575/2013, regulamenta que o box deve ter dimensões mínimas de 0,80 m x 0,80 m, e o banheiro uma largura mínima de 1,10 m.

Palermo (2009) afirma que o banheiro deve conter uma faixa livre de circulação mínima de 60 cm, janela com abertura para o exterior, devendo compartilhar a parede hidráulica com a cozinha e área de serviços.

2.1.6.7 Área de serviços

Tanto o PMCMV quanto a NBR 15.575/2013 estabelecem que a área de serviço deverá conter, minimamente, espaço para um tanque e uma máquina de lavar roupas. Palermo (2009) afirma que ela deve ser instalada de maneira contígua à cozinha e compartilhar a parede hidráulica com outras áreas molhadas.

2.2 Adaptabilidade

2.2.1 O que é adaptabilidade?

Todos os edifícios são previsões. Todas as previsões estão erradas. Não há escapatória para este silogismo, mas ele pode ser suavizado. (BRAND, 1994).

A adaptabilidade é a capacidade dos edifícios de acomodarem modificações substanciais ao longo de seu ciclo de vida, seja em função de alterações sociais, econômicas, do entorno ou das necessidades de seus ocupantes. (MOFFATT, 2001).

Segundo Brand (1994), a primeira pessoa a teorizar acerca da adaptabilidade em edificações foi Frank Duffy, co-fundador do escritório britânico DWGW e ex-presidente do RIBA - Royal Institute of British Architects. Brand (1994) menciona que, para Duffy, simplesmente não existem edifícios. Para ele, um edifício bem projetado nada mais era do que a sobreposição de várias camadas de elementos construídos com longevidade distintas.

Duffy (1989) considerava que a unidade de análise que eles adotavam quando eram incumbidos por um cliente de projetar um novo edifício não era o edifício propriamente dito, mas sim, o uso deste edifício através do tempo.

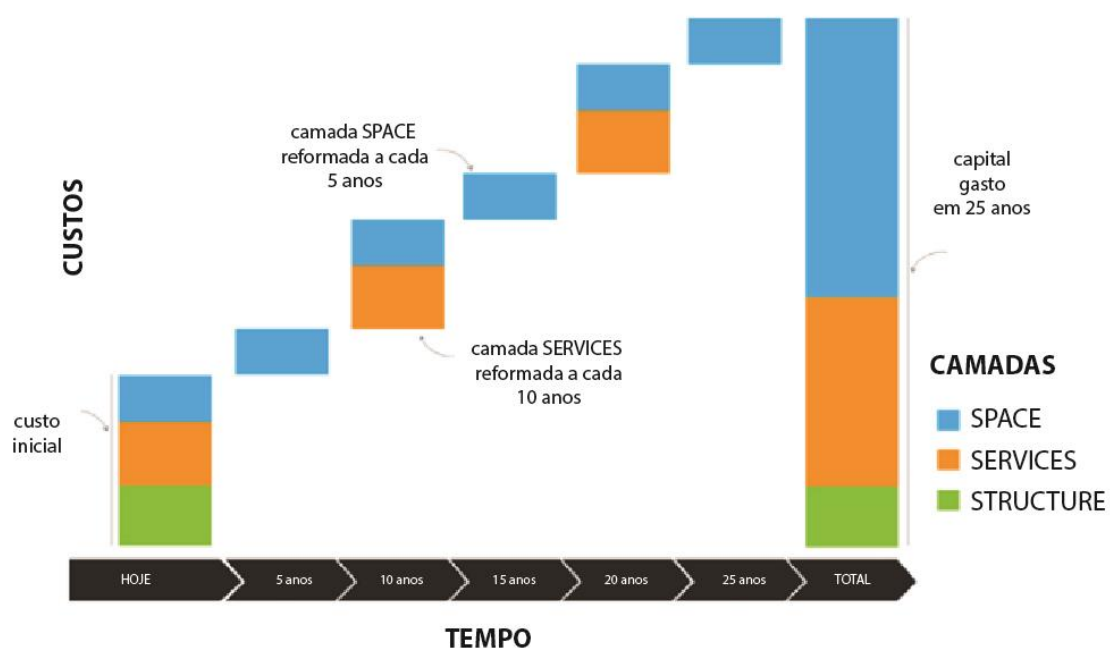
Originalmente, Duffy (1989) definiu quatro camadas principais que seriam responsáveis por constituir qualquer edifício: a casca (*shell*) - estrutura, incluindo a paredes e elementos de fechamento com função estrutural; as instalações (*services*) - como cabos, dutos, canos, maquinário, escadas; o cenário (*scenery*) - como as divisões internas, paredes não estruturais, forros e acabamentos; e, a configuração (*set*) - que engloba mobiliário, equipamentos elétricos, dentre outros.

O autor acreditava que ao longo dos anos do ciclo de vida de uma edificação, em razão da necessidade de adaptações, os custos de um edifício

seriam maiores nas camadas referentes à *configuração* (set), seguido do cenário, dos serviços e, finalmente, da estrutura.

O diagrama abaixo, elaborado pela Universidade de Loughborough, exemplifica a teoria de Duffy.

Figura 7 Custo X Tempo



Fonte: Adaptable Futures (2016).

Posteriormente, Brand (1994) incluiu algumas camadas extras às definidas concebidas por Duffy, propondo uma classificação que engloba mais variáveis, capaz de melhor categorizar os elementos e sistemas que compõem um edifício. São elas:

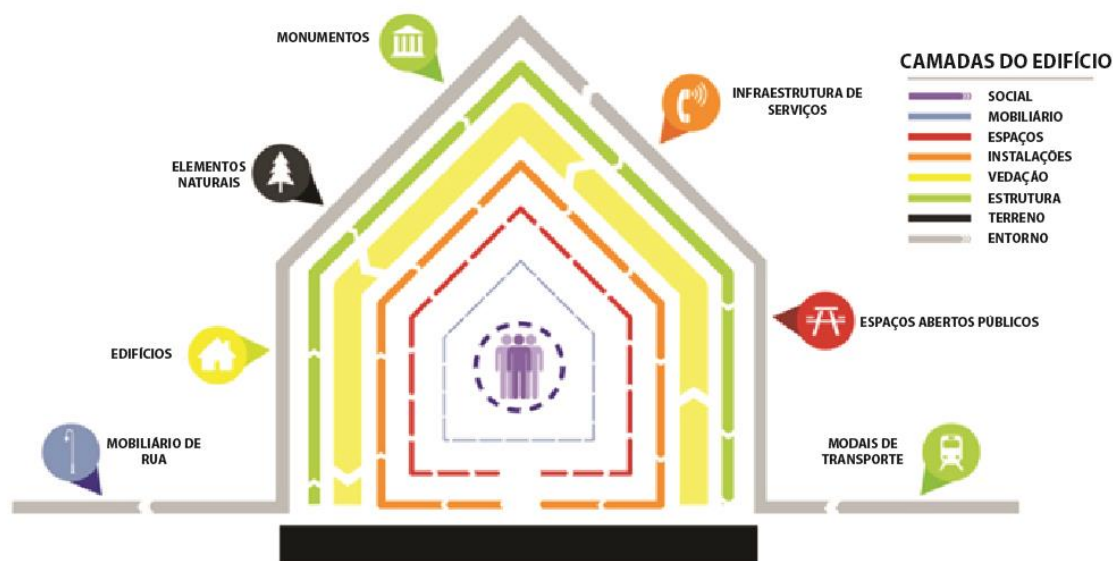
- Terreno (*site*): A localização onde o edifício é construído. Tanto Brand quanto Duffy concordam que a duração técnica estimada desta camada é eterna.
- Estrutura (*structure*): Fundações, elementos estruturais e todo tipo de vedação com função estrutural estão incluídos nesta camada. A

estimativa de sua duração técnica varie conforme o tipo de material, entre 30 e 300 anos.

- **Vedações (*skin*):** São os elementos que vedam o edifício do ambiente externo. Brand afirma que eles podem ser trocados a cada 20 anos para se manter atualizados em relação à moda e à tecnologia presente – a depender do material.
- **Serviços (*services*):** Inclui os mesmos elementos já qualificados e definidos por Duffy como dutos, calhas, maquinários, instalações, ventilação e escadas, dentre outros. Para o autor, sua obsolescência técnica varia entre 7 e 15 anos, podendo causar a demolição de um edifício inteiro caso estejam profundamente ligadas, por exemplo, às camadas da estrutura ou da vedação.
- **Espaço (*space plan*):** Engloba a compartimentação e divisão interna dos edifícios, incluindo-se paredes, pisos, forros, portas e acabamentos. Sua obsolescência está correlacionada ao tipo de uso, podendo variar entre 3 e 30 anos.
- **Coisas (*stuff*):** Esta camada inclui mobiliário, equipamentos eletrônicos, equipamentos elétricos, dentre outros. A obsolescência depende de cada item.

Pesquisas da Universidade de Loughborough (SCHMIDT, 2011) sugerem ainda o acréscimo de mais duas camadas: *a camada Social* - que contempla as atividades humanas que ocorrem no interior do edifício, e cuja variação é constante, e *a camada do entorno* (surroundings), que considera o entorno, como o mobiliário urbano, outros edifícios, elementos naturais, marcos, serviços e infraestrutura, espaços públicos e o transporte dos usuários.

Figura 8 As camadas de uma edificação



Fonte: Adaptable Futures - Loughborough University. Acesso em 2016.

2.2.1.1 A necessidade da adaptabilidade

Vários fatores podem ser determinantes quanto à necessidade de adaptação de um edifício. Manewa (2009) cita que, dentre os principais motivos, encontram-se os de natureza econômica, social, ambiental e a obsolescência.

Diversos fatores econômicos são lembrados como responsáveis por requererem adaptações nos edifícios. Dentre eles, Manewa (2009) menciona o crescimento populacional, o desenvolvimento educacional, o desenvolvimento da economia como um todo e em seus mais diversos setores, além de alterações na legislação urbana.

No que tange os fatores sociais, Manewa (2009) evidencia dois: a mudança nas necessidades dos usuários e o estabelecimento da proteção legal que incide sob um determinado edifício por conta de seu valor histórico.

Os fatores ambientais citados pelo autor variam de acordo com o tipo de estabelecimento e com as alterações da legislação relativa à sustentabilidade - além de alterações climáticas perceptíveis ao longo do tempo.

Finalmente, são listados os fatores inerentes à escala do edifício propriamente dito capazes de requerer adaptações ao longo de seu ciclo de vida. O rol de parâmetros que constitui tais fatores abrange a obsolescência funcional, tecnológica, social, física, legal, ambiental e econômica.

A forma com que os fatores interfere em um edifício determina que este tenha que ser adaptados em maior ou menor grau de complexidade. Schmidt (2010) lista que, dentre as adaptações, podem ser necessárias mudanças de tarefa, requerendo simples modificações no mobiliário (*camada mobiliário*); mudanças espaciais, contempladas tanto pela modificação do mobiliário quanto do espaço interno (*camadas mobiliário e espaço*); mudanças no nível de performance de um edifício, principalmente em função de eventual mudança climática ou alteração drástica de uso (*contempladas pelas camadas do espaço, serviços e vedação*); mudança da função (*contemplada junto às camadas espaço, serviços e vedação*); mudança do tamanho, quer seja com ampliação ou com redução (*gerando mudanças nas camadas espaço, serviços, vedações e estrutura*); e, finalmente, mudanças relativas ao lugar, contempladas pelas camadas da estrutura e do terreno.

Quadro 12 Necessidades de adaptação

Fatores que geram a necessidade de adaptação	
Escala local / nacional	<p>Econômicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crescimento populacional • Crescimento educacional • Crescimento em setores econômicos chave • Políticas de planejamento <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mudanças nas necessidades dos usuários • Tombamento do edifício <p>Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restrições de sustentabilidade • Resiliência ambiental
Escala do edifício	<p>Obsolescência</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funcional • Tecnológica • Social • Física • Legal • Ambiental • Econômica

Fonte: O autor (2016).

2.2.2 Estratégias de adaptabilidade na arquitetura

Existe uma série de agentes e fatores que podem influenciar e promover edifícios mais adaptáveis. Pesquisas realizadas pelo grupo de estudos Adaptable Futures da Universidade de Loughborough (2016) relacionam sete deles:

- *Produtos*: soluções técnicas e sistemas construtivos disponíveis;
- *Mercado*: condições econômicas, incentivos financeiros, interesse econômico, valor da terra, custo dos materiais, dentre outros;

- *Política*: condições legais para a indústria, padrões construtivos, regras, leis, incentivos governamentais, taxas de demolição, dentre outros;
- *Regras*: princípios inerentes aos parâmetros construtivos, serviços, estrutura, ambientes e espaços;
- *Estratégias de projeto*: abordagens realizadas levando-se em consideração as mudanças ao longo do ciclo de vida, ajustabilidade, versatilidade (*flexibilidade*), conversibilidade, escalabilidade, facilidade na mudança de desempenho (*refitable*) e mobilidade;
- *Inteligência e conhecimento de projetos*: uso e reuso, conhecimentos, experimentações, filosofias, protocolos, soluções e ferramentas existentes;
- *Cultura*: padrões de ação, comportamentos, conhecimentos, artefatos e valores.

Dentre os itens citados anteriormente, os **três últimos** são aqueles que mais se aproximam da tarefa do arquiteto como profissional responsável pela criação e desenvolvimento de projetos. Estes itens, em conjunto com as **estratégias de desenvolvimento de projetos adaptáveis** abaixo listadas, ficam ainda mais evidentes. Schmidt (2009) assim as descreve:

2.2.2.1 Ajustabilidade (*adjustable*)

Capacidade relacionada à mudança da forma com que um usuário utiliza o edifício ao longo de um curto período de tempo. Pode ser alcançada principalmente por modificações na camada do mobiliário, cuja adaptação poderá ser feita diariamente, ou, no máximo, mensalmente. (SCHMIDT, 2009; ADAPTABLE FUTURES, 2016). Como exemplo, menciona-se a alteração da disposição dos móveis e equipamentos, ou mesmo, a disposição em que os usuários ficam. (KELLY, 2011).

2.2.2.2 Versatilidade (*flexible*)

Característica relacionada à mudança do espaço no qual os usuários realizam suas tarefas diárias. Pode ser alcançada mediante modificações na camada do mobiliário e também do espaço. Sua frequência de ocorrência varia conforme o tipo de uso, podendo ser diária, mensal, ou mais longa, no caso de ambientes residenciais. (SCHMIDT, 2009; ADAPTABLE FUTURES, 2016). Um exemplo a ser mencionado é a mudança interna de layout relativo à disposição dos ambientes ou de uma porta. (KELLY, 2011).

2.2.2.3 Facilidade na mudança da performance (*refitable*)

Característica relacionada à mudança dos elementos de serviço e performance dos edifícios. As principais camadas que interagem com esta estratégia são a do espaço, a dos serviços (*principal*) e a das vedações. A frequência de alterações é moderada, variando entre sete e quinze anos ou mais, dependendo do tipo de uso (SCHMIDT, 2009; ADAPTABLE FUTURES, 2016). Um exemplo desta estratégia seria a alteração de um sistema de condicionamento de ar, elétrico ou encanamento. (KELLY, 2011).

2.2.2.4 Conversibilidade

Característica relacionada à mudança de função de um edifício. As principais camadas envolvidas com a adoção desta estratégia são a do espaço, dos serviços e das vedações. Sua frequência de modificações é moderada, ocorrendo em média a cada quinze anos e podendo variar bastante em função do tipo de uso do edifício (SCHMIDT, 2009; ADAPTABLE FUTURES, 2016). Como exemplo, cita-se a conversão de um quarto em um espaço comercial.

2.2.2.5 Escalabilidade (*upgratability; scalable*)

É a capacidade de um edifício sofrer aumento ou redução de seu tamanho em função das necessidades de adaptação. As camadas envolvidas são o espaço, serviços, vedação e estrutura. A frequência deste tipo de

modificação é moderada/baixa, ocorrendo em média a cada quinze anos ou mais, e variando segundo o tipo de edifício e a destinação de uso (SCHMIDT, 2009; ADAPTABLE FUTURES, 2016). Um exemplo característico é a construção de um novo quarto ou a ampliação de uma sala de estar.

2.2.2.5 Mobilidade (*moveable*)

Capacidade de um edifício ser movido de seu sítio original para outro. É um tipo de modificação feita com baixíssima frequência, principalmente em razão de alguns tipos específicos de uso e programas. Todas as camadas acabam sendo envolvidas, com ênfase especial para a estrutura e o terreno (SCHMIDT, 2009; ADAPTABLE FUTURES, 2016). Como exemplo, cita-se um pavilhão desmontável ou um andaime com peças que se encaixam e desencaixam.

2.2.3 Adaptabilidade x ciclo de vida energético

A adaptabilidade em edificações do tipo habitação de interesse social tem um grande potencial de interferir no impacto ambiental ao longo de todas as etapas de seu ciclo de vida.

É necessário esclarecer preliminarmente quais são os impactos ambientais advindos da adaptabilidade em HIS e como eles poderão ser quantificados e minimizados.

Depois, será tratado o aspecto energético somente – o aspecto referente ao consumo de materiais e impactos ambientais relacionados não será considerado. Tal escolha se deve à limitação de tempo para a realização desta dissertação e, de modo algum, a um julgamento sobre a relevância dos impactos distintos dos energéticos.

2.2.3.1 Impactos ambientais decorrentes da construção civil

A energia é um dos mais importantes recursos utilizados durante o ciclo de vida de um edifício. Sposto (2014) cita que em países europeus, a construção civil responde por aproximadamente 50% do consumo total de energia, em seus mais variados níveis. Brasil (2010) afirma que o consumo diário per capita de energia pela população mundial é superior em 23 vezes o nível mínimo necessário para a sobrevivência biológica de um ser humano. Dados de 2009 atestam que mais de 40% da energia produzida no Brasil foi consumida por edifícios (BASSO, 2015; BRASIL, 2010).

Levando em consideração, que à nível mundial, mais de 80% da energia produzida tem origem em combustíveis fósseis (BRASIL, 2010); e, que no Brasil essa porcentagem é da ordem de 60% (TAVARES, 2006), o impacto que as edificações exercem sobre a natureza demonstra-se altamente significativo.

A geração de energia através do uso de fontes não-renováveis causa uma demasiada liberação de gases como o CO₂, responsável por provocar o efeito estufa.

Outro importante impacto ambiental relacionado com a construção civil é o consumo de matéria-prima e a geração de resíduos de construção. A nível mundial, estima-se que sejam gerados 500 kg de resíduos por habitante por ano (JOHN, 2000). No Brasil, estima-se que os resíduos de construção possam representar mais de 60% da massa total gerada nos centros urbanos (PINTO, 2005).

2.2.3.2 Análise do ciclo de vida de uma edificação

A análise de ciclo de vida de uma edificação busca identificar e quantificar os seus impactos ambientais, com a finalidade de gerar parâmetros que permitam a comparação com outras unidades similares (TAVARES, 2006). As aplicações de uma análise de ciclo de vida são amplas, englobando a identificação da origem de um problema em uma edificação, a orientação do

design de novas edificações, a determinação da energia embutida de uma edificação, identificação de oportunidades de melhorias de características ambientais e econômicas e a avaliação do desempenho ambiental (TAVARES, 2006).

Brasil (2010) indica que uma decisão mais objetiva a respeito dos impactos ambientais dos materiais de construção e de seus componentes construtivos somente é possível mediante a plena implementação de metodologias de análise de ciclo de vida.

A análise do Ciclo de Vida Energético (ACVE) de uma edificação, por sua vez, é uma forma simplificada, mas bastante significativa destinada à identificação dos impactos ambientais. A ACVE cria condições para que se possa levantar dados importantes, tais como a emissão de gases do efeito estufa (TAVARES, 2006).

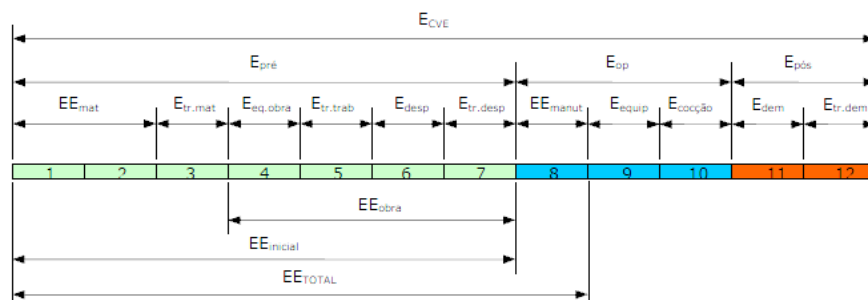
O ciclo de vida das edificações é, de maneira geral, dividido em três fases: *fase pré-operacional*, *fase operacional* e *fase pós-operacional*.

Por sua vez, as ACVE's seguem a mesma divisão conceitual, com o objetivo de apropriadamente quantificar:

- **Na fase pré-operacional:** a quantidade de energia inicial embutida nos materiais, energia de transporte, energia dos equipamentos da obra, energia despendida pelos trabalhadores, energia de desperdício e seu transporte (TAVARES, 2006);
- **Na fase operacional:** a quantidade de energia de manutenção, a energia gasta com equipamentos e a energia de cocção (TAVARES, 2006);

- **Na fase pós-operacional:** a quantidade de energia gasta na desmontagem e no transporte dos elementos (ou resíduos) desmontados (TAVARES, 2006).

Figura 9 Fases da ACVe (TAVARES, 2006)



Fonte: Tavares (2006).

Ao analisarmos as etapas do ciclo de vida de uma edificação, bem como a estrutura de uma análise de ciclo de vida energética, percebemos que há vários momentos nos quais a adaptabilidade pode representar uma estratégia com real e efetivo potencial de redução do consumo energético e do impacto ambiental.

De maneira geral, países mais desenvolvidos e expostos a condições climáticas mais extremas, especialmente em relação ao frio, tendem a consumir muito mais energia ao longo do seu ciclo de vida na fase operacional; isso porque eles utilizam constantemente equipamentos de calefação e aquecimento. Por sua vez, as edificações de países menos desenvolvidos e sujeitas a temperaturas mínimas menos extremas - *como é o caso do Brasil* - tendem a ser constituídas de edifícios cuja grande parcela de energia total consumida ao longo do ciclo de vida concentra-se na fase pré-operacional (BRASIL, 2010; LAMBERTS, 2007; TAVARES, 2006).

2.2.3.3 Durabilidade x adaptabilidade

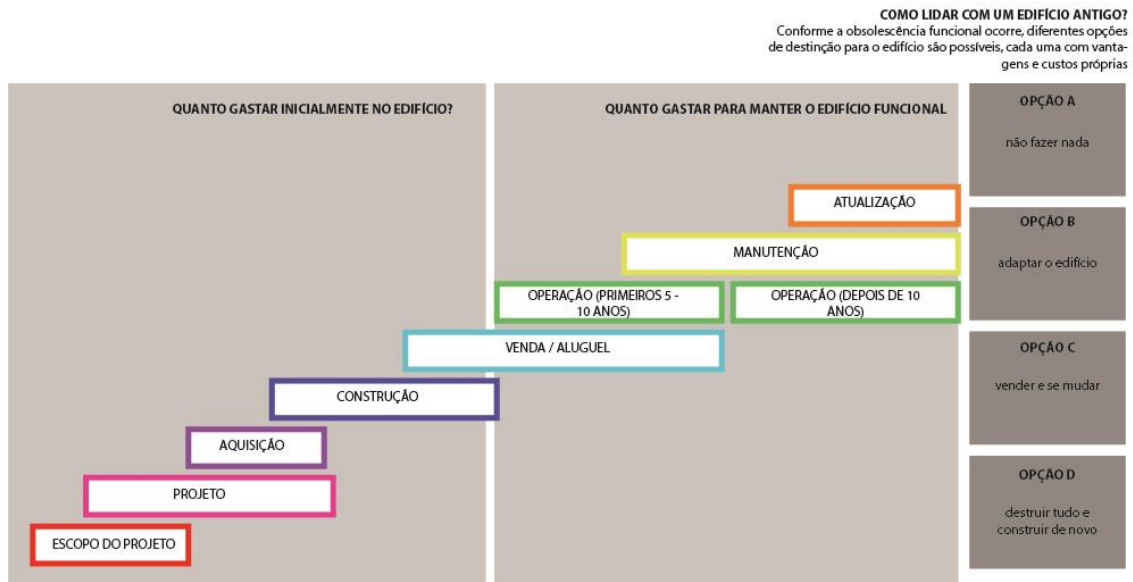
Dentro da concepção de divisão das edificações em camadas, preconizada por Brand (1994), cada uma delas possui uma durabilidade

técnica diferente. Enquanto o terreno, em teoria, tem uma duração eterna, constata-se que conforme avançamos pelas camadas esse período de tempo começa a ficar menor. A estrutura pode chegar a durar mais de 300 anos, a depender do material; enquanto que os mobiliários podem ter duração de apenas dias ou meses. (BRAND, 1994).

Por esta razão, é importante aliar a durabilidade técnica com a durabilidade funcional, definida pelos usuários. E ambas nem sempre andam lado a lado em uma edificação. Quando a durabilidade funcional é ultrapassada, pode-se dizer que o edifício enfrenta uma situação de obsolescência. Durmisevic (2006) afirma que a durabilidade funcional do edifício está intrinsecamente ligada à forma com que ele é utilizado enquanto a obsolescência técnica não é definida por nada além do próprio estado técnico do material.

Há, portanto, um delicado equilíbrio entre durabilidade funcional do edifício e durabilidade técnica. Ressalta-se que quando uma edificação atinge o estado de obsolescência funcional, mesmo que a durabilidade técnica ainda perdure por muito mais anos, ela deixa de cumprir corretamente sua função. Tal circunstância pode levar a cenários distintos, como a venda ou locação, a adaptação ou a desconstrução. (ADAPTABLE FUTURES, 2016; DURMISEVIC, 2006).

Figura 10 Adaptar ou não?



Fonte: Adaptable Futures (2016).

O problema reside no fato de que, ao longo das fases do ciclo de vida, a necessidade de adaptações poderá ocasionar um incremento significativo do gasto energético total do edifício, com conseqüente incremento na geração de carbono.

Utilizar estratégias de adaptabilidade constitui-se em medida fundamental para assegurar que as durabilidades técnica e funcional interajam de maneira mais equilibrada, possibilitando que os impactos ambientais causados sejam menores.

2.3 Habitação de interesse social adaptável

2.3.1 Adaptabilidade na habitação de interesse social

Identificar as principais adaptações realizadas pelos moradores das habitações de interesse social é fundamental para o entendimento do modo como as moradias são adaptadas ao longo do seu ciclo de vida. Tal compreensão possibilita colher informações importantes referentes às estratégias de elaboração de projetos para habitações mais adaptáveis e de menor impacto ambiental.

Para identificar quais são as adaptações mais comuns em HIS, realizou-se um levantamento de trabalhos científicos relevantes sobre o tema, e de informações publicadas por órgãos oficiais, a exemplo daquelas listadas na avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida de BRASIL (2015).

2.3.1.1 Adaptações nas HIS segundo SZÜCS (2002)

Em seu trabalho realizado em um conjunto de HIS localizado no litoral norte do estado de Santa Catarina, contendo aproximadamente 300 unidades e tendo sido realizado com um interstício temporal de 10 anos entre a primeira e a última verificação, Szücs (2003) constatou as principais adaptações feitas pelos moradores:

- Todas as unidades sofreram algum tipo de adaptação (*95% do total*), tendo majoritariamente sido submetidas a alguma modificação na cozinha, quer seja mediante a ampliação quanto pela transferência do local da mesma, uma vez que as originais eram demasiadamente pequenas (*3,75 m²*).
- Criação de uma área de serviços, muitas vezes junto ao abrigo dos veículos (*garagem*).
- Não houve ampliações significativas no tamanho dos quartos, mas ocorreu a criação e construção de novos dormitórios.

- Os banheiros tiveram suas condições de operabilidade afetadas pelas expansões feitas pelos moradores, uma vez que ventilação natural e a iluminação foram intensamente afetadas.

Ainda que a cozinha seja um dos espaços mais importantes para o convívio familiar, poucas famílias abriram mão da sala de estar, a qual mesmo subutilizada acaba tendo um caráter vitrinista, sendo raramente utilizada em algumas celebrações familiares pontuais.

2.3.1.2 Adaptações nas HIS segundo Fischer (2003)

A autora realizou um estudo de caso em 2003, especificamente em conjuntos habitacionais nas cidades de Curitiba e São José dos Pinhais, que juntos somavam uma quantidade total de 406 unidades e cuja área edificada variou entre 20 e 70 m². O estudo levou em conta uma amostra de quarenta (40) unidades habitacionais, estabelecendo como um dos critérios de seleção o limite de renda de três salários mínimos da época por unidade, com a finalidade de caracterizar a habitação de interesse social.

Com relação às adaptações realizadas, o diagnóstico demonstrou:

- Ampliação das cozinhas (*verificada em 50% das unidades*).
- Ampliação da área de serviços, sendo que 50% a utilizam também como varanda ou abrigo para o carro.
- Ampliação de quartos (*verificada em 26% das unidades*).
- Ampliação das salas (*verificada em 7% das unidades*).

Também foram verificadas algumas expansões visando o estabelecimento de um pequeno comércio. Uma das unidades investigadas foi ampliada verticalmente e outra unidade foi ampliada de maneira a ocupar toda a área do terreno.

Em linhas gerais, a autora percebeu que as áreas iniciais de cada um dos ambientes eram pequenas e insuficientes para abrigar todos os móveis, aparelhos e eletrodomésticos dos moradores.

Com relação aos terrenos e suas ocupações, percebeu-se que a maioria das unidades habitacionais encontrava-se originalmente localizada na porção central dos lotes retangulares, sendo que uma das laterais estava totalmente ocupada. A autora cita que a tendência predominante de expansão deu-se em direção ao fundo dos lotes (*45% das expansões*), seguida pelo avanço na lateral não ocupada originalmente (*35% das expansões*) e, finalmente, pela ocupação da frente (*17,5% das expansões*).

Evidenciou-se que em 100% das unidades investigadas foi realizada algum tipo de adaptação, quer seja pela expansão quanto pela flexibilização de algum dos ambientes.

2.3.1.3 Adaptações nas HIS segundo Digiácomo (2004)

Em um estudo realizado também em Santa Catarina, Digiácomo (2004) identificou como sendo as principais modificações feitas pelos moradores em suas HIS, as seguintes:

- Intervenção na fachada, incluindo instalação de muros e gradis.
- Ampliação da cozinha, muito em função da área pequena que inviabiliza a instalação de todos os eletrodomésticos e móveis.
- Criação ou aumento da área de serviço e lavanderia.
- Construção de banheiros ou lavabos.
- Definição de separação entre área para negócios, hobbies e estudos.
- Aumento da sala para televisão e de áreas destinadas ao guarda-roupas nos quartos.

2.3.1.4 Adaptações nas HIS segundo Larcher (2005)

O autor da dissertação "*Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social*" realizou um levantamento em dois conjuntos habitacionais na cidade de Pato Branco, interior do estado do Paraná, a fim de verificar quais eram as principais adaptações feitas em HIS, e assim permitir o estabelecimento de diretrizes para sua expansão.

O trabalho avaliou as modificações feitas nos conjuntos selecionados, tendo optado por focar as investigações especialmente em um deles, uma vez que quase 50% das unidades habitacionais haviam sido submetidas a modificações - índice significativo em relação ao total de 21 unidades.

Analisando estas 21 unidades, verificou-se que foram realizadas as seguintes adaptações:

- Construção de um novo quarto (38%).
- Expansão da sala (19%).
- Expansão da cozinha (4,7%).
- Construção da garagem (14,3%).
- Construção da lavanderia (14,3%).
- Outras - comércio (9,5%).

As unidades do estudo de Larcher (2005) possuíam área edificada inicial de apenas 29,9 m², justificando-se pelo seu próprio tamanho o motivo principal pelo qual as famílias, com média superior a quatro pessoas cada uma, tinham a necessidade de expandir suas habitações. Outros três motivos citados para as adaptações foram o aumento da família (9,5%), a construção de um abrigo para o carro (9,5%) e a implantação de um estabelecimento comercial (1%).

Com relação ao padrão ocupacional das adaptações realizadas, constata-se que se deram principalmente a partir da habitação original em

relação a um dos muros laterais - ou ao muro do fundo. Os moradores que fizeram adaptações não contaram com apoio técnico de um profissional e nem com o suporte de projeto - circunstância que, segundo o autor, provavelmente explica o índice de 55% de insatisfação com o resultado final das obras realizadas.

O recorrente reaproveitamento e reuso de materiais de construção foi uma estratégia percebida pelo pesquisador ao visitar o conjunto *in loco*, mesmo que estes não tenham sido construídos e dispostos entre si de maneira a favorecer tal prática.

2.3.1.5 Adaptações nas HIS segundo Marroquim (2007)

A autora realizou um estudo de caso, que fundamentou sua dissertação de mestrado, em um conjunto de habitação de interesse social no estado de Alagoas. O conjunto residencial escolhido contava com aproximadamente 1.000 unidades habitacionais, sendo que destas, dez foram selecionadas para constituir o universo amostral analisado sob o ponto de vista da Avaliação Pós-Ocupação (APO).

Com relação às adaptações realizadas pelos moradores, verificou-se:

- Construção de muros e cercas em todas as unidades;
- Construção de garagem ou abrigo para carros em todas as unidades;
- Instalação de grades nas esquadrias em todas as unidades;
- Construção de uma varanda frontal em todas as unidades;
- Troca ou melhoria nos revestimentos em todas as unidades;
- Substituição das esquadrias em todas as unidades;
- Execução de calçamento em todas as unidades;
- Construção de uma área de serviços (*em 9 unidades*);
- Alterações de tamanho de sala (*em 9 unidades*);
- Mudança na função de algum ambiente (*em 9 unidades*);

- Deslocamento ou aumento da cozinha (*em 8 unidades*);
- Acréscimo de um novo ambiente (*em 8 unidades*).

Além destas alterações, foram verificadas outras modificações como a ampliação de quartos, construção de um novo pavimento, ampliação de banheiros e construção de despensa.

A autora ainda ressaltou que 70% das modificações e intervenções foram realizadas sem a consulta ou supervisão de um profissional, fato que prejudicou sobremaneira aspectos estéticos, de iluminação, ventilação e de conforto das unidades.

Com relação ao terreno e sua ocupação pelas adaptações, constatou-se que estes possuíam dimensões de 20 m x 8 m, sendo que a casa original estava implantada exatamente em sua porção mediana, colada junto a um dos muros laterais. Verificou-se que a maioria delas passou a ocupar também a área lateral livre do lote, rompendo a conexão entre os jardins da frente e dos fundos. Também foi percebido uma tendência de expansão da construção com ocupação do jardim dos fundos, principalmente com a instalação de uma nova cozinha ou de áreas de serviços. Relativamente ao jardim frontal, constatou-se que serviu como área de expansão para garagem, varanda e sala; tendo sido a preservação do recuo frontal totalmente descartada em muitas oportunidades.

2.3.1.6 Adaptações nas HIS segundo Brandão (2011)

Brandão (2011) cita que as expansões correspondem à parcela mais relevante de adaptações feitas nas HIS, muito provavelmente em função de seu tamanho médio reduzido. Dentre as adaptações constatadas pelo autor, podemos citar:

- Construção de quarto(s).
- Estabelecimento de varanda frontal.
- Expansão da cozinha.
- Construção de área de lavanderia.

O autor discorre de forma abrangente sobre as dificuldades de expansão que os projetos de HIS padronizados impõem aos seus moradores, como plantas que não favorecem a expansão para as laterais ou fundo, implantação inicial no terreno que cria dificuldades de construção para novos ambientes, dificuldades com relação à integração da cobertura da expansão com o objeto existente, dificuldades com relação à iluminação e ventilação natural e uso de técnicas construtivas que não favorecem a adaptação.

2.3.1.7 Adaptações nas HIS segundo PMCMV (2015)

Embora o a pesquisa oficial do PMCMV não tenha avaliado especificamente quais foram e como se deram as possíveis adaptações feitas pelos moradores de unidades habitacionais produzidas pelo programa, dados interessantes e úteis relativos ao tema foram identificados. A avaliação solicitou para que as pessoas do universo amostral entrevistado atribuíssem uma nota de 0 a 10 a características como a satisfação dos moradores em relação a iluminação, umidade, temperatura, distribuição dos ambientes e área dos ambientes.

Conforme demonstram os resultados sistematizados, verificou-se que a nota atribuída a iluminação ficou próxima a nove, tendo sido considerada boa. Em relação à umidade, a média nacional de satisfação caiu para 6,21, tendo sido de apenas 4,78 na região sudeste. Relativamente ao quesito temperatura, a média nacional de percepção dos moradores ficou em 5,34, sendo que no centro-oeste ela foi de apenas 4,71, e no norte de irrisórios 3,78 pontos. Por sua vez, com relação à distribuição dos ambientes na edificação, a avaliação média nacional foi boa sendo da ordem de 7,88. Finalmente, a percepção dos entrevistados relativa à área das unidades indicou satisfação média nacional muito baixa, de apenas 4,66 - atingindo a nota 2,79 na região Centro-Oeste (BRASIL, 2015).

Pode-se inferir a partir dos dados listados que a área reduzida das habitações é uma das maiores reclamações manifestadas pelos moradores,

sendo também relevante a percepção sobre as inadequadas condições de umidade e temperatura das unidades.

Não é difícil imaginar que a solução para o problema da área total construída seja equacionada mediante a expansão da unidade habitacional. Quanto às modificações relativas ao conforto, infere-se que a maioria das adaptações realizadas não é supervisionada por um profissional técnico, fato que as leva a permanecer em um nível de qualidade baixo.

2.3.2 Recomendações para o projeto de his adaptável

Conforme já abordado, fatores de natureza econômica, social e ambiental acabam por gerar nos edifícios, a necessidade de adaptações ao longo do seu ciclo de vida.

De forma semelhante, as famílias que residem em habitações de interesse social não passam incólumes à variação destes fatores ao longo do tempo. Como resultado, tem-se a necessidade de promover adaptações nas habitações de interesse social, pelos motivos e mediante a utilização dos métodos já apresentados anteriormente.

A fim de verificar sob quais formas é possível promover a capacidade da adaptabilidade nas habitações de interesse social, realizou-se um levantamento das recomendações e estudos de pesquisadores sobre a temática, identificando-se simultaneamente, exemplos de habitações de interesse social adaptáveis.

2.3.2.1 Recomendações para HIS adaptáveis

Fischer (2003) identifica diretrizes gerais e específicas em relação às habitações de interesse social adaptáveis. As diretrizes gerais citadas englobam a definição dos acessos principais (*portas*) não voltados diretamente para a rua e a implantação da residência junto ao recuo frontal, deixando-se

espaço para expansões nas laterais e ao fundo do terreno (*onde há maior probabilidade de ocorrência*).

Com relação aos lotes, Szücs (2003) recomenda que eles fossem mais largos e mais curtos, próximos a um formato retangular. Desta forma, as etapas de expansão realizadas não criariam espaços muito distantes do ponto inicial onde a residência original foi implantada. Desatendido este pressuposto, faz com que muitos moradores optem por alterar espaços como banheiros e cozinha, muitas vezes comprometendo as condições adequadas de iluminação e ventilação da edificação.

Quanto às diretrizes específicas listadas por Fischer (2003), verifica-se a necessidade de especial atenção em relação às cozinhas, uma vez que elas são comumente alteradas. Deve-se, portanto, projetar cozinhas mais amplas, posiciona-las próximo da sala, de maneira compor um conjunto de espaços sociais a partir do qual a habitação se articularia. É importante prever espaço mínimo adequado para uma mesa para quatro pessoas, evitar paredes externas dotadas de instalações hidráulicas ou elétricas, localizar a cozinha na parte voltada para os fundos do terreno, proximamente da área de serviços, e utilizar materiais de interface amigável entre si, facilitando sua desconstrução.

Para a área de serviços, Fischer (2003) sugere dimensionar beirais maiores para cobertura, além de prever sua expansão e localização ao fundo do terreno. Com relação aos quartos, deve-se prever a possibilidade de sua expansão em área, bem como a da construção de um dormitório extra. Já em relação à sala, deve-se locá-la na porção frontal do terreno, utilizar mobiliários flexíveis, evitar divisão rígida em relação à cozinha e também empregar materiais que possuam interface amigável entre si.

Szücs (2003) afirma que o banheiro e demais áreas com instalações hidráulicas deveriam ser posicionados mais próximos das laterais, de maneira a liberar o lote para futuras expansões. Deve-se locá-los em algum local que evite problemas de ventilação e iluminação considerando futuras expansões. A autora afirma ainda que é interessante pensar o projeto de uma HIS em etapas,

assegurando assim que as expansões sejam harmoniosas em relação ao projeto inicial.

Digiácomo (2004) lista dezessete (17) recomendações relativas à adaptabilidade na habitação de interesse social:

- Separação da estrutura e da compartimentação;
- Estrutura capaz de receber mais pavimentos;
- Estrutura capaz de receber escadas e circulação vertical;
- Deixar claro o sentido projetado para expansão da habitação – devendo-se cuidar para que a zona de expansão sugerida não afete negativamente a própria unidade em relação as unidades vizinhas;
- Prever espaços para acomodar garagem e um espaço destinado a trabalho/pequeno comércio;
- Projetar ambientes com formato neutro (*sem recortes em planta ou aberturas sugerindo tipos de uso*) e com dimensões semelhantes entre si;
- Posicionar as esquadrias de maneira que não necessitem ser alteradas em expansões – visa facilitar sua retirada caso isto seja inevitável;
- Definir a cumeeira do telhado de maneira a permitir a expansão das águas sem prejuízo ao pé-direito dos novos ambientes;
- Permitir a criação de novas águas de telhado, harmônicas em relação ao projeto original;
- Dimensionar instalações hidráulicas e elétricas prevendo um aumento de demanda;
- Posicionar paredes contendo instalações diversas, de maneira que não seja necessário demoli-las em expansões;
- Prever a instalação de fossas e sumidouros em áreas do lote que não receberão expansão;
- Localizar interruptores e tomadas de maneira a evitar que estes sejam deslocados em expansões;
- Utilizar divisórias desmontáveis ou móveis;

- Sugerir possíveis ampliações na elaboração do projeto inicial;
- Criar um manual do usuário da habitação.

Larcher (2005), por sua vez, lista 11 diretrizes relacionadas à expansibilidade das habitações de interesse social. São elas: modulação dos espaços, pouca hierarquia entre os ambientes (*neutralidade*), utilização do mobiliário como elemento construtivo, reversibilidade, multiuso e integração dos ambientes, facilitação do acesso aos sistemas prediais, independência entre os sistemas construtivos, incorporação de informações dirigidas aos usuários sobre a expansão, facilidade de desconexão entre os sistemas, compatibilidade da vida útil dos sistemas, elementos construtivos de fácil montagem e desmontagem e soluções com relação às interfaces com vistas à expansões futuras.

Brandão (2011) define uma lista contendo 31 recomendações de práticas de adaptação destinadas às habitações de interesse social, correlacionando-as com os princípios que contribuem para a adaptabilidade.

Quadro 13 Recomendações de Brandão

Grupo	Diretriz
Arranjo espacial quanto à forma e dimensão dos ambientes	1. Prever ambientes neutros e sem variações extremas de tamanho
	2. Prever ambientes multiusos
	3. Prever mudança da porta dos banheiros
	4. Prever espaços maiores para refeição na cozinha
	5. Verificar a necessidade ou não da existência de corredores na unidade
Arranjo espacial quanto ao sentido de expansão	6. Deixar claro o sentido de expansão da unidade
	7. Prever ampliação de garagem e espaço para trabalho
	8. Posicionar estrategicamente o banheiro
Esquadrias e aberturas	9. Posicionar as esquadrias estrategicamente nos ambientes
	10. Evitar variação no tamanho das janelas
	11. Prever comunicação espacial adicional entre os ambientes
Cobertura	12. Adotar porta adicional ou sistema de janela-porta
	13. Definir altura de cumeeira adequada às expansões
Estrutura	14. Facilitar a criação de novas águas
	15. Separar estrutura de vedações
	16. Superdimensionar estruturas para possível novo pavimento
Instalações	17. Prever espaço e estrutura para escada
	18. Superdimensionar tubulações
	19. Prever paredes hidráulicas permanentes
	20. Localizar adequadamente fossa e sumidouro
	21. Superdimensionar tubulação para fiação e instalações

	elétricas
	22. Evitar luminárias centrais
	23. Localizar adequadamente pontos elétricos e interruptores
	24. Considerar uma pia extra fora do banheiro
Divisão de ambientes e mobiliário	25. Utilizar divisórias móveis ou mobiliário para dividir os ambientes
	26. Evitar mobiliário fixo
	27. Utilizar móveis para definir espaços
Terreno e tipologias	28. Permitir ampliações frontais
	29. Adotar terrenos mais largos
	30. Fornecer projetos de opções de possíveis ampliações
Apoio ao usuário	31. Criar manual do usuário da HIS

Fonte: Adaptado de Brandão (2011).

2.3.2.2 Reflexões sobre as recomendações para HIS adaptáveis

Ao se estudar as principais recomendações dos estudos mais relevantes sobre estratégias e recomendações de adaptabilidade para as Habitações de Interesse Social, é possível perceber que a maioria absoluta delas possui relação com as estratégias de adaptabilidade descritas pelo grupo de estudos ADAPTABLE FUTURES (2016).

As principais diferenças entre as recomendações e estratégias podem ser descritas como um maior nível de especificação das mesmas em relação ao tipo Habitação de Interesse Social. Enquanto as estratégias de adaptabilidade de ADAPTABLE FUTURES (2016) podem facilmente ser transportadas para outras tipologias de edificações, as recomendações dos estudos apresentados anteriormente descrevem atitudes e diretrizes semelhantes, porém com uma linguagem focada especificamente nas HIS e nas principais características que podem ser implantadas na realidade brasileira.

O objetivo de verificar as recomendações de trabalhos relevantes sobre HIS e adaptabilidade, bem como as principais estratégias de adaptabilidade existentes, é fornecer subsídios teóricos para justificar as escolhas de projeto adotadas durante o desenvolvimento de uma nova HIS, mais adaptável e,

esperançosamente, mais eficiente em decorrência disso no que tange o consumo energético.

Logo, durante o processo de desenvolvimento da nova HIS – ARTEFATO -, a ser apresentado posteriormente nesse trabalho, foram utilizadas tanto as principais recomendações e conhecimento expostos pelos autores nacionais, como também, de uma maneira mais holística, as estratégias de adaptabilidade mais genéricas e aplicáveis em outras tipologias de edificação.

3. MÉTODO

PROBLEMA		PRESSUPOSTOS	CAPÍTULO 1
causas	<ul style="list-style-type: none"> Produção de habitações de interesse social em massa – repetição; Inadequação às famílias, cada vez mais diferentes entre si; Inadequação ao longo do tempo – ciclo de vida familiar; 	<ul style="list-style-type: none"> Habitações de Interesse Social mais facilmente adaptáveis têm durabilidade funcional mais longa, diminuindo-se o impacto ambiental (DURMISEVIC, 2006) – energia consumida o longo do seu ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis são mais adequadas às diferentes necessidades familiares e às diferentes necessidades ao longo do ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis geram moradias de maior qualidade técnica, funcional e estética. 	<ul style="list-style-type: none"> Problemática; Definição do objetivo; Pressupostos; Justificativas; Seleção da estratégia de pesquisa; Mapa da Pesquisa Planejamento da Pesquisa
consequências	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldades de realização de adaptações; Adaptações de baixa qualidade técnica, funcional e estética; Desperdício de materiais; Potencial de reuso, reaproveitamento ou reciclagem perdido; Aumento significativo no consumo energético ao longo do ciclo de vida. 		
PROBLEMA DE PESQUISA Como a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto de uma habitação de interesse social implicam na quantidade energia consumida ao longo de seu ciclo de vida?		ESTRATÉGIA <ul style="list-style-type: none"> Design Science Research Como a habitação adaptável poderia ser? Como é seu desempenho em relação a uma HIS convencional? 	CAPÍTULO 2 <ul style="list-style-type: none"> Habitação de Interesse Social Perfil dos moradores Ciclo social dos moradores Principais ambientes Recomendações
OBJETIVO Verificar as implicações sob o ponto de vista da análise do ciclo de vida energético da presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto de habitação de interesse social em relação a uma unidade de habitação não adaptável.			Revisão bibliográfica <ul style="list-style-type: none"> Adaptabilidade Estratégias de adaptabilidade Adaptabilidade e Ciclo de vida energético Durabilidade funcional x durabilidade técnica HIS adaptáveis Recomendações para o projeto de HIS adaptáveis
ITENS A SEREM PESQUISADOS			
HIS ADAPTÁVEL	HIS CONVENCIONAL	CICLO DE VIDA	
<ul style="list-style-type: none"> Como projetar uma HIS adaptável? Estratégias para o projeto adaptável? 	<ul style="list-style-type: none"> Qual a realidade da HIS brasileira? Perfil dos moradores Adaptações feitas e principais problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ciclo de vida familiar. Adaptações ao longo do ciclo de vida. 	
OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	
Desenvolvimento de uma HIS adaptável:	Identificação de um projeto convencional de parâmetro:	Simulação das adaptações realizadas ao longo do ciclo de vida familiar.	
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
Nova HIS, mais adaptável.	HIS convencional com técnicas e materiais tradicionais.		
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
Desenvolvimento de nova HIS	Seleção de HIS convencional		
PROJETO PARÂMETRO			
Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida familiar em ambos projetos			
AVALIAÇÃO			
Análise da presença das estratégias de adaptabilidade	Análise do ciclo de vida energético (TAVARES, 2006).		
VALIDAÇÃO DO ARTEFATO			
Validação do ARTEFATO (ou invalidação)	Validação do objetivo de pesquisa		
	Comunicação dos resultados		
			CAPÍTULO 3 <ul style="list-style-type: none"> Diretrizes para o desenvolvimento dos projetos Diretrizes para as adaptações nos projetos ao longo do ciclo de vida familiar Como fazer a análise da adaptabilidade nos projetos Como fazer a análise do ciclo de vida energético
			CAPÍTULO 4 <ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma HIS adaptável Identificação de uma HIS convencional Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida
			CAPÍTULO 5 <ul style="list-style-type: none"> Análise da adaptabilidade nos projetos Análise do ciclo de vida energético
			CAPÍTULO 5 <ul style="list-style-type: none"> Conclusões sobre o objetivo Conclusões sobre o método Recomendações para novas pesquisas

A lógica utilizada neste trabalho pressupunha a análise e comparação de resultados de desempenho energético e adaptabilidade em uma habitação de interesse social tradicional e uma habitação de interesse social adaptável. Para que resultados mais próximos da realidade fossem alcançados, tanto a análise de ciclo de vida energético quanto a análise de adaptabilidade teriam que ser conduzidas ao final do ciclo de vida útil de ambas as unidades. Ou seja, também estava implícita a necessidade de que as adaptações feitas pelos moradores ao longo do ciclo de vida nas unidades habitacionais também deveriam ser levadas em conta.

Desta forma, houve a necessidade de se estabelecer critérios tanto para a seleção do projeto da habitação tradicional, quanto para o desenvolvimento de uma nova habitação adaptável e para a simulação das adaptações feitas ao longo do ciclo de vida. Também se fez necessária a seleção e definição de métodos de análise de ciclo de vida energético e de adaptabilidade, a fim de garantir o rigor científico necessário ao estudo.

Os critérios utilizados no trabalho estão listados a seguir:

3.1 Critérios para seleção de uma habitação de interesse social tradicional (PROJETO PARÂMETRO de comparação, benchmark);

3,2 Critérios para o desenvolvimento de um projeto de habitação de interesse social adaptável (ARTEFATO produto da Design Science Research);

3.2 Critérios para as simulações de adaptações realizadas pelos moradores ao longo do ciclo de vida tanto para ambos os projetos

Os métodos de análise utilizados para avaliar ambas as unidades habitacionais (PROJETO PARÂMETRO e ARTEFATO) também se encontram listados a seguir:

3.4 Análise de Ciclo de Vida energético da edificação

3.5 Análise da presença de estratégias de adaptabilidade no projeto

3.1 Critérios para seleção de uma HIS tradicional

Uma série de critérios foi estabelecida para que fosse possível selecionar um projeto de Habitação de Interesse Social para servir de PROJETO PARÂMETRO. Estes critérios foram constituídos por:

3.1.1 Tipo de HIS: As habitações de interesse social podem se apresentar em diversas configurações, notadamente habitações unifamiliares individuais (casas térreas, sobrados) e habitações unifamiliares coletivas (edifícios). É necessário, portanto, definir qual tipo melhor se adequa ao objetivo desta pesquisa.

3.1.2 Terreno: O terreno em que a unidade habitacional se encontra varia muito em função do tipo de HIS. Casas térreas costumam ser construídas em porções de terreno de área mais generosa, enquanto que edifícios costumam exigir porções menores de terreno por unidade habitacional. É necessário, portanto, determinar uma área e dimensões do terreno em função do tipo de HIS selecionado no item 4.1.1.

3.1.3 Área da HIS: É necessário o estabelecimento de uma faixa de área dentro da qual o PROJETO PARÂMETRO deve ser implantado, uma vez que este é fator fundamental na hora de limitar as adaptações feitas pelos moradores.

3.1.4 Necessidades espaciais: É necessário identificar e definir quais são as necessidades espaciais iniciais de uma habitação de interesse social. Ambientes e seus respectivos usos podem basear os critérios de necessidades espaciais.

3.1.5 Materiais e técnicas construtivas: Deve-se estabelecer critérios para a seleção de um PROJETO PARÂMETRO de maneira que seja possível selecionar uma unidade construída com materiais e tecnologias que representem a maioria das HIS construídas atualmente em solo nacional.

3.1.1 Tipo de HIS

O artefato a ser desenvolvido é uma HIS pertencente ao tipo casa unifamiliar. Optou-se pela seleção deste tipo de habitação em razão de motivos diversos, de natureza técnica, econômica e social, tais quais: representa a imensa maioria das unidades que têm sido construídas pelo Programa Minha Casa Minha Vida em suas faixas mais pobres (BRASIL, 2015); é mais suscetível a adaptações visando sua expansão (*expansibilidade*) (PALERMO, 2009), identificada como a principal adaptação feita nas HIS; além da constatação de que são produzidas de maneira exageradamente massificada, o que acaba gerando glebas com grande área ocupadas por casas idênticas umas as outras.

O mesmo problema da ausência de diversidade foi identificado em edifícios com apartamentos; contudo, por proverem unidades habitacionais mais compactas e adensadas, os edifícios ocupam uma menor área global em relação às unidades térreas individuais para suprir a mesma quantidade de habitações.

Assim sendo, tanto o PROJETO PARÂMETRO quanto o novo ARTEFATO deverão pertencer ao tipo selecionado. Abre-se, no entanto, a possibilidade que, devido às características de adaptabilidade esperadas do artefato, este possa ser transformado em tipos mais compactos e adensados, notadamente os sobrados.

3.1.2 Terreno

A área do terreno a ser ocupada é variável. As pesquisas levantadas na revisão bibliográfica não citam um número específico, pois cada local possui características únicas que exigem soluções diferentes, tais quais relevo, acidentes naturais, entorno e construções existentes.

Optou-se por adotar as dimensões mínimas recomendadas de 10 m x 15 m para o desenvolvimento tanto do PROJETO PARÂMETRO como também

para o ARTEFATO, fixando-se essa variável para os dois projetos. Tais dimensões são recomendações encontradas em alguns projetos disponibilizados pela CAIXA (2007).

3.1.3 Área

A revisão bibliográfica revelou casos em que a área mínima inicial varia entre 34 m² e mais de 48 m². Para fins da seleção do PROJETO PARÂMETRO, foi dada prioridade a projetos localizados dentro deste intervalo.

3.1.4 Necessidades espaciais

Os critérios de necessidades espaciais para a seleção do PROJETO PARÂMETRO foram pautados pelas informações apresentadas na revisão bibliográfica:

- Sala de Estar/Jantar;
- Cozinha;
- Banheiro;
- Quarto para casal;
- Quarto para filhos;
- Área de serviços.

3.1.5 Materiais e técnicas construtivas

Em relação ao PROJETO PARÂMETRO, é importante que os materiais de construção e respectivas técnicas construtivas sejam os mais tradicionais possíveis. Paredes em alvenaria - ou alvenaria estrutura -, estrutura, fundações e lajes em concreto armado são atributos desejados para sua seleção.

Desta forma, espera-se obter um retrato mais fiel quanto às dificuldades de adaptação e consumo de energia nas HIS brasileiras ao longo do ciclo de vida familiar.

As técnicas tradicionais de construção e materiais utilizados não favorecem a adaptação (LARCHER, 2005).

3.2 Critérios para o desenvolvimento de uma HIS adaptável

Uma série de critérios foi estabelecida para direcionar o desenvolvimento de um projeto de uma habitação de interesse social adaptável – ARTEFATO. Estes critérios foram estabelecidos a partir dos critérios e da seleção da habitação de interesse social tradicional – PROJETO PARÂMETRO. Assim, poder-se-ia comparar de uma maneira mais justa ambos os projetos. Os critérios são:

3.2.1 Tipo

Assim como para a seleção do PROJETO PARÂMETRO, o tipo de habitação de interesse social a ser desenvolvido deveria ser uma casa unifamiliar térrea.

3.2.2 Terreno

O terreno para o desenvolvimento do ARTEFATO deveria ser o mesmo utilizado no PROJETO PARÂMETRO, portanto, medindo 10 m x 15 m.

3.2.3 Área

A área do ARTEFATO deveria ser a mais próxima possível do PROJETO PARÂMETRO. No entanto, dado o fato de que o projeto tradicional não é necessariamente o mais adequado em estágios iniciais do ciclo de vida familiar, sendo muitas vezes superdimensionado para as necessidades dos membros da família neste estágio, haveria a possibilidade do mesmo possuir dimensões menores.

Para manter uma comparação justa entre o PROJETO PARÂMETRO e o ARTEFATO, definiu-se que o projeto inicial da HIS adaptável não deveria ser mais do que 20% inferior em quantidade de área em relação ao projeto da HIS tradicional selecionada.

Portanto, se o projeto selecionado possuísse 40 m² de área, o projeto do artefato não poderia ter uma área inferior a 32 m², por exemplo.

3.2.4 Necessidades especiais

Ao contrário dos outros itens já listados, as necessidades espaciais do projeto inicial da HIS adaptável – ARTEFATO – não precisariam necessariamente ser compatíveis com os ambientes e espaços existentes no PROJETO PARÂMETRO.

A revisão bibliográfica revelou em vários momentos que nos estágios iniciais do ciclo de vida familiar, as HIS costumam possuir espaços e uma área superior à necessária para atender às necessidades das famílias. Portanto, as necessidades espaciais como ambientes e suas respectivas áreas foram estabelecidas a partir destas informações.

Assim, definiu-se que, inicialmente, o projeto da HIS adaptável – ARTEFATO – deveria conter minimamente:

- Um quarto para o casal;
- Espaço de estar/jantar – flexível para receber eventuais visitas;
- Área de serviços
- Cozinha
- Banheiro

Fica estabelecido como facultativo, portanto, ainda no estágio mais inicial da habitação a definição de 2 quartos. Eventualmente, com a evolução dos estágios do ciclo de vida familiar demonstrados por Pereira (2015), este segundo dormitório seria acrescentado ao projeto.

Desta forma fica possível evidenciar as características de adaptabilidade propiciadas pela existência de estratégias de adaptabilidade no projeto, bem como evidenciar variações de resultados em termos de energia, a serem verificados durante a condução da análise de ciclo de vida energético de ambos os projetos.

3.2.5 Materiais e técnicas construtivas

No que tange os materiais de construção e técnicas construtivas utilizadas no projeto do novo ARTEFATO, estas deveriam ser contempladas pelas características das estratégias de adaptabilidade identificadas durante a revisão bibliográfica.

Desta forma, deve-se optar por materiais mais leves, de menor energia embutida inicial, maior durabilidade técnica, dentre outras características que serão listadas no item a seguir.

3.2.6 Estratégias de adaptabilidade

O projeto do novo ARTEFATO deveria ser realizado levando-se em consideração as diretrizes para um projeto de habitação de interesse social mais adaptável levantadas na revisão bibliográfica junto à vários trabalhos da área.

Além disso, uma vez que os itens a serem analisados para verificação da adaptabilidade (item 4.5) forem definidos como sendo as estratégias de adaptabilidade de *Adaptable Futures* (2009), conforme recomendações verificadas por Moffatt (2001), seria recomendável projetar o ARTEFATO aplicando de maneira prática no projeto tais estratégias.

3.2.6.1 Ajustabilidade

Elementos plug-and-play (leves e de fácil encaixe/desencaixe), facilidade dos usuários manusearem os elementos, capacidade destes elementos serem armazenados e empilhados, elementos não fixados (ausência de conexões químicas entre as partes), conexões destacáveis entre os elementos, elementos operáveis.

3.2.6.2 Versatilidade

Paredes e elementos de vedação móveis, capacidade de variação do tamanho dos espaços, espaços de circulação generosos, construção em frames (quadros modulares), dutos flexíveis, espaços para armazenagem e de

dupla função (paredes que podem servir como armazenagem), vários pontos de infraestrutura (pontos hidráulicos, elétricos, dentre outros).

3.2.6.3 Reaparelhabilidade

Facilidade de acesso às instalações, formatos padronizados entre os elementos, conexões secas (sem utilização de ligações químicas), sistemas modulares e coordenados, componentes intercambiáveis, poucos pontos de contato.

3.2.6.4 Conversibilidade

Encaixes frouxos, piso elevado, simplicidade e legibilidade do sistemas e seus elementos, presença de forros, espaços multifuncionais e capazes de receberem diferentes funções, superdimensionamento.

3.2.6.5 Expansibilidade

Uso de materiais disponíveis localmente, técnicas construtivas simples e dominadas localmente, redundância de elementos e materiais, unidades modulares, espaços extras, ambientes divisíveis e agrupáveis entre si.

3.2.6.6 Mobilidade

Elementos capazes de serem inflados, elementos e componente leves, kits de montagem de elementos, facilidade de conexão e desconexão entre os elementos, calpsabilidade, componentes expansíveis.

A partir da lista de estratégias de adaptabilidade, conclui-se que a preocupação com a utilização de componentes modulares, de fácil encaixe/desencaixe entre si, sem ligações químicas, redundantes e feitos em materiais leves e disponíveis localmente são recorrentes.

Desta forma, recomenda-se que, se possível, materiais como a madeira (renovável, amplamente disponível no contexto brasileiro, com baixa quantidade de energia embutida, leve e cuja técnica construtiva não exige muita especialização) sejam utilizados no projeto do ARTEFATO. O aço também surge como possibilidade, uma vez que apresenta muitas características descritas pelas estratégias de adaptabilidade, sendo, no

entanto, de mais complexa montagem e desmontagem, bem como possuindo valores de energia embutida inicial mais elevados em relação à madeira.

Tabela 1 Critérios para seleção e desenvolvimento do PROJETO PARÂMETRO e do ARTEFATO

	PROJETO PARÂMETRO	NOVO ARTEFATO
TIPO	Casa (térrea) Unifamiliar	Casa Térrea Unifamiliar (com possibilidade de projeto de sobrado ou outro tipo mais compacto e de maior densidade).
ÁREA DE TERRENO	Recomendada pelo projeto padrão existente.	A mesma do projeto parâmetro, eliminando assim uma variável de comparação.
ÁREA CONSTRUÍDA INICIAL	De 34 m ² a 48 m ²	Adequada para o estágio inicial do ciclo de vida familiar.
MATERIAIS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	Ambas tradicionais. Alvenaria de elementos cerâmicos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado	Materiais tradicionais e técnicas capazes de serem colocadas em prática pela mão-de-obra existente. O arranjo e disposição dos materiais e a maneira de construção podem ser diferentes visando contemplar as recomendações para o projeto de uma HIS adaptável.
ADAPTABILIDADE	Dificultada pelas características do projeto, técnicas e materiais construtivos utilizados.	Facilitada pelas características do projeto, técnicas e materiais utilizados.
RESULTADOS ESPERADOS	Dificuldades em realizar adaptações e maior consumo de energia durante as fases pré-operacional, operacional e pós-operacional.	Facilidade em realizar adaptações e menor consumo de energia durante todas as fases do ciclo de vida energético.

Fonte: O Autor (2016).

3.3 Parâmetros de projeto para a simulação de adaptações

Como constatado durante a revisão bibliográfica, HIS sofrem adaptações significativas, principalmente em relação à expansão de sua área (FISCHER, 2003; LARCHER, 2005; SZÜCS, 2009). Estas expansões, como demonstrado por Adaptable Futures (2009) aumentam significativamente custos e quantidade de materiais consumidos pela edificação ao longo do ciclo de vida,

uma vez que o aumento de área acaba implicando no acréscimo de materiais à edificação.

Neste contexto, é importante que tais adaptações feitas ao longo do ciclo de vida sejam consideradas durante a avaliação das implicações energéticas da presença das estratégias de adaptabilidade. No entanto, tais simulações das adaptações feitas pelos usuários devem obedecer alguns critérios de maneira que: a) elas representem uma situação que ocorre na realidade, b) adaptações semelhantes possam ser feitas por outros pesquisadores, obtendo-se resultados semelhantes.

Dentre os critérios que tiveram que ser definidos para a realização das simulações das adaptações estão:

- 3.3.1 Duração do ciclo de vida da habitação de interesse social
- 3.3.2 Estágios do ciclo de vida familiar
- 3.3.3 Duração de cada estágio do ciclo de vida familiar
- 3.3.4 Quantidade de pessoas (população) da HIS por estágio do ciclo de vida familiar
- 3.3.5 Renda familiar por estágio do ciclo de vida familiar
- 3.3.6 Necessidades espaciais dos habitantes da HIS por estágio do ciclo de vida familiar

4.3.1 Duração do ciclo de vida da habitação de interesse social

A duração de cada projeto foi estimada levando-se em conta um ciclo total de 50 anos. Para o estudo, ficou estabelecido que o ciclo inicia-se com o casal possuindo entre 20 e 25 anos de idade, e termina com o casal possuindo entre 70 e 75 anos de idade. Estas faixas etárias foram estipuladas a partir da investigação de dados demográficos do Programa Minha Casa Minha Vida (BRASIL, 2015) e dos dados do censo demográfico realizado pelo IBGE (BRASIL, 2010).

4.3.2 Estágios do ciclo de vida familiar

Ao longo dos 50 anos de duração do ciclo de vida familiar foram definidos 7 estágios distintos entre si baseados em Pereira (2015). Estes estágios agrupam intervalos de tempo cujas características de população da HIS (pessoas habitando a mesma unidade habitacional), renda familiar e necessidades espaciais são semelhantes.

Os estágios definidos foram:

- 1° Casal sem filhos
- 2° Casal com bebê
- 3° Casal com filho – Primeira infância
- 4° Casal com filho – Segunda infância
- 5° Casal com filho – Adolescência
- 6° Casal com filho – Juventude
- 7° Casal de idosos

4.3.3 Duração de cada estágio do ciclo de vida familiar

A duração de cada estágio do ciclo de vida familiar foi estabelecida conforme características comuns a cada um dos estágios descritas por Pereira (2015), bem como conclusões tiradas pelo próprio pesquisador com base na revisão bibliográfica apresentada neste mesmo trabalho.

- 1° Casal sem filhos – Duração de 1 ano
- 2° Casal com bebê – Duração de 4 anos
- 3° Casal com filho – Primeira infância – Duração de 5 anos
- 4° Casal com filho – Segunda infância – Duração de 5 anos
- 5° Casal com filho – Adolescência – Duração de 10 anos

6° Casal com filho – Juventude – Duração de 10 anos

7° Casal de idosos – Duração de 15 anos

4.3.4 População da HIS por estágio do ciclo de vida familiar

A população de cada estágio do ciclo de vida familiar foi estabelecida conforme características comuns a cada um dos estágios descritas por Pereira (2015), bem como conclusões tiradas pelo próprio pesquisador com base na revisão bibliográfica apresentada neste mesmo trabalho.

1° Casal sem filhos – 2 pessoas

2° Casal com bebê – 3 pessoas

3° Casal com filho – 3 pessoas

4° Casal com filho – 4 pessoas

5° Casal com filho – 4 pessoas

6° Casal com filho – 3 pessoas

7° Casal de idosos – 2 pessoas

4.3.5 Renda familiar por estágio do ciclo de vida familiar

A renda familiar de cada estágio do ciclo de vida familiar foi estabelecida conforme características comuns a cada um dos estágios descritas por Pereira (2015), bem como conclusões tiradas pelo próprio pesquisador com base na revisão bibliográfica apresentada neste mesmo trabalho.

1° Casal sem filhos – 1 salário mínimo

2° Casal com bebê – 2 salários mínimos

3° Casal com filho – 2 salários mínimos

4° Casal com filho – 3 salários mínimos

5° Casal com filho – 3 salários mínimos

6° Casal com filho – 4 salários mínimos

7° Casal de idosos – 3 salários mínimos

3.3.7 Necessidades espaciais dos habitantes da HIS por estágio do ciclo de vida familiar

As necessidades espaciais dos habitantes de da HIS em cada estágio do ciclo de vida familiar foram estabelecidas conforme características comuns a cada um dos estágios descritas por Pereira (2015), bem como conclusões tiradas pelo próprio pesquisador com base na revisão bibliográfica apresentada neste mesmo trabalho.

1° Casal sem filhos – 1 salário mínimo

O estágio de casal sem filhos foi definido como possuindo a duração de um ano, correspondente a 2 % de todo o ciclo de vida de 50 anos.

Trata-se, portanto, do primeiro ano em que o casal começa a morar na habitação. Para fins do experimento, foi estabelecido que o casal não possui nenhum filho, tem renda familiar total de dois salários mínimos, e é composto por duas pessoas.

Por se tratar de apenas duas pessoas, a necessidade inicial é de apenas um dormitório. Além disso, uma sala integrada com a cozinha, um banheiro e área de serviço são os outros ambientes necessários nesse estágio.

2° Casal com bebê – 2 salários mínimos

O estágio de casal com bebê foi definido como tendo a duração de quatro anos, correspondente a 8 % de todo o ciclo de vida de 50 anos.

Estabeleceu-se, portanto, que um casal teria o primeiro filho após um ano de residência na unidade habitacional. A renda familiar sofreria um acréscimo moderado, passando a ser de três salários mínimos. A família passaria a contar com três pessoas.

Do ponto de vista de necessidades espaciais, a família necessita de uma área de serviços própria, cozinha, banheiro, sala, dormitório mais amplo e capaz de acomodar um berço além da cama de casal, além de uma área coberta de garagem. Um espaço de trabalho, comércio ou estudo na área frontal do terreno, seria recomendável.

3° Casal com filho – 2 salários mínimos

O estágio de casal com filho em 1° infância foi definido como aquele que perdura por cinco anos, que correspondem à 10 % do ciclo de vida total de 50 anos.

O número de pessoas da família nesse estágio continua em três, sendo que a renda familiar permanece sendo dois salários mínimos.

Especialmente, poucas características mudam em relação à anterior. Nota-se, emergir a necessidade por um espaço maior de cozinha, bem como a necessidade da implantação de um espaço destinado ao trabalho, comércio ou estudo na frente do terreno.

4° Casal com filho – 3 salários mínimos

Definiu-se que o estágio de casal com filho em 2° infância teria a duração de cinco anos, correspondendo à mais 10 % do ciclo de vida total de 50 anos.

O número de habitantes cresce com a chegada de um novo filho, passando a ser de quatro. A renda familiar sobe para três salários mínimos, indicador que evidencia uma melhora no nível de vida da família.

Do ponto de vista de necessidades espaciais, há uma constante pressão pela ampliação das áreas sociais, principalmente a cozinha. A importância de uma área de trabalho, comércio ou estudo cai.

5° Casal com filho – 3 salários mínimos

O estágio de casal com filho em adolescência tem duração de dez anos, correspondendo a mais 20 % do ciclo de vida total de 50 anos.

O número de habitantes continua sendo de quatro, assim como a renda estabiliza em três salários mínimos mensais, sofrendo uma pequena melhora em relação ao estágio anterior.

O espaço para comércio, trabalho ou estudo em ambiente segregado passa a ter pouca importância, e emerge a necessidade da construção de um novo dormitório, uma vez que filhos adolescentes tendem a requisitar maior privacidade.

6° Casal com filho – 4 salários mínimos

O estágio de casal com filho em fase de juventude tem duração de dez anos e corresponde a outros 20% dos 50 anos totais.

O número de habitantes continua sendo de quatro, podendo chegar a cinco pessoas, caso algum dos filhos traga uma possível parceira para residir junto com a família. O ingresso de mais uma pessoa no mercado de trabalho eleva o padrão de renda da família para quatro salários mínimos.

Em termos espaciais, os filhos jovens passam a exigir mais privacidade em relação aos pais. A criação de um novo banheiro, ampliação das áreas sociais e de duas entradas distintas se faz necessária.

7° Casal de idosos – 3 salários mínimos

O estágio de casal de idosos – *também chamado de ninho vazio* – é o último dos sete, tendo duração média de quinze anos, o que corresponde 30% do período total.

O número de habitantes cai para três com a saída de um dos filhos. Em dado momento poderá cair hipoteticamente para dois, acaso o outro filho

também deixe de morar na unidade. Com isso, a renda mensal familiar também diminui, passando a ser de três salários mínimos.

Em relação à ocupação espacial, o casal de idosos passa a necessitar de corredores, portas e espaços mais amplos e favoráveis à acessibilidade. Teoricamente, é possível afirmar que a área da habitação como um todo poderia ser reduzida, uma vez que o número de habitantes diminuiu. Contudo, baseado em características culturais brasileiras, optou-se por não simular tal cenário.

A tabela a seguir demonstra de forma sintética a análise dos parâmetros referentes ao ciclo de vida de uma HIS:

Tabela 2 Critérios para simulação de adaptações no PROJETO PARÂMETRO e no ARTEFATO

CRITÉRIOS DA SIMULAÇÃO DAS ADAPTAÇÕES	DURAÇÃO	CRITÉRIOS ADOTADOS
CASAL SEM BEBÊ	1 ANO	Casal sem filhos, renda familiar 2 S.M., duas pessoas. 1 dormitório, banheiro, área de serviços, cozinha e sala.
CASAL COM BEBÊ	4 ANOS	Casal com filho bebê, renda familiar 2 S.M., três pessoas. 1 dormitório com espaço para berço, área para trabalho (comércio, estudo) com ligeira importância, 1 banheiro, área de serviços, cozinha, sala e garagem coberta.
CASAL COM FILHO - 1º INFÂNCIA	5 ANOS	Casal com 1 filho, renda familiar 2 S.M., três pessoas. 2 dormitórios, área para trabalho (comércio, estudo), 1 banheiro, área de serviços, cozinha mais ampla, sala mais ampla e garagem coberta.
CASAL COM FILHO - 2º INFÂNCIA	5 ANOS	Casal com 2 filhos, renda familiar 3 S.M., 4 pessoas. 2 dormitórios, área para trabalho (comércio, estudo) com menos importância, 1 banheiro, área de serviços, cozinha e sala ainda mais amplas e garagem coberta.
CASAL COM FILHO - ADOLESCÊNCIA	10 ANOS	Casal com 2 filhos, renda familiar 3 S.M., 4 pessoas. 3 dormitórios, 1 banheiro, área de serviços, cozinha e sala de estar amplas e garagem coberta.
CASAL COM FILHO - JUVENTUDE	10 ANOS	Casal com 2 filhos, renda familiar 4 S.M., 4 Pessoas. 3 dormitórios, 2 banheiros, área de serviços, cozinha e sala de estar amplas e garagem ampla.
CASAL DE IDOSOS	15 ANOS	Casal com 1 filho, renda familiar 3 S.M., 3 Pessoas. 3 dormitórios, 2 banheiros, área de serviços, cozinha, sala de estar e garagem. Corredores e passagens mais largas e acessos independentes.

Fonte: Adaptado de Pereira (2015).

3.4 Análise da adaptabilidade dos projetos

3.4.1 Verificação das estratégias de adaptabilidade

Para a avaliação da adaptabilidade e suas possíveis implicações no impacto ambiental do ARTEFATO e do PROJETO PARÂMETRO, foi necessário primeiramente investigar se os projetos propostos apresentavam as estratégias de adaptabilidade em seu projeto.

Os resultados admissíveis seriam SIM, PARCIALMENTE ou NÃO, conforme o atendimento ou não das características específicas de cada uma das estratégias - cujo rol é listado a seguir. As características foram definidas com base no trabalho de Schmidt (2010) e Moffatt et al. (2001):

- Ajustabilidade – Elementos e materiais de construção do tipo plug and play; usuário com controle sobre as adaptações; elementos e materiais de fácil armazenagem; elementos e materiais não fixos; conexões entre elementos de fácil execução; elementos e materiais capazes de ser movidos sem auxílio de equipamentos complexos.
- Versatilidade – Paredes e divisórias móveis; Variedade de conformações de layout; espaços mais largos que o mínimo necessário; construção em quadros, painéis e outros tipos de sub-elementos; dutos e tubulações flexíveis; espaços de armazenagem; pontos de energia, água e outras instalações abundantes.
- Reparabilidade (*refitable*) – Facilidade de acesso aos pontos de instalações; formas e elementos padronizados; conexões secas; sistemas com medidas coordenadas entre si (*modulação*); elementos intercambiáveis; redução do número de pontos de contato entre elementos distintos.
- *Conversibilidade* – Espaços mais amplos do que o necessário; pisos elevados; simplicidade e legibilidade dos elementos e materiais

construtivos; presença de forros e/ou sistemas semelhantes sob a cobertura; espaços multifuncionais; superdimensionamento das instalações.

- *Expansibilidade* – Uso de materiais e técnicas locais; redundância dos elementos; modulação dos elementos de estrutura e vedação; espaços superdimensionados; espaços divisíveis ou agrupáveis entre si.
- *Mobilidade* – componentes e materiais mais leves; elementos e materiais sob a forma de kits; fácil conexão e desconexão entre elementos e materiais; capacidade de redução de tamanho quando desmontados, ocupando menor espaço; uso de sistemas infláveis.

3.4.2 Existência da estratégia de adaptabilidade

A presença integral de uma determinada característica de adaptabilidade seria considerada, quando aplicável, nas circunstâncias em que os elementos do ARTEFATO contemplassem a totalidade ou a maioria das características de cada uma das estratégias.

3.4.3 Existência parcial da estratégia de adaptabilidade

Na situação sob a qual no máximo metade das características aplicáveis de cada estratégia de adaptabilidade fosse contemplada, a existência da estratégia seria considerada parcial.

3.4.4 Inexistência da estratégia de adaptabilidade

Seria tipificada como estratégia de adaptabilidade inexistente aquela que não apresentasse nenhuma das características listadas acima, ou somente uma ou duas - *a depender da quantidade de características aplicáveis em cada caso*.

3.4.5 Subjetividade da verificação das estratégias de adaptabilidade

A verificação da existência das estratégias de adaptabilidade é subjetiva, sendo correlacionada ao número de características verificadas de cada uma das estratégias. Tal condição pode gerar avaliações imprecisas em determinadas circunstâncias.

Por exemplo, se acaso o projeto do ARTEFATO não utilizasse nenhum sistema construtivo inflável, ele automaticamente desatenderia uma característica que indica a presença da estratégia de adaptabilidade MOBILIDADE.

Por essa razão, o sistema de verificação da existência total, parcial ou inexistência das estratégias de adaptabilidade necessita ser aprimorado para ser implementado na continuidade da pesquisa.

3.5 Análise do ciclo de vida energético dos projetos

Para que possa ser estabelecida uma relação causa-efeito cientificamente válida entre a presença de uma estratégia de adaptabilidade e a diminuição do impacto ambiental, optou-se por calcular a energia total segundo Tavares (2006) do edifício de acordo com as camadas de Brand (1994).

Deste modo, poder-se-ia obter um diagnóstico mais preciso acerca de quais camadas consomem mais energia e determinar quais possuem mais energia de sobra (residual) - e materiais e elementos passíveis de serem integralmente reutilizados em outras edificações.

Para isso, após calcular a energia total do ARTEFATO e do PROJETO PARÂMETRO, seria necessário calcular a quantidade de energia de sobra total de ambos. Uma vez dimensionada essa quantidade energética, seria possível estimar se esta poderia de fato ser utilizada em outras construções sob a forma

de reutilização de elementos e materiais, ou se ela seria simplesmente desperdiçada no momento da demolição.

Pressupõe-se aqui, em conformidade ao que afirmam Brand (1994), Moffatt et al.(2001) e Schmidt (2010), que as estratégias de adaptabilidade serviriam justamente para viabilizar e facilitar a reutilização dos elementos construtivos e materiais utilizados em outras edificações, quando findado o ciclo de vida funcional da edificação existente.

3.5.1 ACVe (Tavares, 2006)

A metodologia de análise utilizada para avaliação comparativa do impacto ambiental do ARTEFATO e do PROJETO PARÂMETRO é a Análise de Ciclo de Vida Energético – ACVe -, através do uso do método proposto por Tavares (2006).

A ACVe é caracterizada como uma análise abrangente de impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de uma edificação, que prioriza o levantamento de dados de consumo energético diretos e indiretos. Logo, o método visa dimensionar a **Energia Total** consumida ao longo do ciclo de vida familiar energético dos projetos avaliados, sendo que a abordagem adotada foi denominada **berço ao túmulo**.

Para obterem-se os valores da energia total, é necessário calcular os seguintes parâmetros:

- *Energia pré-operacional*: Segundo Tavares (2006), a energia pré-operacional pode ser obtida através da soma linear da energia embutida nos materiais de construção utilizados, energia despendida para o transporte destes, energia gasta com equipamentos na obra, energia para o transporte dos trabalhadores (obtida através de alimentos e sendo, portanto, cara), energia consumida com materiais desperdiçados e energia consumida para transportar este desperdício.

- *Energia operacional*: Para Tavares (2006), a energia operacional é constituída pela energia dispendida com a manutenção dos materiais de construção (reposição), a energia consumida por equipamentos e eletrodomésticos e a energia utilizada para cocção de alimentos.
- *Energia pós-operacional*: Tavares (2006) define que a energia pós-operacional é a soma das energias de demolição, remoção dos resíduos e do transporte deste material demolido.

3.5.2 Parâmetros adotados nesta pesquisa

Para a realização das ACVes, tanto do ARTEFATO quanto do PROJETO PARÂMETRO, foram utilizados os seguintes dados:

- *Energia Pré-Operacional*: composta pela energia embutida nos materiais, energia de transporte dos materiais, energia de desperdício, energia de transporte do desperdício.
- *Energia Operacional*: constituída de energia de manutenção (*reposição*) dos materiais, energia de equipamentos e eletrodomésticos e energia de cocção.
- *Energia Pós-Operacional*: é resultante da soma da energia de demolição e remoção dos resíduos e energia de transporte do material demolido.

Portanto, não foram consideradas na quantificação da energia pré-operacional a energia gasta com equipamentos de obra e nem com o transporte dos trabalhadores. Logo, pode-se dizer que trata de uma **análise de ciclo de vida parcial**.

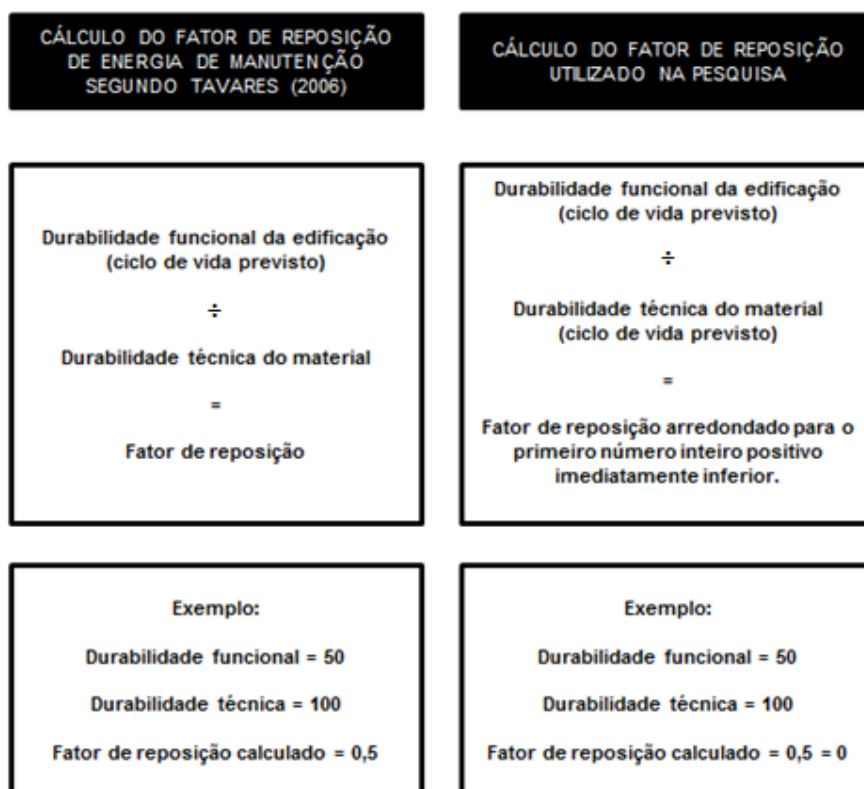
3.5.3 Alterações no método de cálculo

3.5.3.1 Alterações no cálculo do fator de reposição

Na determinação da energia operacional, o cálculo de energia de manutenção (*reposição*) foi realizado de maneira ligeiramente diferente do recomendado por Tavares (2006). Para dimensionar o valor deste parâmetro, o autor cita que pode ser utilizado um fator de reposição que é intrinsecamente ligado à durabilidade técnica dos materiais utilizados e à durabilidade funcional da edificação.

3.5.3.2 Alteração dos valores fracionados

Figura 11 Alteração nos valores fracionados



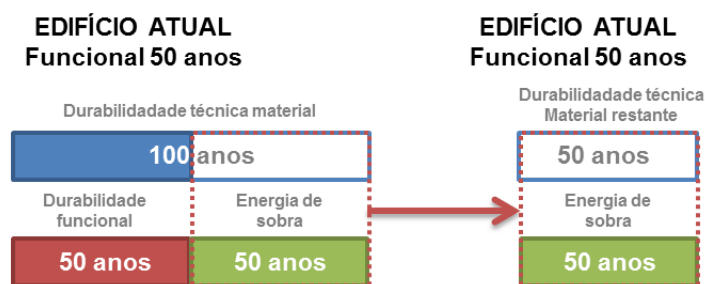
Fonte: O autor (2016).

Um material com durabilidade técnica de 25 anos, segundo o método, terá um fator de reposição de índice 2 ao longo do ciclo de vida funcional de

uma edificação programada para 50 anos ($50/25 = 2$). Ou seja, haverá a necessidade da utilização de 2 vezes mais a quantidade inicial estimada do material.

No entanto, essa mesma lógica de raciocínio permite que sejam obtidos números fracionados como fator de reposição, como no caso de materiais que possuem durabilidade técnica estimada em 100 anos e devem servir a uma edificação com ciclo de vida funcional de apenas 50. Desta maneira, obtém-se um valor do fator de reposição equivalente a 0,5 ($50/100 = 0,5$).

Figura 12 Energia Residual



Fonte: O autor (2016).

Considerando que a energia inicial, neste mesmo exemplo do material com durabilidade de 100 anos, já foi gasta, só haveria a necessidade de repô-lo em uma situação real ao fim do período de 100 anos. Isso significa que, durante o ciclo de vida funcional de 50 anos, não haverá, na prática, a reposição do material, fazendo com que a energia de manutenção tenha índice 0 (zero).

Além disso, haverá uma “sobra de energia”, que será assim denominada ao longo da pesquisa. Essa sobra de energia significa que o material do exemplo anterior utilizou o equivalente a apenas 50 anos de sua energia embutida ao fim de um ciclo funcional de 50 anos. O material poderia, portanto, ser utilizado por 50 anos adicionais em outra edificação caso apresentasse condições técnicas de ser removido, transportado e reutilizado, sem que houvesse a necessidade de computar-se sua energia embutida inicial

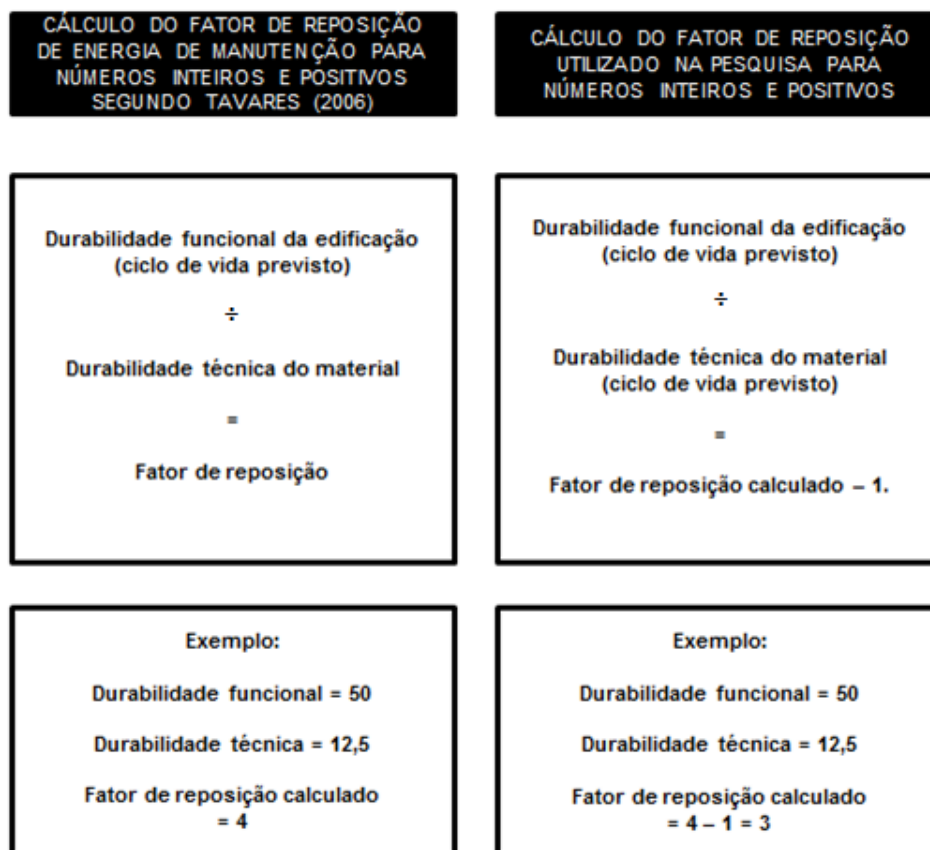
novamente, posto que esta já foi computada anteriormente na edificação à qual ele pertencia.

A noção de sobra de energia é importante, pois, quando adotamos estratégias de adaptabilidade, é possível, reutilizar efetivamente elementos em outras edificações; amortizando desta maneira a energia embutida inicial dos materiais. Quanto maior for a durabilidade técnica do elemento reutilizado e menor o ciclo de vida funcional de uma edificação, maior será a possibilidade que exista a sobra de energia.

3.4.3.3 Alteração dos valores inteiros

Outro aspecto relevante relativo à energia de manutenção (*reposição*) modificado neste estudo, em relação ao método proposto por Tavares (2006), foi a adoção do fator de reposição subtraindo-se o índice menos um (-1,0) nas hipóteses em que este for igual a um valor inteiro e positivo.

Figura 13 Alteração proposta - Energia residual



Fonte: O Autor (2016).

adotados nesta pesquisa são somente valores inteiros, o menor valor de fator de reposição possível é 0 (zero), a ser aplicado em situações nas quais a durabilidade técnica supera o ciclo de vida funcional.

3.5.3.3 Energia operacional de equipamentos e energia de cocção

Não foram realizadas simulações de desempenho térmico nesta etapa da pesquisa.

4. DESENVOLVIMENTO

PROBLEMA		PRESSUPOSTOS	CAPÍTULO 1
causas	<ul style="list-style-type: none"> Produção de habitações de interesse social em massa – repetição; Inadequação às famílias; cada vez mais diferentes entre si; Inadequação ao longo do tempo – ciclo de vida familiar; 	<ul style="list-style-type: none"> Habitações de Interesse Social mais facilmente adaptáveis têm durabilidade funcional mais longa, diminuindo-se o impacto ambiental (DURMISEVIC, 2006) – energia consumida o longo do seu ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis são mais adequadas às diferentes necessidades familiares e às diferentes necessidades ao longo do ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis geram moradias de maior qualidade técnica, funcional e estética. 	problematização <ul style="list-style-type: none"> Problematização; Definição do objetivo; Pressupostos; Justificativas; Seleção da estratégia de pesquisa; Mapa da Pesquisa Planejamento da Pesquisa
consequências	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldades de realização de adaptações; Adaptações de baixa qualidade técnica, funcional e estética; Desperdício de materiais; Potencial de reuso, reaproveitamento ou reciclagem perdido; Aumento significativo no consumo energético ao longo do ciclo de vida. 		
PROBLEMA DE PESQUISA Como a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto de uma habitação de interesse social implicam na quantidade energia consumida ao longo de seu ciclo de vida?		ESTRATÉGIA <ul style="list-style-type: none"> Design Science Research Como a habitação adaptável poderia ser? Como é seu desempenho em relação a uma HIS convencional? 	CAPÍTULO 2 <ul style="list-style-type: none"> Habitação de Interesse Social Perfil dos moradores Ciclo social dos moradores Principais ambientes Recomendações
OBJETIVO Verificar as implicações sob o ponto de vista da análise do ciclo de vida energético da presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto de habitação de interesse social em relação a uma unidade de habitação não adaptável.			Revisão bibliográfica <ul style="list-style-type: none"> Adaptabilidade Estratégias de adaptabilidade Adaptabilidade e Ciclo de vida energético Durabilidade funcional x durabilidade técnica HIS adaptáveis Recomendações para o projeto de HIS adaptáveis
ITENS A SEREM PESQUISADOS			
HIS ADAPTÁVEL	HIS CONVENCIONAL	CICLO DE VIDA	Métricas
<ul style="list-style-type: none"> Como projetar uma HIS adaptável? Estratégias para o projeto adaptável? 	<ul style="list-style-type: none"> Qual a realidade da HIS brasileira? Perfil dos moradores Adaptações feitas e principais problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ciclo de vida familiar. Adaptações ao longo do ciclo de vida. 	
OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	
Desenvolvimento de uma HIS adaptável: ARTEFATO	Identificação de um projeto convencional de parâmetro: PROJETO PARÂMETRO	Simulação das adaptações realizadas ao longo do ciclo de vida familiar.	CAPÍTULO 3 <ul style="list-style-type: none"> Diretrizes para o desenvolvimento dos projetos Diretrizes para as adaptações nos projetos ao longo do ciclo de vida familiar Como fazer a análise da adaptabilidade nos projetos Como fazer a análise do ciclo de vida energético
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
Nova HIS, mais adaptável.	HIS convencional com técnicas e materiais tradicionais.		
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		Desenvolvimento
Desenvolvimento de nova HIS	Seleção de HIS convencional		
PROJETO PARÂMETRO			
Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida familiar em ambos projetos			CAPÍTULO 4 <ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma HIS adaptável Identificação de uma HIS convencional Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida
AVALIAÇÃO			
Análise da presença das estratégias de adaptabilidade	Análise do ciclo de vida energético (TAVARES, 2006).		
VALIDAÇÃO DO ARTEFATO			
Validação do ARTEFATO (ou invalidação)	Validação do objetivo de pesquisa		
	Comunicação dos resultados		
			Resultados <ul style="list-style-type: none"> Conclusões sobre o objetivo Conclusões sobre o método Recomendações para novas pesquisas

4.1 HIS adaptável – ARTEFATO

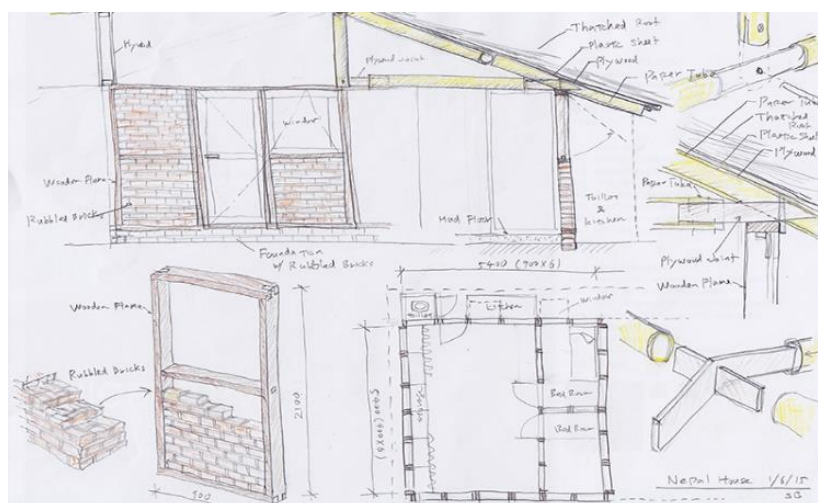
4.1.1 Referências de projetos de his adaptáveis

4.1.1.1 Habitações emergenciais no Nepal - Shigeru Ban

Uma das principais recomendações feitas por Larcher (2005), Brandão (2011) e Palermo (2009) para o projeto de habitações sociais adaptáveis consiste no uso de materiais e técnicas construtivas locais, evitando-se o estabelecimento de conexões químicas – como ocorre em argamassas e no concreto armado - entre materiais com diferentes durabilidades técnicas.

Neste projeto para habitações populares destinadas a beneficiar vítimas de terremotos no Nepal, o arquiteto japonês Shigeru Ban (2015) se vale de técnicas e materiais locais - como a madeira e a alvenaria de tijolos – para propor um sistema de vedação no qual quadros de madeira ajudam a estruturar e separar as paredes de alvenaria. Com esta técnica, facilita-se o processo construtivo na medida em que os quadros ajudam a dar estabilidade e prumo à alvenaria - facilitando ao mesmo tempo a promoção de adaptações, na medida em que se permite ao morador demolir apenas um quadro na hipótese da abertura de uma nova porta ou janela.

Figura 16 Croqui de casa emergencial no Nepal - Shigeru Ban

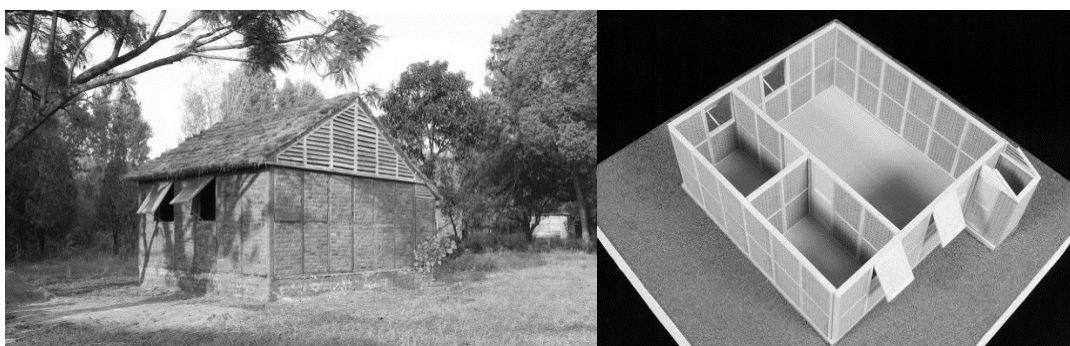


Fonte: Shigeru Ban (2015)

Este método evita que outras partes da alvenaria também sejam danificadas no processo de demolição, circunstância que demandaria reparos e substituição de tais materiais, aumentando o custo e a quantidade de energia consumida pela casa. (BAN, 2015)

A principal crítica em relação a esta estratégia é feita por conta da utilização de materiais de estrutura que normalmente possuem durabilidade técnica menor em relação ao material utilizado como vedação. Isso significa que a madeira, se não tratada para resistir por mais tempo, deverá ser substituída e sofrer manutenção precoce em relação às peças cerâmicas da alvenaria. Este processo pode danificar os próprios elementos cerâmicos em função da hierarquia entre a camada estrutura e a camada vedação.

Figura 17 Casa emergencial no Nepal e seu funcionamento - Shigeru Ban



Fonte: Shigeru Ban (2015)

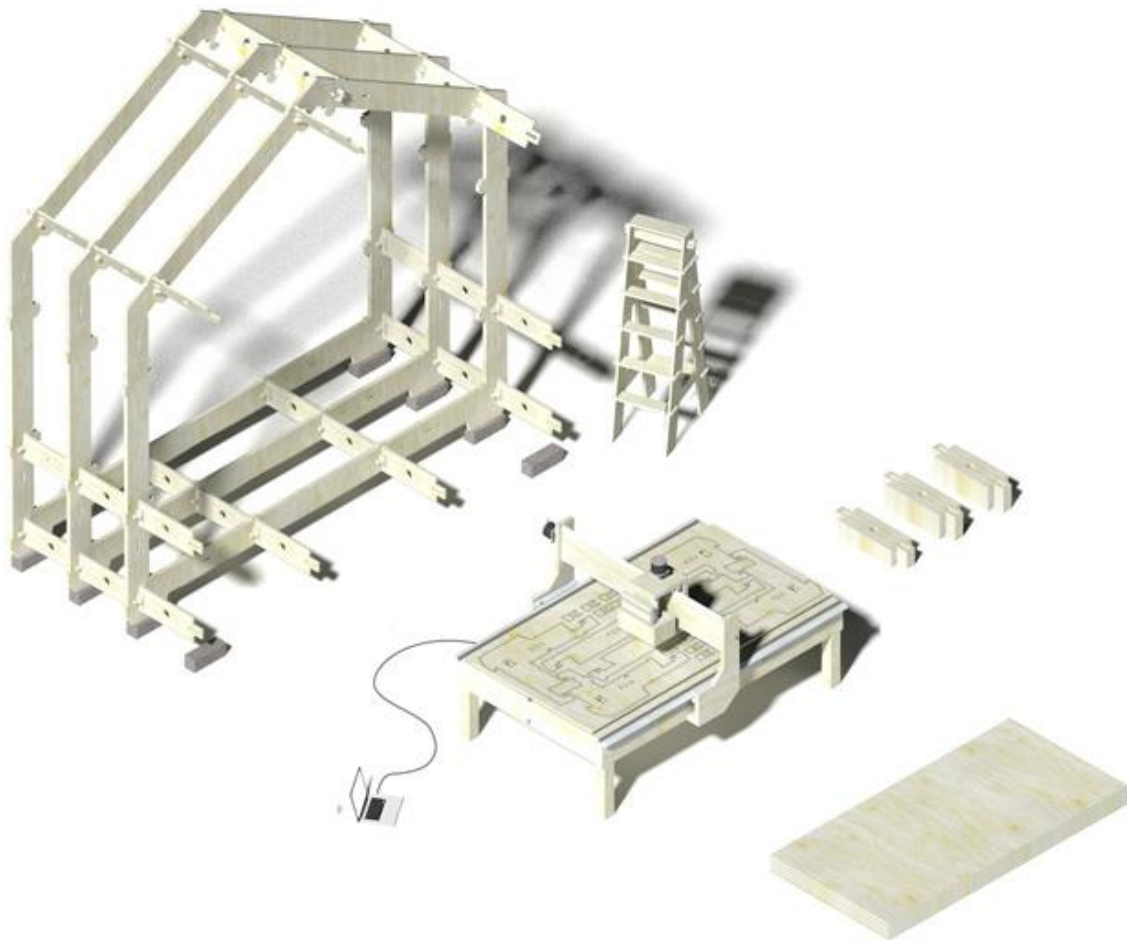
4.1.1.2 A habitação open source – WikiHouse

Uma interessante estratégia de adaptabilidade citada por Larcher (2005) e Brandão (2011) consiste em facilitar a construção e manutenção das unidades habitacionais através do uso de materiais disponíveis localmente e de técnicas de fácil execução. Ademais, a facilidade de encaixar, desencaixar e transportar os elementos construtivos auxilia na promoção das estratégias de adaptabilidade (SCHMIDT, 2010).

Deste modo, a WikiHouse apresenta um conceito “*Open Source*” interessante. Através do projeto de elementos desenvolvidos a partir de chapas de compensado e conexões feitas somente através do uso de encaixes, a

WikiHouse permite que seu usuário faça o download dos desenhos dos elementos e recorte-os com o auxílio de uma máquina de CNC, em qualquer localidade em que ela esteja disponível. (WIKIHOUSE, 2015)

Figura 18 Wikihouse e sistema construtivo



Fonte: Wikihouse (2015)

Valendo-se deste método construtivo, o morador poderia fazer o download do desenho de todos os elementos necessários para a construção de sua casa, cortando as peças de compensado em âmbito local e montando ele mesmo a unidade habitacional (WIKIHOUSE, 2015).

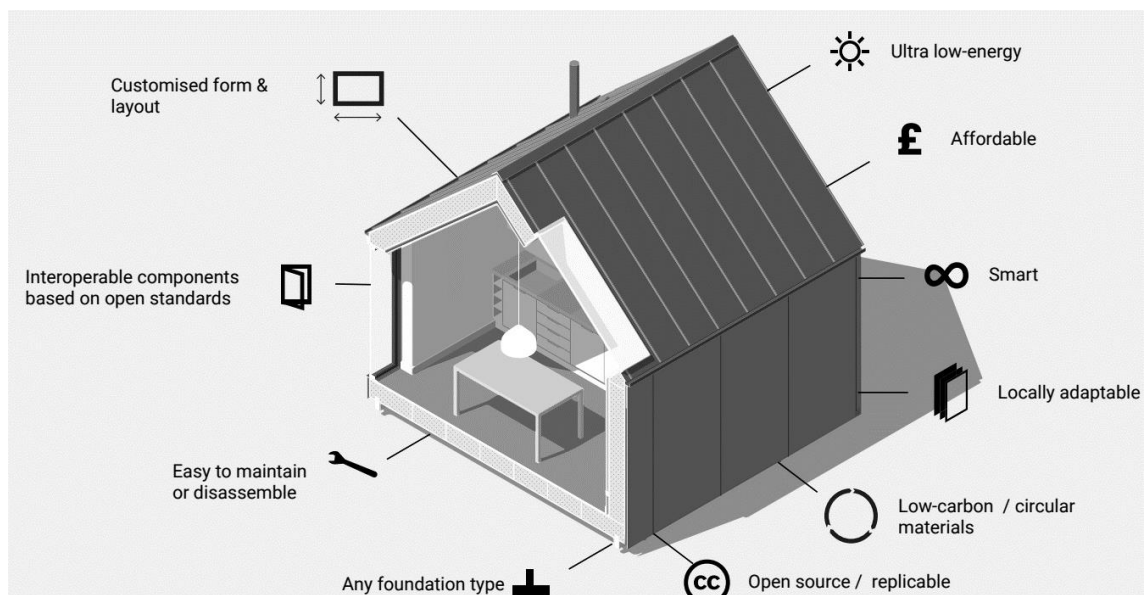
A crítica feita eventualmente ao sistema é de que nem todas as comunidades possuem acesso às chapas de compensado e às máquinas de corte CNC. Faz-se assim necessário o esforço de algum órgão oficial, de modo a facilitar e promover o acesso do cidadão a tais itens.

Apesar das limitações, esta técnica pode ser explorada e utilizada como fonte de inspiração para o projeto e desenvolvimento de um novo artefato levando-se em conta as limitações existentes no contexto brasileiro e a disponibilidade local dos materiais.

4.1.1.3 Habitações feitas em placas de EPS – Pop Up House

A Pop Up House é um sistema construtivo capaz de gerar unidades habitacionais e pequenas unidades corporativas e comerciais, edificadas com o uso de blocos maciços de EPS.

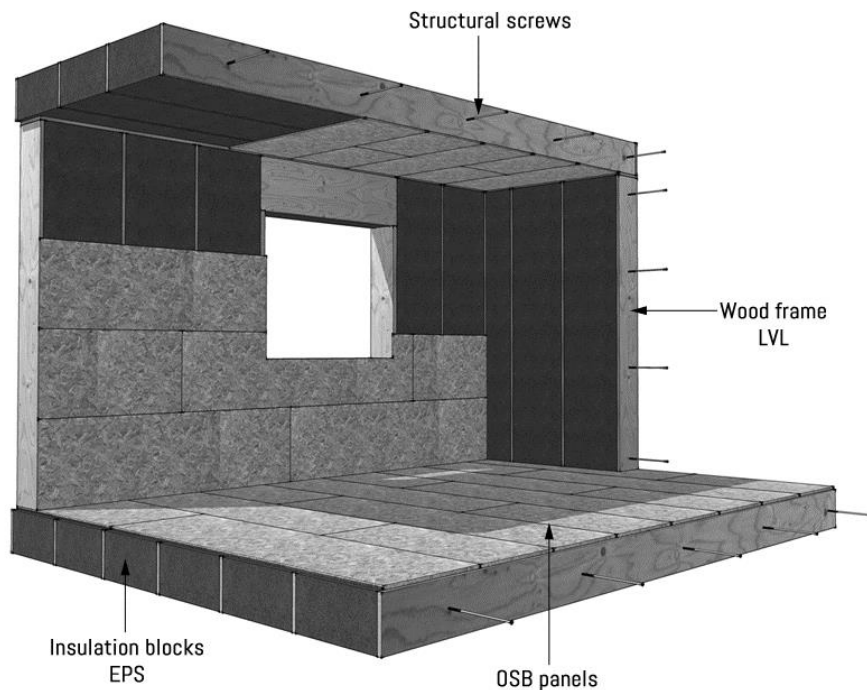
Figura 19 PopUp House



Fonte: PopUp House (2015)

São estruturados por um quadro de madeira, de modo semelhante às casas de emergência de Shigeru Ban. Os elementos de vedação são coordenados modularmente, permitindo a construção de diversas variedades de edificações (POP UP HOUSE, 2016).

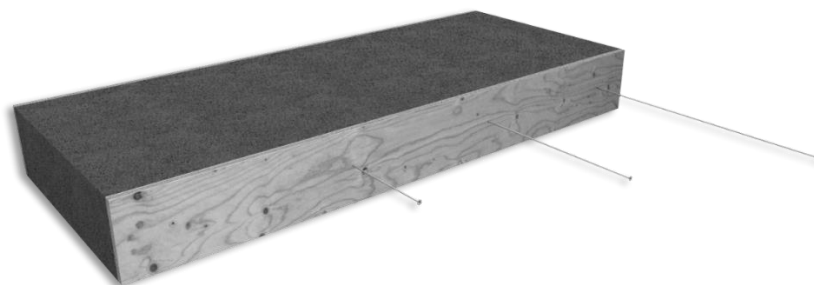
Figura 20 Sistema Construtivo da PopUp house



Fonte: PopUp House (2015)

Em razão de suas características modulares, construção em placas, extrema leveza do material e simplicidade construtiva, o sistema contempla diversas estratégias de adaptabilidade. Segundo seus criadores, a maior parte dos elementos de vedação vertical também pode ser utilizada como vedação horizontal, sem necessidade da instalação de estruturas auxiliares nos vãos tradicionalmente encontrados em habitações. (POP UP HOUSE, 2016)

Figura 21 Chapa de EPS da PopUp House



Fonte: PopUp House (2015)

O sistema Pop House é uma referência bastante interessante no que tange a concepção de um ARTEFATO tipificado como uma HIS adaptável. A separação das camadas, modularidade, leveza das peças, fácil dissociação entre os elementos e praticidade, podem servir como referencial técnico e inspiração para a elaboração de soluções adequadas ao contexto econômico e cultural brasileiro.

No entanto, ressalva-se que o sistema apresenta alguns problemas inerentes à adaptabilidade e consumo de energia ao longo do ciclo de vida. O EPS é um material de durabilidade técnica longa, porém bastante frágil e sensível ao ambiente. Notadamente, sob as condições climáticas brasileiras. Isso gera a necessidade de manutenção e eventuais substituições mais frequentes. Deve adotar-se cautela adicional no seu manuseio por estar inserido dentro de um quadro de compensado, havendo a possibilidade de danificá-lo, com a conseqüente necessidade de substituição do próprio quadro.

Outro possível problema do uso do EPS no Brasil é sua disponibilidade no mercado, incerta em áreas mais afastadas dos grandes centros. Deve-se considerar ainda seu custo elevado e possíveis resistências culturais por parte dos moradores.

Figura 22 Detalhe da seção da PopUp House



Fonte: PopUp House (2015)

O sistema Pop House exige a aplicação de algum tipo de acabamento, tanto interna, quanto externamente, com a finalidade de proteger as sensíveis placas de EPS do tempo e de impactos mecânicos, além de preservar a integridade de cabos, tubulações e outros tipos de instalações. (POP HOUSE, 2016)

4.1.1.4 Alejandro Aravena e a Incremental Housing

De modo similar à WikiHouse, a “*Incremental Housing*”, proposta por Alejandro Aravena, adota igualmente estratégias de arquitetura Open Source, onde o próprio morador possui o poder de configurar sua habitação da maneira que melhor se adeque às suas necessidades espaciais. A maior diferença entre os sistemas reside no fato de que Aravena, ao entender o contexto de escassez de recursos financeiros e materiais, permite que as adaptações sejam feitas conforme as condições econômicas, materiais e técnicas que os moradores possuem em sua localidade, sem depender de um tipo específico de material ou de uma máquina para fabricação das peças.

Aravena entende que cabe ao governo, através de programas habitacionais, e às entidades sociais financiarem a infraestrutura básica de uma casa, incluindo seus elementos estruturais, áreas molhadas e instalações. Deste modo, o projeto em estágio inicial da Incremental Housing é, na realidade, meia casa, conforme mencionado pelo próprio arquiteto. (ELEMENTAL, 2003)

Figura 23 Incremental Housing não-adaptada



Fonte: PopUp House (2015)

O fato de somente a parte básica e elementar de uma habitação ser edificada faz com que ocorra uma redução considerável de seu custo inicial. Para ter-se uma noção de valor, em 2003 estimava-se que a construção desta meia-unidade custava em torno de U\$ 7.500,00 dólares (ELEMENTAL, 2003).

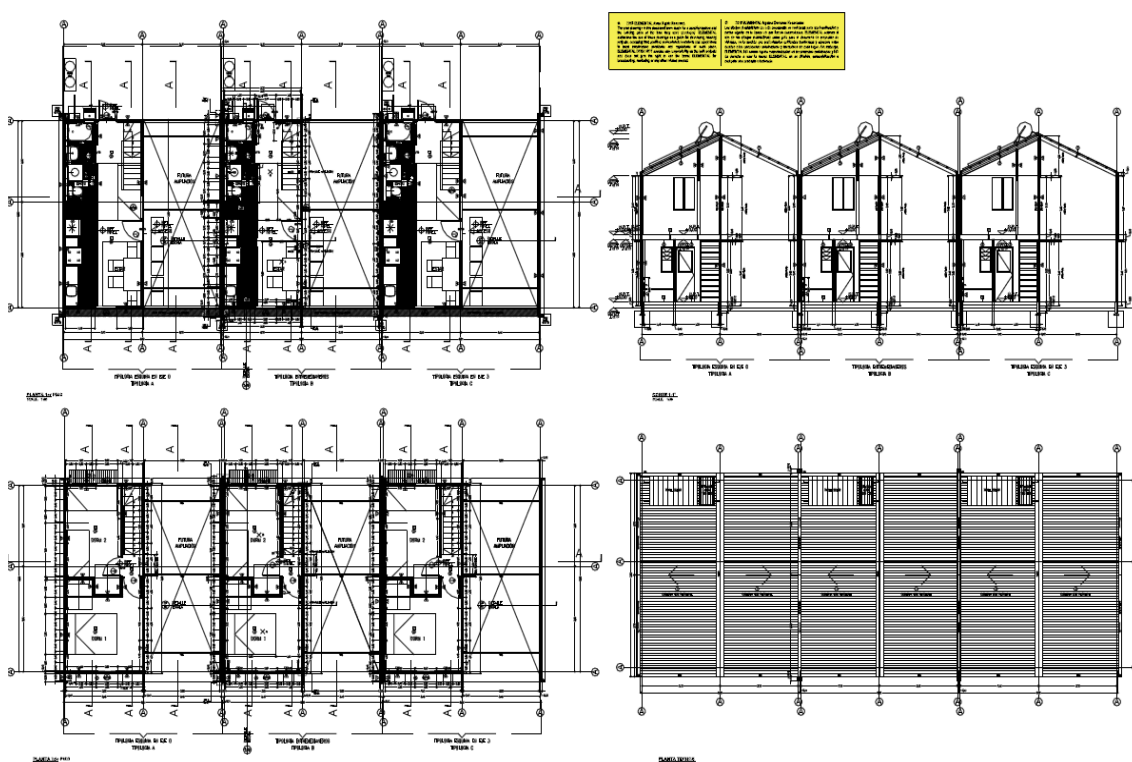
Figura 24 Incremental Housing Adaptada



Fonte: PopUp House (2015)

O sistema adotado no Incremental Housing é tecnicamente adequado para servir de referencial ao desenvolvimento de um projeto de HIS adaptável no contexto brasileiro, uma vez que tem sido adotado em larga escala no Chile, país que possui condições econômicas similares ao Brasil. Além disso, permite elevado grau de customização pelo usuário, apresenta diversas características que evidenciam a implementação de estratégias de adaptabilidade e vale-se da utilização de mão-de-obra, técnicas e materiais disponíveis no próprio local, quer seja para a construção da unidade inicial, quanto para futuras expansões. Enfatizando-se também a facilidade da realização de ampliações.

Figura 25 Projeto executivo da Incremental housing



Fonte: ELEMENTAL (2015)

Constata-se um elevado potencial de transportar as soluções utilizadas neste sistema para o contexto brasileiro, prática que é inclusive incentivada pelo próprio escritório de Aravena. Desde 2015, foram disponibilizados quatro projetos completos de habitações concebidas sob as premissas técnicas do sistema Incremental Housing, abrindo-se mão de direitos autorais e do sigilo de projeto.

Pode-se concluir que o sistema Incremental Housing mostra-se uma excelente referência de HIS adaptável para a realidade brasileira, considerando-se as soluções técnicas e os bons resultados deste sistema construtivo, aliado à facilidade de adequação ao contexto nacional.

4.1.2 ARTEFATO E DEFINIÇÕES TÉCNICAS

Figura 26 Perspectiva da nova HIS - ARTEFATO

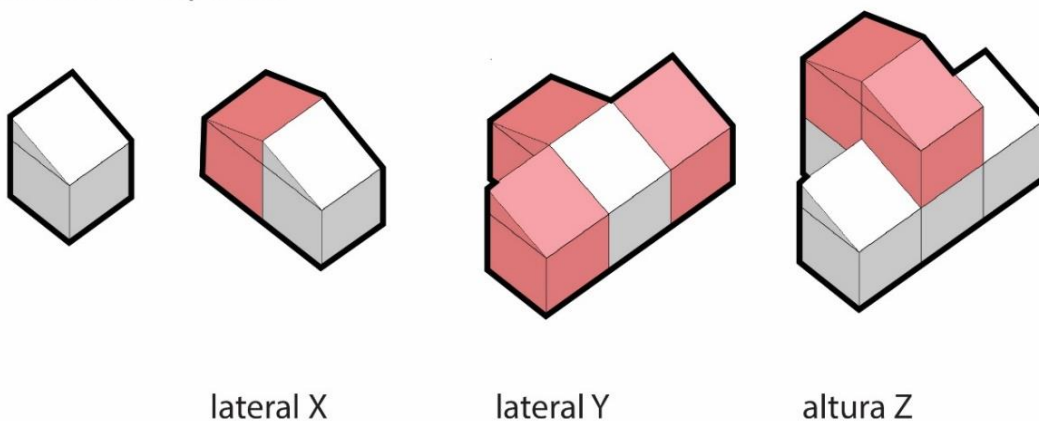


Fonte: O autor (2016)

4.1.2.1 Tipologia

Figura 27 Sentido da expansão do ARTEFATO

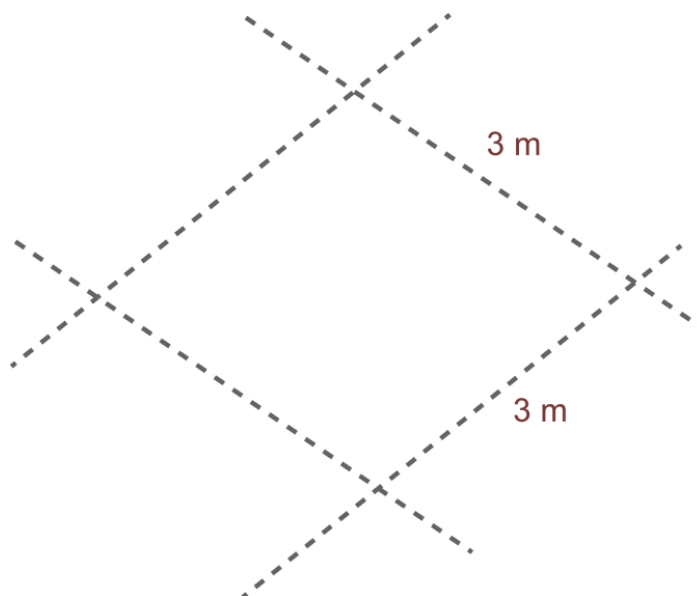
sentido da expansão



Fonte: O autor (2016)

O projeto do ARTEFATO deveria ser concebido de maneira a propiciar a construção de residências térreas unifamiliares a fim de possibilitar sua comparação com o PROJETO PARÂMETRO - além de permitir a construção de tipos habitacionais mais adensados e verticalizados, a exemplo de sobrados.

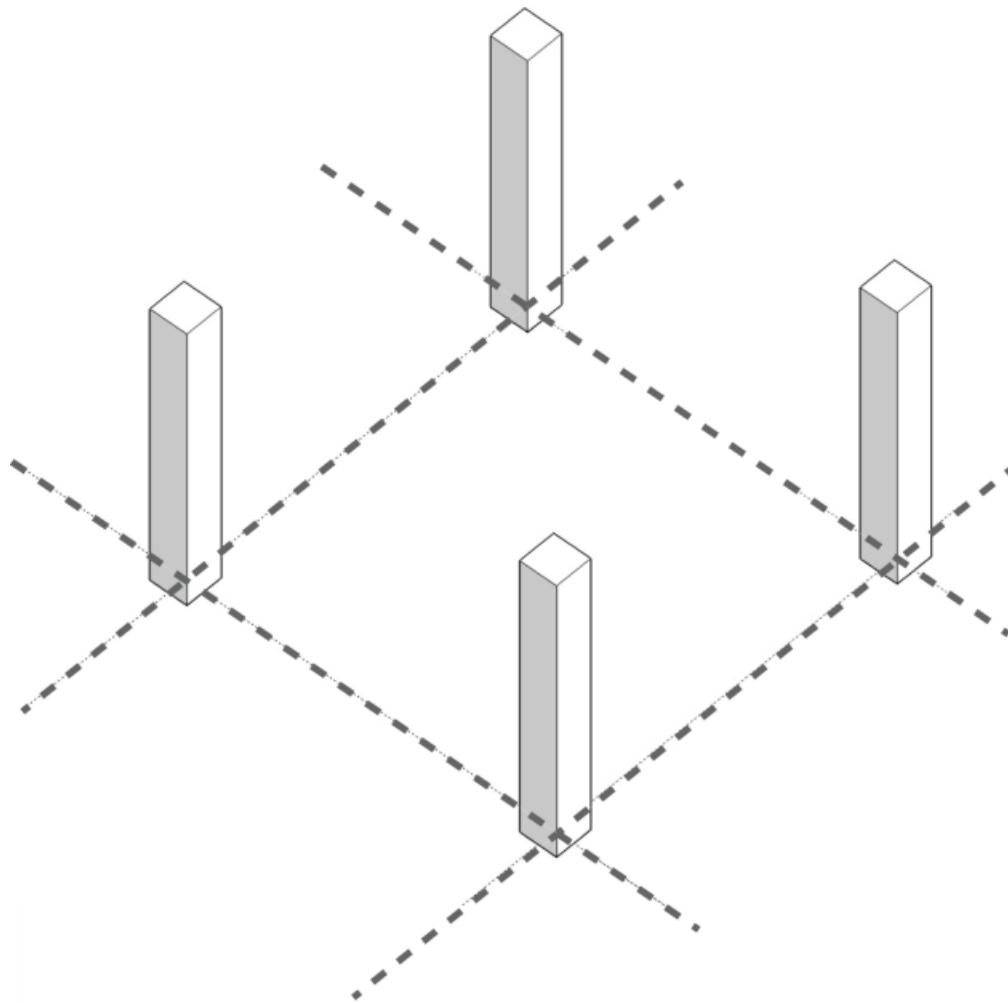
Figura 28 Modulação inicial próxima à 3 metros para acomodar diferentes ambientes de uma HIS



Fonte: O autor (2016)

Para assegurar que tais critérios fossem contemplados, o ARTEFATO deveria ser projetado em conformidade com um determinado sistema que permitisse a construção de ambos os tipos de unidades definidas.

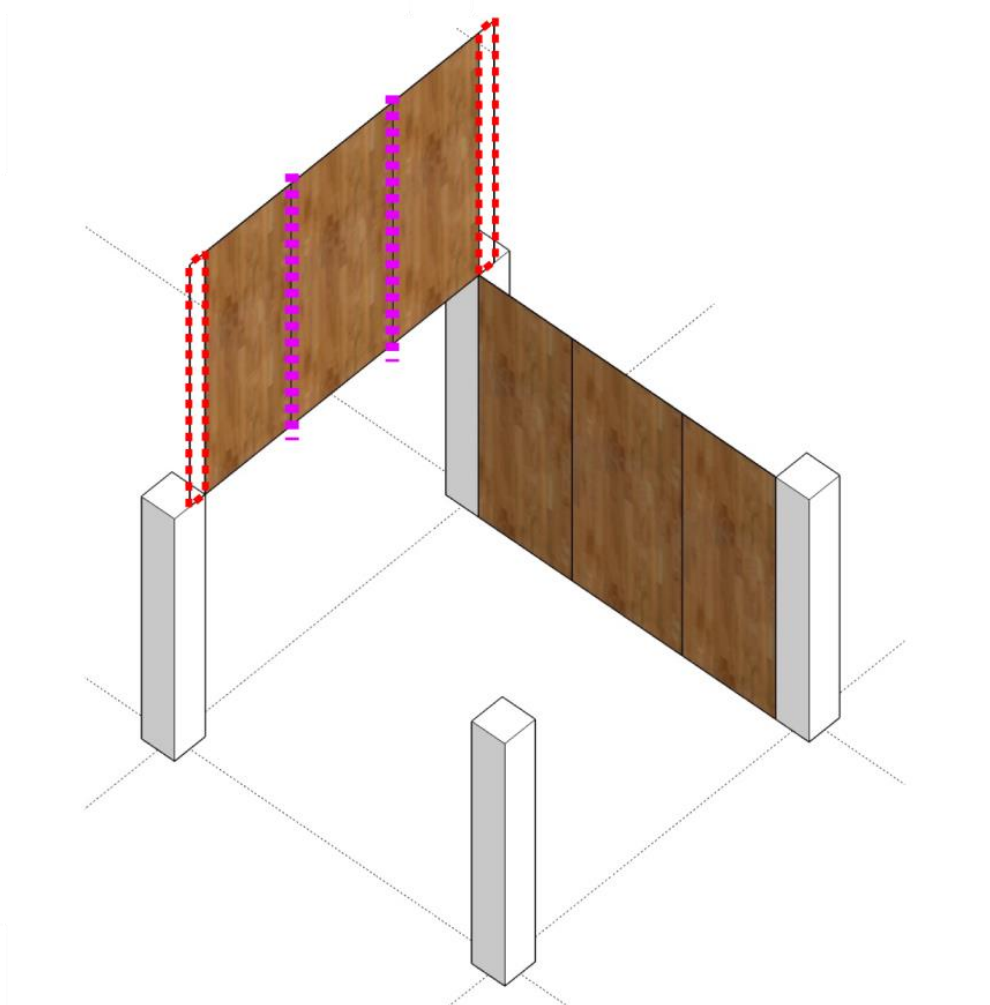
Figura 29 Elementos estruturais juntos da malha estrutural



Fonte: O autor (2016)

Optou-se assim, por utilizar uma malha modular que permite a construção e expansão horizontal da edificação - requerimento típico de uma casa térrea - assegurando-se, todavia, a possibilidade da construção e expansão vertical, característica típica de um sobrado.

Figura 30 A modulação pode gerar necessidade de cortes e ajustes nas peças de vedação



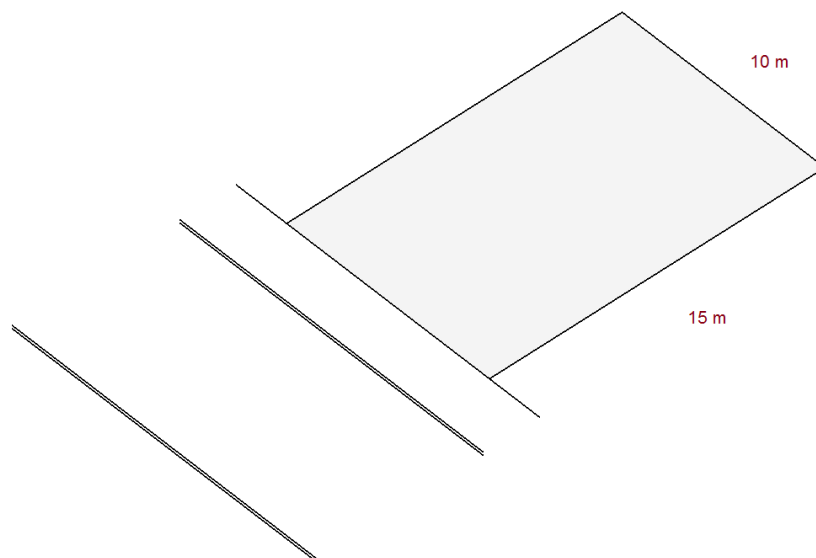
Fonte: O autor (2016)

4.1.2.2 Terreno

O terreno selecionado para a locação do ARTEFATO e simulação de suas expansões é idêntico ao recomendado para PROJETO PARÂMETRO selecionado. Trata-se de um terreno retangular com área de 150 m² e dimensões de 10 metros de testada por 15 metros de comprimento.

Conforme descrito no método utilizado, a adoção de áreas idênticas de terreno reduz o número de variáveis capazes de influenciar nos resultados de impacto ambiental e adaptabilidade, bem como no desempenho do ARTEFATO, comparativamente ao PROJETO PARÂMETRO.

Figura 31 Terreno para o projeto do ARTEFATO - e do PROJETO PARÂMETRO



Fonte: O autor (2016)

4.1.2.3 Área inicial

Ao contrário do PROJETO PARÂMETRO, que possui dois dormitórios desde o seu princípio, o ARTEFATO não precisaria necessariamente seguir estas regras. Conforme definido no método, a unidade familiar inicial ocupante da casa seria composta de apenas um casal². Ou seja, eventualmente, poderia ser representado por somente uma pessoa.

Desta maneira, conforme entendimento discricionário do projetista, a unidade inicial poderia ser projetada tanto com um ou com dois dormitórios. A opção técnica adotada é a proposição de uma unidade que contenha inicialmente apenas um dormitório.

Mesmo ciente de que os critérios definidos no método para a simulação das expansões exigirão a construção de novos dormitórios conforme a evolução dos estágios do ciclo de vida familiar, a decisão por iniciar-se o projeto com o mínimo imprescindível buscou evidenciar aspectos positivos e negativos da inclusão de estratégias de adaptabilidade no projeto.

² Casal aqui pode ser definido como mãe ou pai solteiro.

Partiu-se da premissa de que, definida a utilização de estratégias de adaptabilidade, seria mais fácil realizar expansões na habitação ARTEFATO conforme a real necessidade dos usuários, em comparação ao PROJETO PARÂMETRO.

Quadro 14 Áreas iniciais do ARTEFATO e do PROJETO PARÂMETRO

ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO
Área inicial 34,53 m ²	Área inicial 42 m ²

Fonte: O autor (2016)

4.1.2.4 Materiais e técnicas construtivas

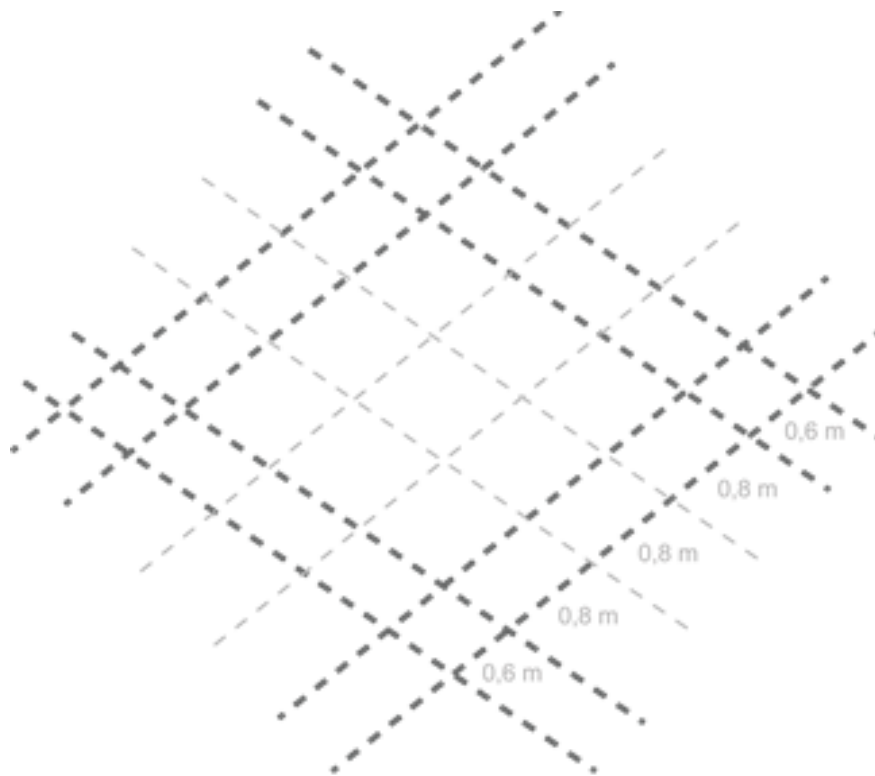
O ponto primordial a ser observado em comparação ao PROJETO PARÂMETRO é a necessidade de separar adequadamente os sistemas que compõem o ARTEFATO, segundo as camadas definidas por Brand (1994).

A título de ilustração, ao invés de utilizar sistemas estruturais que unem vedação com estrutura, recomenda-se segregar estes da vedação - prática que, isoladamente, já possibilita existência de várias das estratégias de adaptabilidade listadas na revisão bibliográfica.

A mesma lógica deverá ser aplicada para todas as camadas, criando-se uma delimitação entre elementos do terreno (*site*), elementos estruturais (*structure*), elementos de vedação (*skin*), instalações (*services*) e elementos conformadores dos espaços internos (*space*).

Nesse aspecto, o estabelecimento de uma malha também auxiliará no desenvolvimento do projeto, visto que ela acabaria por definir pontos no espaço destinados à estrutura, à vedação, às instalações e às divisões dos espaços internos.

Figura 32 Malha de modulação com dimensões variadas acomoda elementos de estrutura e mobiliário incorporado, liberando espaço para os ambientes



Fonte: O autor (2016)

Os materiais utilizados devem ser, sempre que possível, leves, de fácil montagem e desmontagem, e renováveis. Assegurando-se desta forma, a inclusão das características de longa durabilidade técnica.

Utilizar materiais com durabilidade técnica mais extensa é conveniente em muitas situações, dado que estes serão úteis por um período de tempo superior ao ciclo de vida funcional de uma edificação. Tal característica possibilita eventual desmontagem e reutilização de seus elementos em outras edificações, ou ampliações do próprio projeto, sem que ocorra danos aos mesmos.

Assim, sempre que incluir-se no projeto do ARTEFATO elementos que sabidamente não permitem sua fácil reutilização ao fim do ciclo de vida funcional, deve-se dar preferência ao uso de materiais cujo ciclo de vida técnica seja similar ao ciclo de vida funcional.

Tabela 3 Materiais, durabilidade e fator de reposição

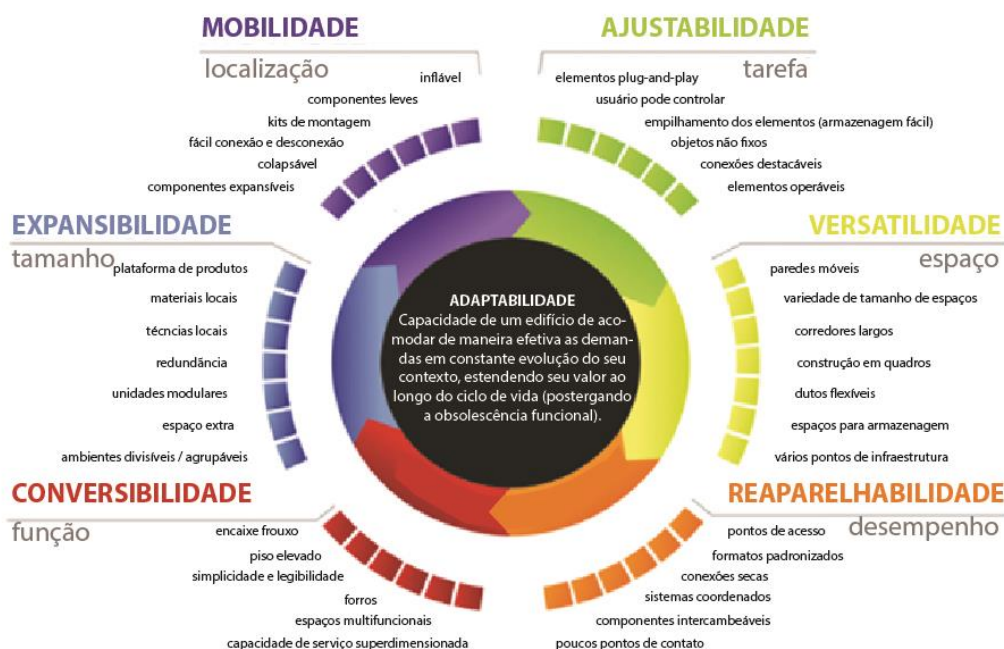
Materiais	Anos	Fator
Estrutura de aço para coberturas	100	1,00
Estacas de madeira, laje de concreto.	73	1,00
Painéis, isolamentos, argamassas.	69	1,00
Placas de piso e pavimentação	68	1,00
Reboco de exteriores	60	1,00
Placas de fibrocimento ¹	50	1,00
Parquet de madeira e tacos	50	1,00
Esquadrias, portas e janelas	46	1,09
Painéis de madeira	45	1,11
Tubos de PVC ¹	45	1,11
Tubos de Cobre	42	1,18
Telhas de fibrocimento ¹	40	1,25
Telhas metálicas em aço	38	1,30
Fiação, interruptores e tomadas	38	1,31
Telhas de concreto	34	1,46
Luminárias	30	1,67
Instalações de cozinha	30	1,67
Conexões para instalações sanitárias	30	1,67
Piso cerâmico	30	1,68
Suportes de toalhas e papel higiênico	25	2,00
Calhas e tubos de queda em PVC	23	2,14
Fornos e chapas elétricas	20	2,46
Mobília	19	2,63
Pisos vinílicos	18	2,73
Carpete sintético	17	2,89
Freezer e Refrigeradores	15	3,26
Forno de microondas	15	3,29
Tubulação em ferro galvanizado	15	2,78
Carpete de tecido	15	3,44
Máquina de lavar roupas	13	3,75
Aquecedor de água	13	3,75
Pinturas de interiores	12	4,17
Pintura de telhado	11	4,76
Papel de parede	10	5,00
Pinturas de exteriores	8	6,52
Cortinas	8	6,60
Lâmpadas fluorescentes ¹	5	10,00
Lâmpadas incandescentes ¹	2	25,00

Fonte: Tavares (2006)

4.1.2.5 Estratégias de adaptabilidade

Sempre que for possível, todas as estratégias de adaptabilidade deveriam estar presentes em todas as camadas do projeto do ARTEFATO. Com estas medidas técnicas, pressupõe-se que a unidade habitacional resultante seja mais adaptável, resultando em menor consumo energético ao longo do ciclo de vida.

Figura 33 Estratégias de adaptabilidade



Fonte: Loughborough University (2009)

4.1.3 Artefato e o projeto

Ao contrário do PROJETO PARÂMETRO, na concepção ARTEFATO foram incorporadas características de adaptabilidade para aperfeiçoar a unidade habitacional desde seu estágio inicial, sendo sempre consideradas as especificidades definidas no método da família que a ocuparia. É notório que em poucos anos, e decorridos os primeiros estágios do ciclo de vida familiar,

haverá um incremento do número de habitantes - e conseqüentemente na área mínima edificada da unidade habitacional.

No entanto, para efeito de quantificação dos dados de energia embutida e dos indicadores de adaptabilidade, o projeto inicial do ARTEFATO foi dimensionado para ocupação única e exclusiva do casal. Esta medida permite a realização de simulações no projeto ainda no período pré-operacional do ciclo familiar.

4.1.3.1 Projeto inicial do ARTEFATO

O projeto inicial do ARTEFATO contempla dimensões e ambientes para alojar um casal, cuja renda referenciada no método é de dois salários mínimos mensais. O projeto apresenta uma clara distinção entre as camadas definidas por Brand (1994). Além disso, os elementos estruturais, notadamente os pilares, foram concebidos para serem construídos mediante o uso de técnicas tradicionais - em concreto e alvenaria de tijolos cerâmicos. Os elementos de vedação horizontais e verticais foram projetados em madeira, material este com durabilidade técnica mais aproximada da durabilidade funcional de uma habitação – ver Figura 34. Ademais, os elementos de vedação verticais foram concebidos como se fossem peças de mobiliário: de fácil montagem e desmontagem, de fácil mobilidade e permitindo eventualmente o preenchimento de seus espaços internos com materiais isolantes, como lã de rocha ou camadas de ar.

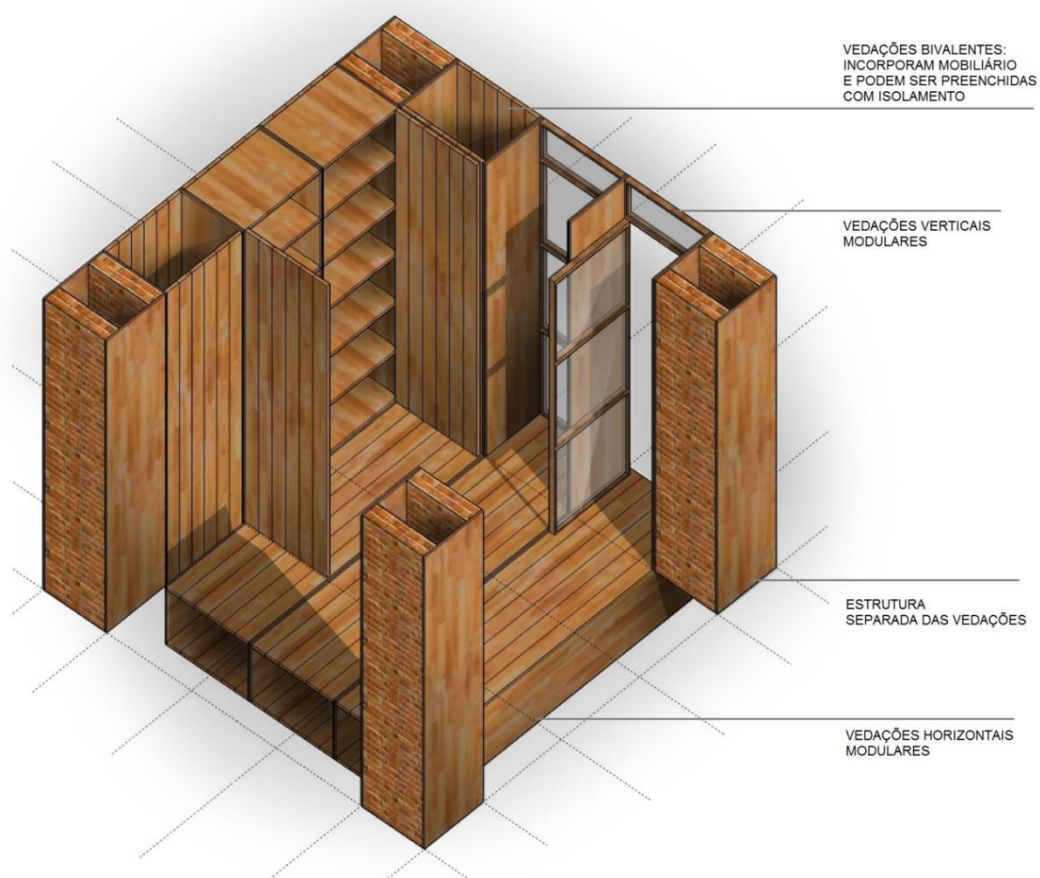
No Quadro 17 a seguir é demonstrado o quantitativo de materiais utilizados para a construção do ARTEFATO no estágio Pré-Operacional, ou seja, antes que os habitantes começassem a utilizar e realizar adaptações e modificações nas unidades. Este quantitativo é importante, pois a Análise de Ciclo de Vida Energético seria realizada a partir dos dados expostos no mesmo.

Quadro 15 Quantitativo Pré-Operacional do ARTEFATO

ARTEFATO	Pré-Operacional
Materiais	
Bloco Cerâmico	1603,93
Cimento Portland	12063,49
Cal Hidratada	120,34
Areia Lavada	455,80
Madeira	8073,25
Parafusos	36,67
Pedra Britada	1311,55
Aço CA-50	7,49
Lã de rocha	43,01
Dobradiças Aço Galv.	4,50
Fechadura Completa	15,60
Vidro Comum	67,20
Telha Fibrocimento	212,26
Calha Aço Inox	9,40
Piso Cerâmico	322,56
Argamassa PreFab.	65,36
Rejunte	3,96
Pintura Acrílica	3,35
Louça Branca	40,00
Granito	8,48
Plástico	1,64
Aço Inox	1,80
Polietileno	20,00
Lâmapada Fluor.	1,25
Luminária	2,50
	24495,39

Fonte: O Autor (2017).

Figura 34 Sistematização do ARTEFATO



Fonte: O autor (2016)

A área total inicial dimensionada para a unidade habitacional foi de 34,53 m² - sendo constituída de banheiro, área de serviços, cozinha e sala integradas e um quarto.

O projeto foi inserido no ponto mediano do terreno (como pode ser observado na figura do item Estágio 1 – casal sem bebê, logo abaixo), dividindo-o em duas frações semelhantes. Permitiu-se assim que as adaptações e ampliações sejam projetadas e executadas tanto para frente quanto para os fundos do terreno. As áreas com equipamentos hidráulicos e espaços servidores foram alocadas em uma das laterais, as áreas sociais foram localizadas na porção central da edificação e o dormitório projetado na

lateral oposta. As paredes externas apresentam características multifuncionais, permitindo a agregação de depósitos, suportes de armários e *shafts*, além de espaços técnicos para a eventual instalação de isolamento térmico para a unidade.

Todos os ambientes recebem iluminação natural e apresentam ventilação cruzada, características que são, teoricamente, adequadas condições de conforto ambiental.

4.2 HIS convencional – PROJETO PARÂMETRO

4.2.1 PROJETO PARÂMETRO e definições técnicas

Uma das premissas do método Design Science Research é propor artefatos que apresentem soluções técnicas plenas ou parciais para problemas reais e consignados como relevantes.

Portanto, para que possam ser extraídas e exaradas conclusões com valor científico, é necessária a utilização de um método reconhecido pela comunidade científica. Esse método – descrito no capítulo 3 - deve servir tanto para avaliar qualitativamente e quantitativamente o ARTEFATO proposto, como também a situação atual existente, materializada nesta pesquisa pelo PROJETO PADRÃO. Visa-se obter dados através de uma análise comparativa que permita fundamentar conclusões a respeito da eficácia ou não da solução proposta.

Nesta seara, o primeiro passo desta etapa de avaliação foi identificar e avaliar um projeto que refletisse com máxima fidelidade possível as HIS atualmente construídas no Brasil: a seleção do PROJETO PARÂMETRO.

4.2.1.1 Tipo

Para estabelecimento de um parâmetro de referência, optou-se por selecionar uma residência térrea. A opção por este tipo se deu em razão de

que uma grande parcela dos empreendimentos custeados pelo atual programa do Governo Federal, relativo à produção de Habitações de Interesse Social, tem edificado, majoritariamente, residências térreas - para atendimento das faixas mais pobres do programa. Este perfil habitacional foi constatado através dos dados levantamentos na revisão bibliográfica.

Além disso, a residência térrea fornece oportunidades de expansão da edificação aos seus moradores, adaptação esta mais difícil de ser realizada em apartamentos ou sobrados. Como a expansão foi a principal forma de adaptação identificada na revisão bibliográfica, pareceu mais lógico e racional optar-se por estabelecer um parâmetro referência que permita tal tipo de modificação. A partir deste marco referencial, realizar-se-ão as avaliações de adaptabilidade.

4.2.1.2 Projeto selecionado

O projeto selecionado de uma residência térrea voltada à HIS foi encontrado no site da CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, banco estatal responsável por gerenciar e aplicar os recursos financeiros disponibilizados ao programa Minha Casa Minha Vida (BRASIL, 2015).

O projeto referencial foi publicado em 28 de janeiro de 2015, no endereço eletrônico abaixo <http://www.caixa.gov.br/Downloads/banco-projetos-projetos-HIS/casa_42m2.pdf>.

Figura 35 PROJETO PARÂMETRO



Fonte: BRASIL (2007)

O modelo acima foi selecionado como PROJETO PARÂMETRO por possuir uma área construída próxima à área média das HIS direcionadas ao atendimento das faixas mais pobres da população, conforme foi levantado na Revisão Bibliográfica. Espera-se assim que ela seja capaz de representar adequadamente a maioria das HIS que tem sido construídas no país.

Além disso, o projeto foi desenvolvido por uma equipe técnica da CAIXA no estado do Espírito Santo (BRASIL, 2007), possuindo descrições detalhadas de dados quali-quantitativos, metodologia de construção, quantidade de materiais e dimensões. Tais informações são consideradas de grande utilidade para a realização da avaliação do Ciclo de Vida Energético.

Ademais, os projetistas ressaltam que a premissa da confecção deste projeto era produzir um objeto modular, que pudesse ser replicado e adaptado em outras regiões do país, independentemente de características de clima, temperatura e outros fatores ambientais. Tal pensamento reflete bem o método com o qual as HIS têm sido corriqueiramente construídas no Brasil.

Quadro 16 Quantitativo Pré-Operacional do PROJETO PARÂMETRO

PROJETO PARÂMETRO	Pré-Operacional
Cimento Portland	2570,13
Areia Lavada	7532,06
Bloco de concreto	17160,58
Pedra Britada	1723,87
Aço CA-50	108,95
Piso Cerâmico	228,90
Argamassa PreFab.	225,65
Rejunte	13,65
Cal Hidratada	86,81
Pintura Látex	20,34
Pintura Acrílica	12,24
Madeira	406,22
Parafusos	0,93
Laje Cerâmica	602,95
Dobradiças Aço Galv.	1,50
Fechadura Completa	6,50
Alumínio	7,54
Vidro Comum	28,79
PVC	102,48
Telhas Cerâmicas	3019,02
Louça Branca	110,00
Granito	8,48
Aço Inox	1,80
Polietileno	20,00
Lâmpada Fluor.	3,50
Luminária	3,50
Bloco Cerâmico	0,00
Telha Fibrocimento	0,00
	34006,37

Fonte: O autor (2016)

No quadro anterior é possível visualizar o quantitativo dos materiais utilizados para a construção da unidade de Habitação de Interesse Social da CAIXA na fase pré-operacional, ou seja, antes que qualquer morador passe a viver na mesma. Tal levantamento quantitativo é fundamental para a realização da Análise de Ciclo de Vida Energético.

4.2.1.3 Desenvolvimento do projeto ao longo do ciclo de vida familiar

Conforme descrito na metodologia, o projeto parâmetro teve suas adaptações simuladas levando-se em consideração um ciclo de vida de 50 anos. Os dados de Revisão Bibliográfica demonstram que ao longo desse intervalo de tempo, muitas modificações (*principalmente expansões*) são realizadas.

As expansões realizadas seguiram os critérios definidos e relacionados capítulo 3.

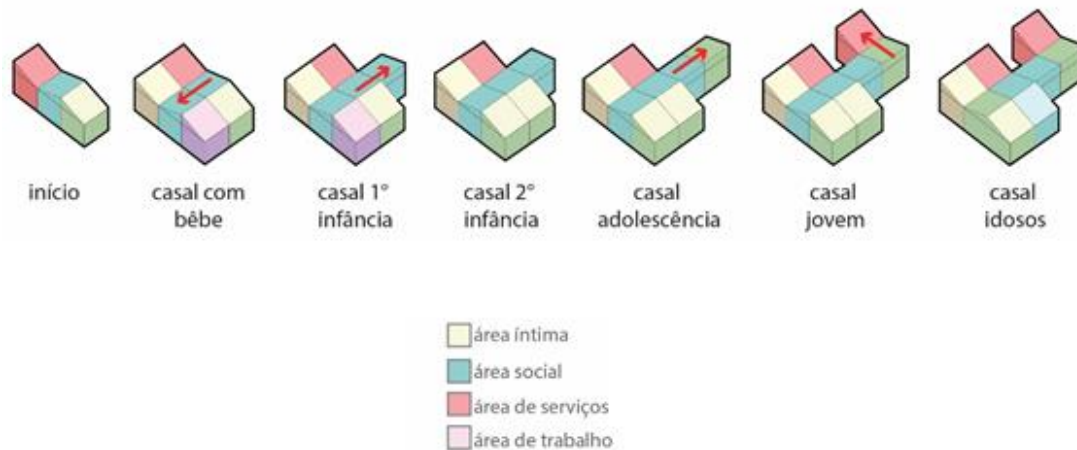
4.3 Projetos e adaptações ao ciclo de vida familiar

Para a simulação dos projetos e das adaptações feitas pela família ao longo do ciclo de vida foram utilizados os conhecimentos levantados na revisão bibliográfica e também os critérios definidos no capítulo 3. Trata-se da situação hipotética de um jovem casal de um homem e uma mulher, que ao longo da vida tem dois filhos e vive um ciclo de 50 anos na mesma habitação. Conforme variáveis como renda, crescimento da família e envelhecimento dos filhos e do próprio casal ocorre, as necessidades espaciais se alteram, refletindo em adaptações na unidade.

Deixa-se claro, portanto, que trata-se de um cenário imaginado pelo pesquisador e fundamentado por dados significativos de outras pesquisas, mas que por envolver variáveis interdependentes entre si, poderia ser totalmente diferente. Essa variação, no entanto, é comportada pela característica adaptável do ARTEFATO projetado, e caso o cenário hipotético fosse diferente, o mesmo seria aplicado tanto para o PROJETO PARÂMETRO, quanto para o ARTEFATO, permitindo de qualquer maneira a comparação entre o desempenho de ambos no que se refere a adaptabilidade e suas implicações no desempenho energético ao longo do ciclo de vida.

4.3.1 Artefato

Figura 36 Ciclo de vida familiar e suas adaptações

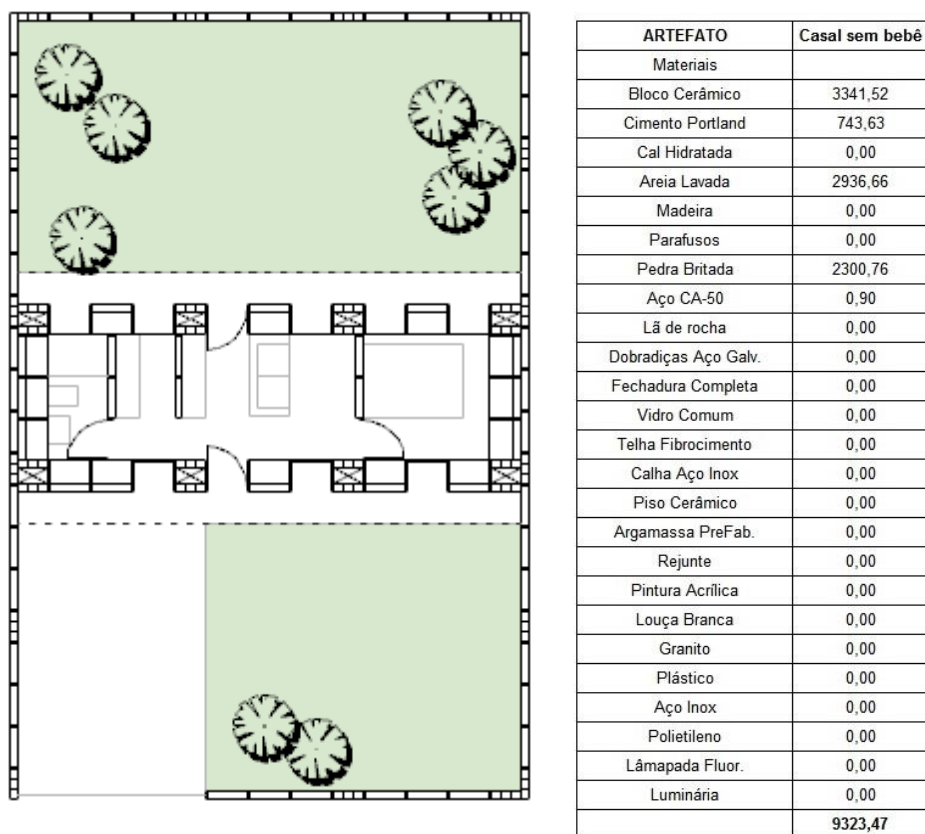


Fonte: O autor (2016)

4.3.1.1 Estágio 1 – Casal sem bebê

Neste estágio simulou-se uma unidade habitacional adequada para um casal, cuja renda familiar é de dois salários mínimos mensais. A área inicial total projetada foi de 34,53 m², sendo constituída de banheiro, área de serviços, sala de estar e cozinha integrada, além de um dormitório. As paredes externas atuam como suporte à instalação de área de armazenagem, diminuindo-se a necessidade de espaços adicionais com a mesma função para acondicionar mobiliários.

Figura 37 Planta e quantitativo do ARTEFATO - casal sem bebê



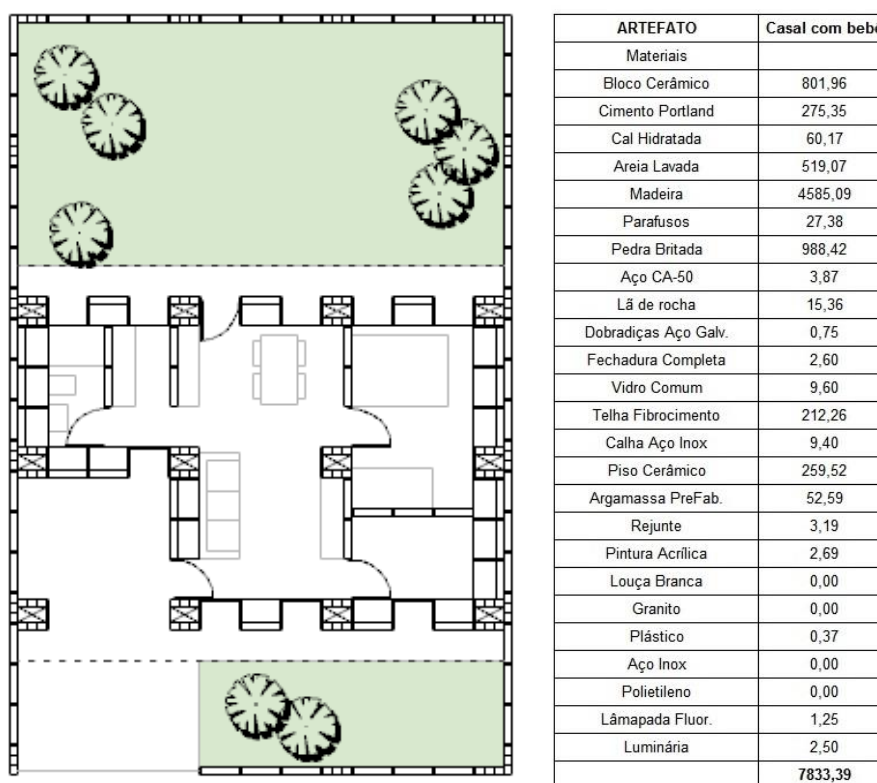
Fonte: O autor (2016)

Em termos de materiais, houve a necessidade da introdução daqueles responsáveis por conformarem os muros laterais.

4.3.1.2 Estágio 2 – Casal com bebê

Neste estágio, foi simulada uma unidade habitacional adequada para três habitantes, a saber, um casal com um bebê. O ciclo possui duração de quatro anos e a renda familiar estipulada é de dois salários mínimos mensais. Há uma maior necessidade de espaço em função da introdução de um berço no dormitório dos pais. Necessária ainda a edificação de uma área destinada à implantação de um pequeno comércio ou trabalho para um dos membros do casal. O espaço destinado à garagem também recebe cobertura.

Figura 38 Planta e quantitativo do ARTEFATO - casal com bebê



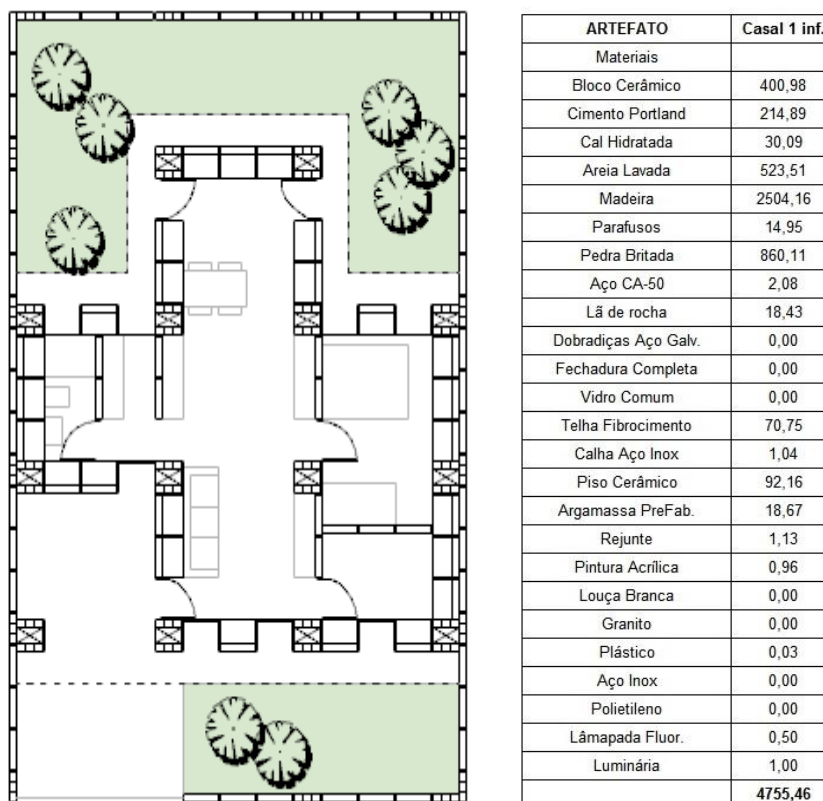
Fonte: O autor (2016)

Há um acréscimo de área edificada de 28,83 m² na unidade habitacional, resultando em área final de 63,36 m² neste estágio. Do ponto de vista de quantitativo de materiais, houve a necessidade da inserção de mais elementos, embora parte da vedação, estrutura e divisões internas puderam ser simplesmente movidas de lugar.

4.3.1.3 Estágio 3 – Casal com filhos em 1º infância

Neste estágio, com duração estabelecida em cinco anos, o número de habitantes continua sendo três pessoas, assim como a renda familiar continua sendo de dois salários mínimos mensais. Foi simulada uma ampliação da cozinha, com ocupação da parte posterior do terreno devido ao exíguo espaço disponível para uma mesa de jantar no ambiente. Parte dos elementos de vedação externos é reaproveitada, enquanto verifica-se a necessidade da introdução de alguns novos módulos. Também é necessária a construção de elementos estruturais adicionais e de um novo módulo de cobertura.

Figura 39 Planta e quantitativo do ARTEFATO - casal com filho em primeira infância



Fonte: O autor (2016)

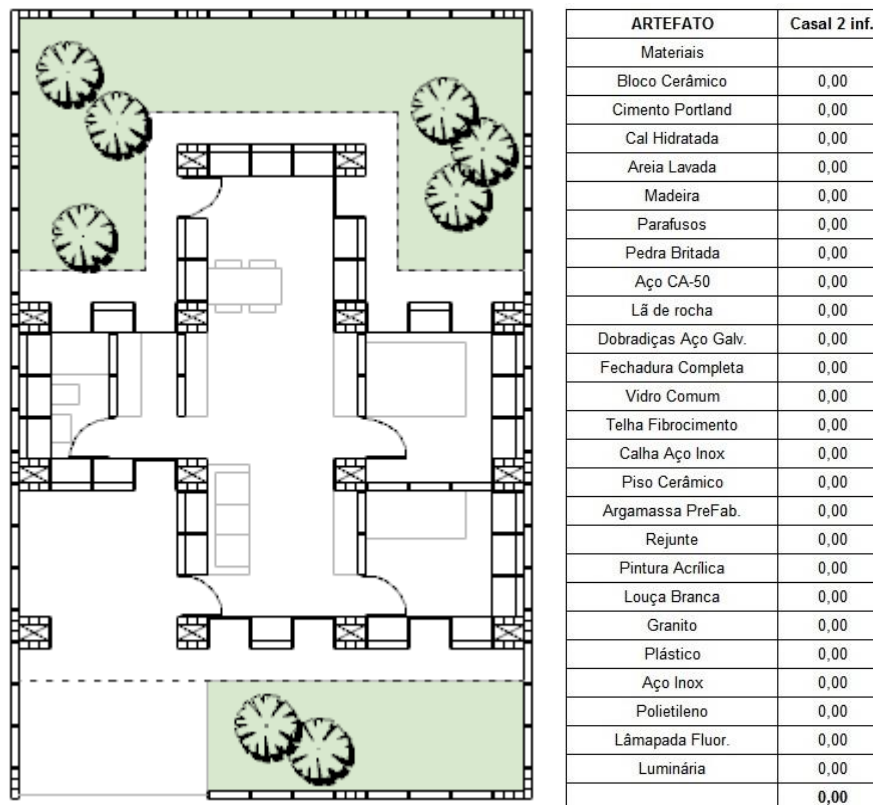
Como resultado, a unidade habitacional sofre um acréscimo de área de 10,8 m², passando a dispor de área total de 74,16 m². Do ponto de vista dos materiais, foi necessário adicionar alguns elementos estruturais e de vedação, embora parte daqueles já existentes no projeto puderam ter sido reutilizados apenas com sua relocação devido à existência das estratégias de adaptabilidade.

4.3.1.4 Estágio 4 – Casal com filhos em 2º infância

Neste estágio, com duração de cinco anos, foi simulada a circunstância descrita no método em que a família ganha um novo membro, passando a contar com quatro membros. Ocorre também um aumento na renda familiar, que passa a ser de três salários mínimos mensais. A pressão pela disponibilidade de uma área de comércio diminui ao passo que se faz

necessária a conversão ou a construção de um novo dormitório. Não é projetada nenhuma adaptação que resulte em incremento da área da edificação, de modo que esta continua com 74,16 m².

Figura 40 Planta do ARTEFATO - casal com filho em segunda infância



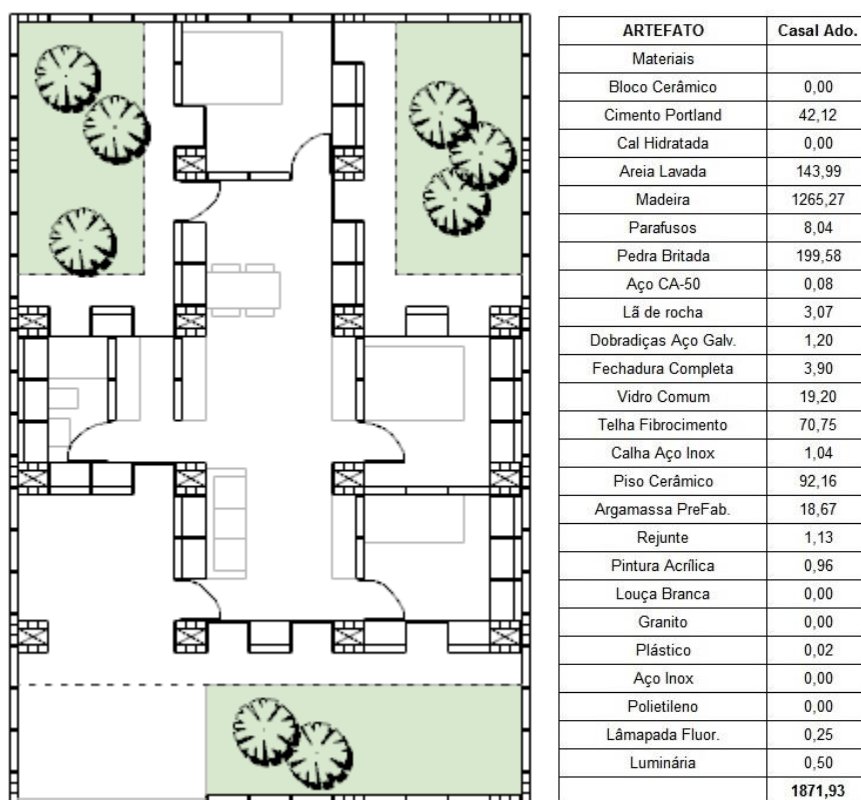
Fonte: O autor (2016)

4.3.1.5 Estágio 5 – Casal com filho na adolescência

Na medida em que ocorre o envelhecimento dos filhos, emerge a necessidade da construção de um novo dormitório. Este novo cômodo é edificado junto ao fundo do lote, representando um acréscimo de área de 8,64 m². Resulta-se, assim, em uma área final de 82,8 m² para a unidade habitacional.

Este estágio dura dez anos, sendo que a renda familiar se mantém em três salários mínimos mensais. Todos os ambientes do projeto contam com iluminação e ventilação natural, e as adaptações são realizadas de maneira a permitir o reaproveitamento de parte dos módulos de vedação verticais.

Figura 41 Planta do ARTEFATO - casal com filho adolescente



Fonte: O autor (2016)

4.3.1.6 Estágio 6 – Casal com um filho jovem

Neste estágio, com de 10 anos, emerge uma maior necessidade de propiciar-se privacidade ao casal em relação aos filhos, e vice-versa. Nesta perspectiva, é construído um novo banheiro junto ao quarto do casal. Esta expansão é feita na porção dos fundos do lote, de maneira a resguardar a manutenção de um pequeno pátio, destinado à ventilação e iluminação natural da nova área. A renda da família sobe para quatro salários mínimos mensais e a unidade habitacional sofre um acréscimo de área construída da ordem de 9 m², resultando em uma área final de 91,8 m².

Figura 42 Planta do ARTEFATO - casal com filho jovem



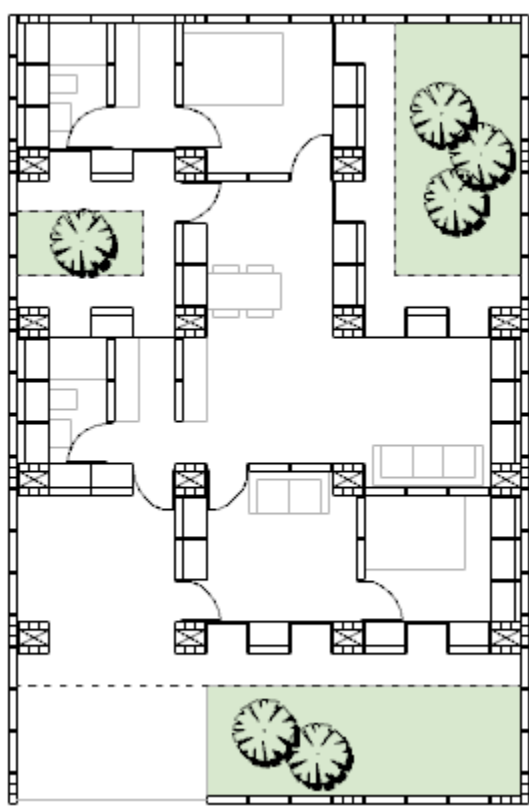
Fonte: O autor (2016)

4.3.1.7 Estágio 7 – Casal idoso

Este estágio possui duração de quinze anos segundo o método, e as intervenções de adaptações não implicam em aumento da área total da unidade. Contudo, evidencia-se necessária a maior independência do filho que ainda reside com o casal. Emerge a necessidade de maior privacidade do filho em relação aos pais e vice-versa.

Assim, implementando-se uma reconfiguração da área social e redefinindo-se os acessos, é possível equacionar um espaço razoavelmente adequado ao filho na porção frontal do terreno. Nesta reconfiguração de espaços proposta, a área social de estar e cozinha passam a servir como um espaço de transição em direção ao dormitório do casal, que fica localizado nos fundos da edificação.

Figura 43 Planta do ARTEFATO - casal idoso



ARTEFATO	Casal Idosos
Materiais	
Bloco Cerâmico	0,00
Cimento Portland	0,00
Cal Hidratada	0,00
Areia Lavada	0,00
Madeira	59,62
Parafusos	0,32
Pedra Britada	0,00
Aço CA-50	0,00
Lã de rocha	0,00
Dobradiças Aço Galv.	0,30
Fechadura Completa	1,30
Vidro Comum	0,00
Telha Fibrocimento	0,00
Calha Aço Inox	0,00
Piso Cerâmico	0,00
Argamassa PreFab.	0,00
Rejunte	0,00
Pintura Acrílica	0,00
Louça Branca	0,00
Granito	0,00
Plástico	0,02
Aço Inox	0,00
Polietileno	0,00
Lâmpada Fluor.	0,50
Luminária	1,00
	63,06

Fonte: O autor (2016)

Todos os ambientes da unidade habitacional são dotados de iluminação e ventilação natural, sendo que a área construída total de unidade continua sendo de 91,8 m².

4.3.2 Projeto parâmetro

O projeto inicial conta com uma área de 42 metros quadrados e cinco ambientes internos distintos: sala de estar, cozinha, banheiro e dois dormitórios. O tanque de lavar roupas encontra-se na parte externa da unidade, fato que sugere ali a existência de uma futura área de serviços.

Examinando o modelo construtivo que caracteriza o imóvel entregue, verifica-se que a habitação apresenta mais ambientes do que o necessário para apenas um casal, posto que conta com dois dormitórios. No entanto, esse superdimensionamento leva em conta a média de integrantes das famílias atendidas pelo PMCMV (BRASIL, 2015). Além disso, considerando que,

estatisticamente falando, o casal também terá filhos em dado momento do ciclo de vida familiar, esse superdimensionamento pode ser justificado.

A estrutura das paredes de vedação interna e externa da unidade é feita de blocos de concreto de alvenaria estrutural. As fundações e o travamento da unidade são igualmente feitos por blocos estruturais em formato de calha, os quais, quando concretados, passam a se comportar como vigas de concreto armado.

A área dos pisos possui revestimento cerâmico. Há laje de concreto nos ambientes do banheiro e da circulação, cuja função consiste em suportar o reservatório de água. Todos os demais espaços contam com forro de PVC separando o ambiente habitável em relação à estrutura do telhado.

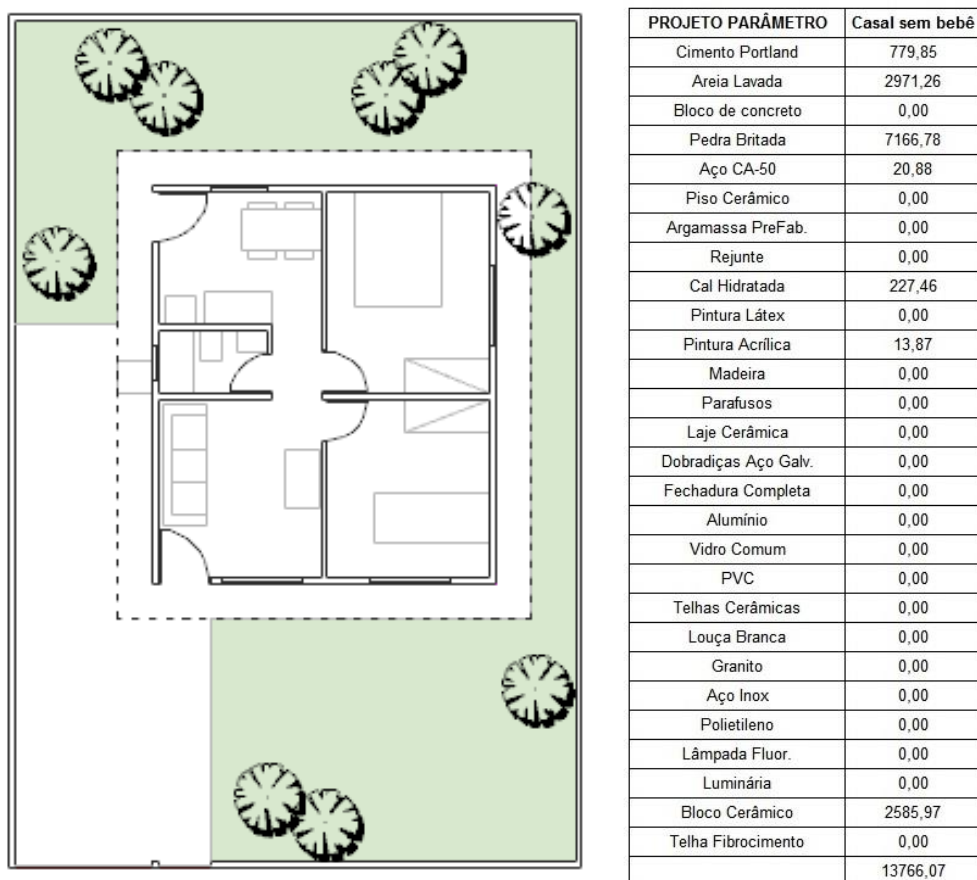
O telhado é revestido por peças cerâmicas, sendo estruturado em elementos de madeira que possuem um apoio central no sentido longitudinal ao comprimento da casa - evitando-se a utilização de tesouras ou estruturas mais complexas.

São utilizados três tipos diferentes de portas, assim como três tipos distintos de esquadrias.

4.3.2.1 Estágio 1 – Casal sem bebê

Com duração de um ano, o estágio do ciclo de vida CASAL SEM BEBÊ não requer muitas adaptações no que tange aos espaços internos da unidade - justamente por ela encontrar-se superdimensionada em relação à condição atual dos moradores, com apenas duas pessoas. A renda familiar da simulação foi fixada em dois salários mínimos mensais e a área da unidade habitacional continua sendo de 42 m².

Figura 44 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal sem bebê



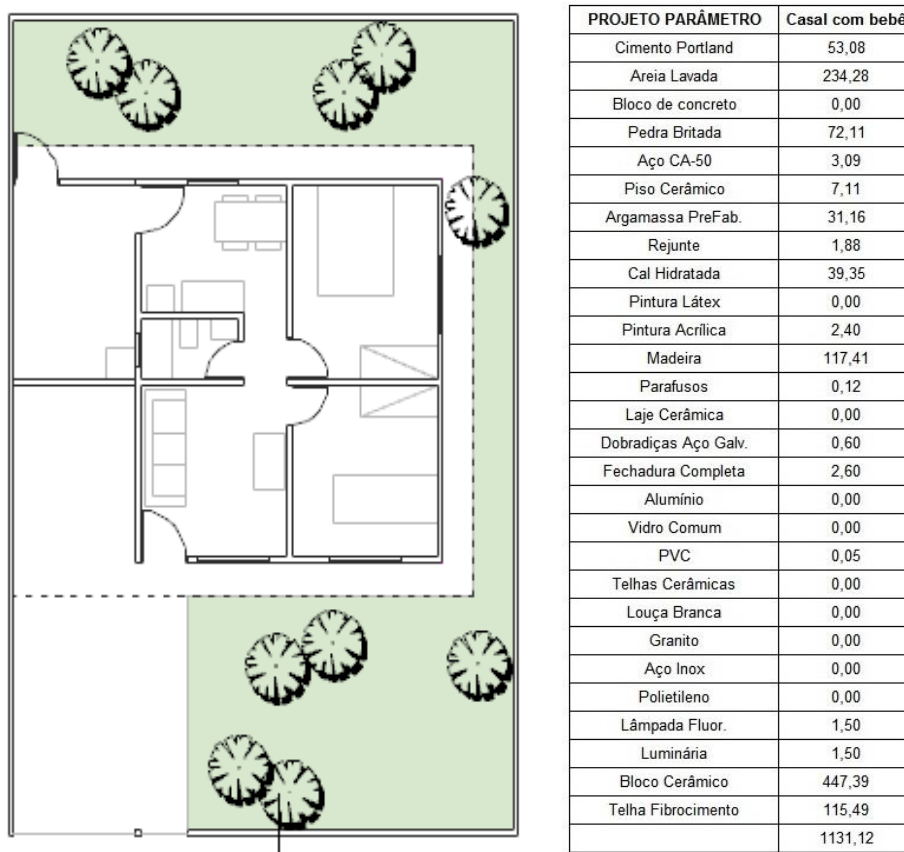
Fonte: O autor (2016)

Identifica-se, contudo, a necessidade da construção um muro junto aos limites do terreno, visto que as unidades são entregues sem delimitações físicas entre si. Na simulação realizada, o muro foi edificado em alvenaria de tijolos cerâmicos, técnica esta amplamente difundida.

4.3.2.2 Estágio 2 – Casal com bebê

Com duração de quatro anos, o estágio CASAL COM BEBÊ tem o número total de habitantes da residência elevado para três membros com a chegada do primeiro filho. A renda familiar continua estável em dois salários mínimos mensais e a área de edificação sofre um pequeno acréscimo de 16,3 m², passando a ter 58,3 metros quadrados.

Figura 45 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com bebê



Fonte: O autor (2016)

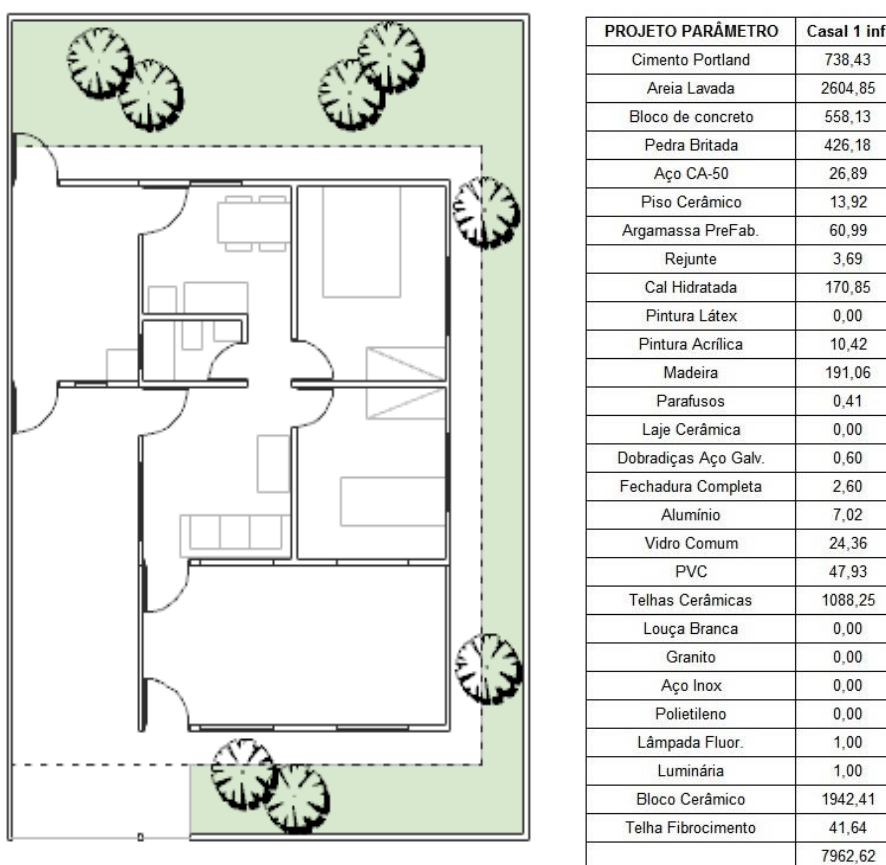
Do ponto de vista de adaptações, ocorre uma dificuldade com relação à acomodação do berço no quarto do casal para que o bebê possa pernoitar com os adultos. Além disso, a primeira adaptação em termos de ambiente interno é realizada com a cobertura das áreas de serviços e garagem.

As mencionadas ampliações são feitas com materiais disponíveis e mais acessíveis aos moradores, sem utilizar-se da consultoria de um profissional da área. A estrutura destas coberturas é construída em elementos de madeira, cobertas por telhas de fibrocimento. A vedação do espaço da área de serviços é feita através de paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos em razão do amplo domínio e disponibilidade de indivíduos para executarem a técnica.

4.3.2.3 Estágio 3 – Casal com filho em 1º infância

Possui duração de cinco anos, sendo que neste estágio do ciclo de vida familiar o número de habitantes continua em três pessoas e a renda familiar permanece estabilizada em dois salários mínimos mensais, havendo uma pressão crescente por parte da família para seu incremento. Por conta disso, é feita uma adaptação na parte frontal da unidade, de maneira a criar um espaço que permita abrigar um pequeno comércio e uma área de trabalho destinada ao menos um membro do casal. A área edificada adicional resultante da adaptação é de 25,75 m²; sendo que a área final da unidade habitacional passa a ser de 84,05 m².

Figura 46 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho primeira infância



Fonte: O autor (2016)

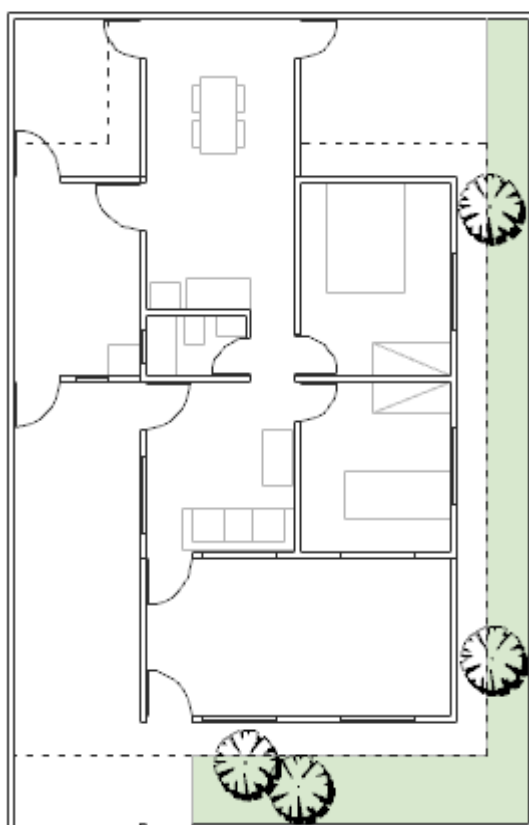
As ampliações realizadas contam com vedações em alvenaria de tijolos cerâmicos, telhado coberto com telhas cerâmicas e estruturado em elementos de madeira, e esquadrias de alumínio.

Começam a aparecer os primeiros problemas relativos à deficiência na ventilação e iluminação natural, dado que a sala tem todas suas aberturas voltadas para a garagem, que agora se encontra coberta.

4.3.2.4 Estágio 4 – Casal com filho 2º infância

Durando igualmente cinco anos, este estágio passa a contar com um morador adicional na residência a partir do nascimento do segundo filho do casal. Novamente, evidencia-se a ausência de espaço suficiente e adequado nos dormitórios. A renda familiar simulada aumenta para três salários mínimos mensais com a presumida melhoria de condições financeiras da família. É realizada a ampliação da habitação visando aumentar a cozinha, espaço no qual a família passa a maior parte de seu tempo quando está reunida. Esta adaptação representa um acréscimo de 8,87 m² à unidade habitacional, que passa a conter uma área total de 92,92 m².

Figura 47 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho segunda infância



PROJETO PARÂMETRO	Casal 2 inf.
Cimento Portland	654,94
Areia Lavada	2214,14
Bloco de concreto	275,50
Pedra Britada	245,01
Aço CA-50	14,75
Piso Cerâmico	6,86
Argamassa PreFab.	30,07
Rejunte	1,82
Cal Hidratada	98,57
Pintura Látex	0,00
Pintura Acrílica	6,01
Madeira	120,78
Parafusos	0,14
Laje Cerâmica	0,00
Dobradiças Aço Galv.	0,60
Fechadura Completa	2,60
Alumínio	1,57
Vidro Comum	7,43
PVC	24,69
Telhas Cerâmicas	435,96
Louça Branca	0,00
Granito	0,00
Aço Inox	0,00
Polietileno	0,00
Lâmpada Fluor.	0,50
Luminária	0,50
Bloco Cerâmico	1120,65
Telha Fibrocimento	0,00
	5263,10

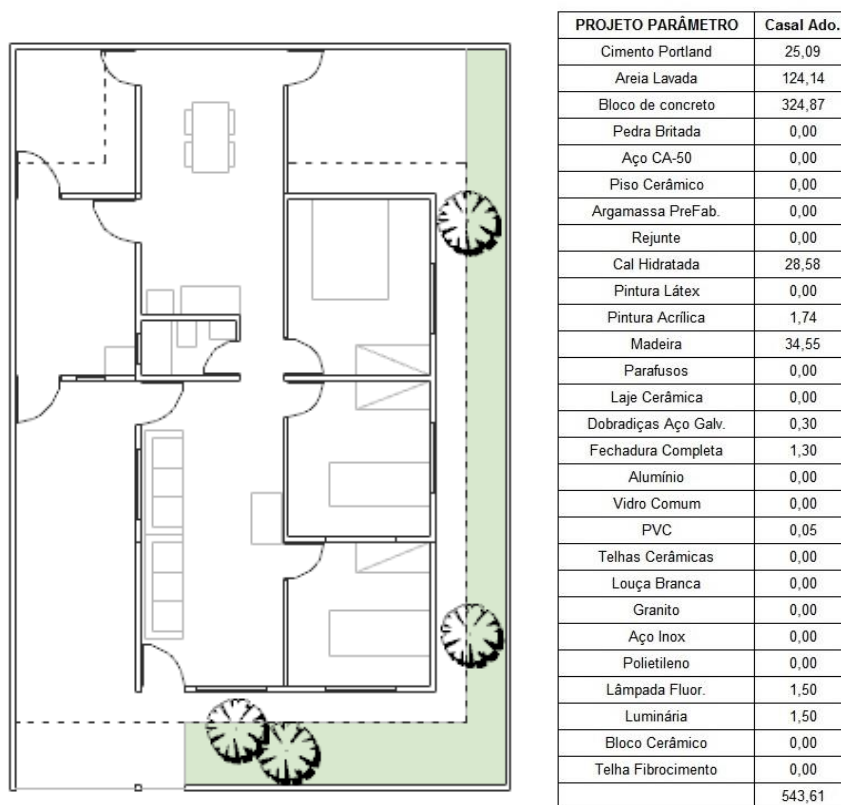
Fonte: O autor (2016)

A ampliação da cozinha é realizada em direção aos fundos do lote, melhorando as condições de ventilação natural e iluminação deste nobre espaço. Esta passa a permitir uma acomodação mais confortável da mesa onde a família realiza suas refeições.

4.3.2.5 Estágio 5 – Casal com filho adolescente

Este estágio, que tem duração de dez anos, contempla todo o ciclo da adolescência de um dos filhos, bem como o início da adolescência do outro. Os filhos passam a requerer mais privacidade e isolamento à medida que crescem, aumentando a pressão pela construção de um novo dormitório. Ao mesmo tempo, diminui a demanda pela disponibilidade de uma área de trabalho destinada a um dos membros do casal, fato que propicia um rearranjo interno da unidade, de maneira a se estabelecer um novo dormitório, e a também ampliar a área de sala de estar. A renda familiar sofre uma leve melhora, mas ainda mantêm-se no patamar de três salários mínimos mensais. A área total da unidade habitacional não é alterada.

Figura 48 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho adolescente



Fonte: O autor (2016)

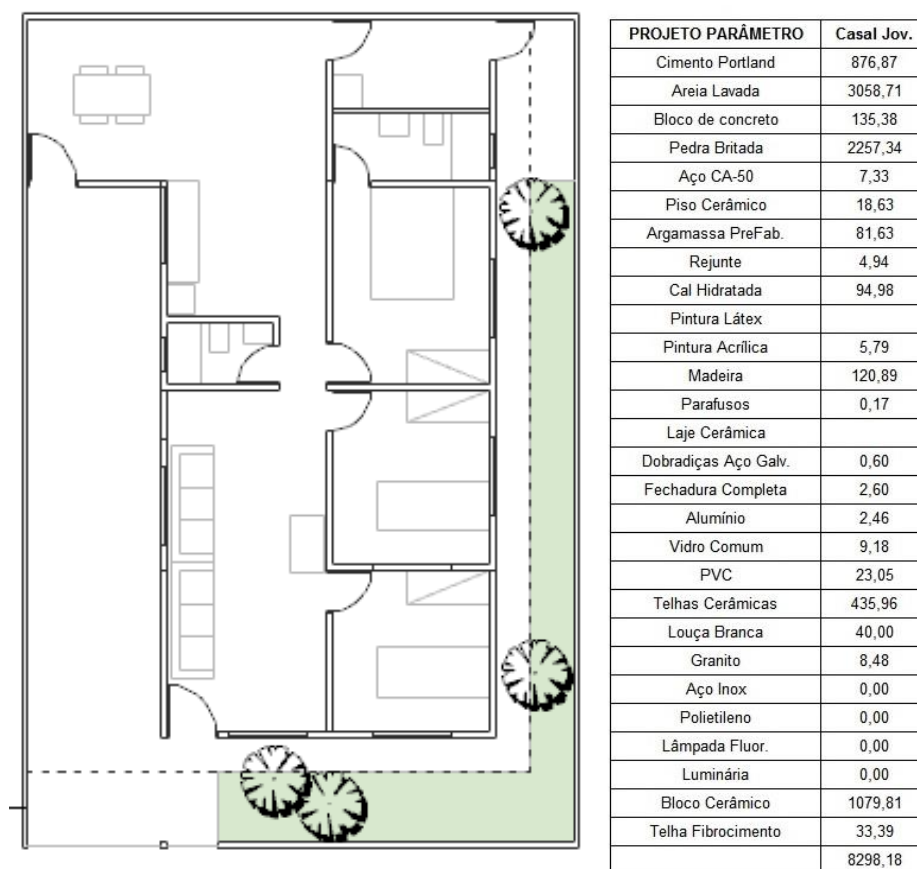
Evidencia-se aqui a dificuldade técnica de remover-se uma parede com função estrutural, bem como modificar-se o layout através da construção de paredes de alvenaria de tijolos convencionais. No entanto, verifica-se uma melhora na qualidade espacial da sala, que passa a contar com aberturas diretamente conectadas ao exterior - facilitando a iluminação e a ventilação natural.

4.3.2.6 Estágio 6 – Casal com filho jovem

Este estágio possui também a duração de dez anos. Alojaram-se quatro moradores na HIS, que eventualmente recebe um quinto elemento, quando um dos filhos jovens traz sua namorada. Com a mudança ocorrida na dinâmica da família, contando com mais um de seus moradores exercendo trabalho remunerado, há um acréscimo na renda global, que passa a ser de quatro salários mínimos. Há também a crescente demanda por mais privacidade do

casal em relação aos filhos, e vice-versa. Circunstância esta que requer a realização de nova ampliação. Desta vez, com a finalidade de construir um novo banheiro, aumentar a área da cozinha e reposicionar a área de serviços. A área adicionada à edificação é de 13,46 m² e a área final da unidade habitacional passa a ser de 106,38 m².

Figura 49 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal com filho jovem



Fonte: O autor (2016)

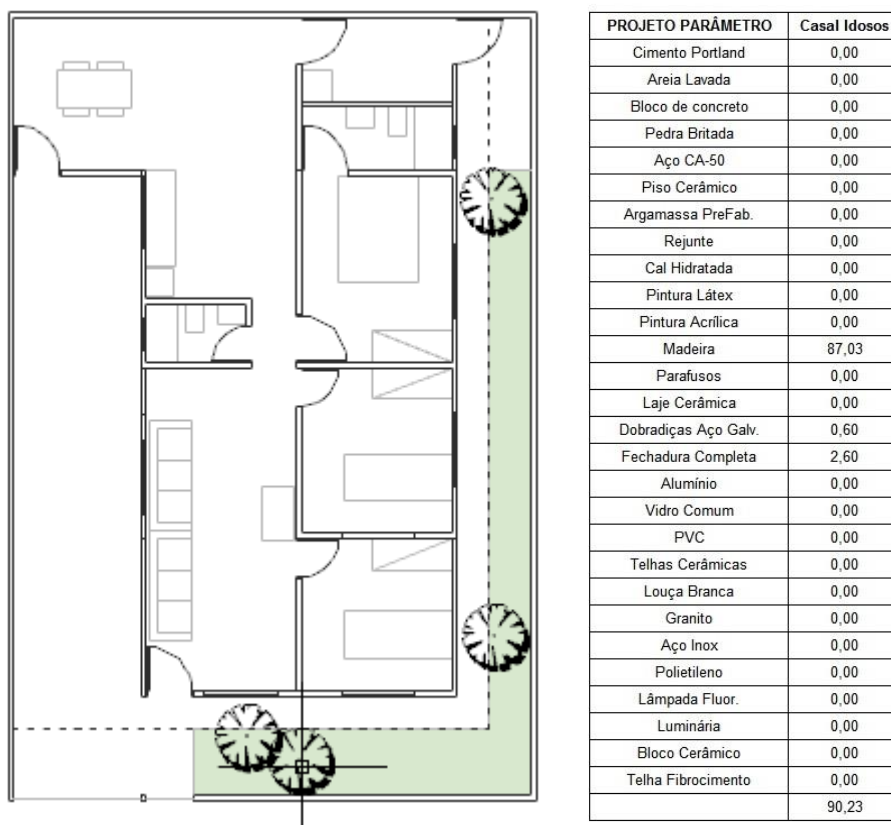
Embora a habitação torne-se relativamente espaçosa, notam-se vários problemas relacionados à precariedade da ventilação e da iluminação natural dos espaços - que passam a ser feitas através da garagem, um ambiente coberto.

4.3.2.7 Estágio 7 – Casal de idosos

Este estágio é o mais longo de todos, possuindo uma duração de 15 anos. Simulou-se uma condição sob a qual um dos filhos sai de casa, deixando a unidade com um número médio de três moradores. Eventualmente, o segundo filho também sai de casa. A renda familiar se mantém adequada ao padrão da família, tendo sido simulada em três salários mínimos. Devido à redução no número de habitantes, não há mais necessidades de expansão –

que também é limitada em função das restrições físicas impostas pelo próprio terreno. A área construída, portanto, não sofre alterações.

Figura 50 Planta do PROJETO PARÂMETRO - casal de idosos



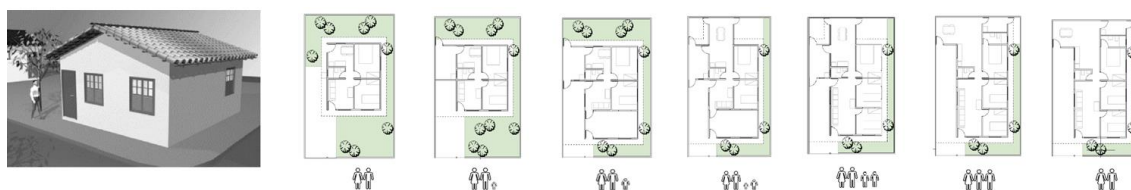
Fonte: O autor (2016)

As principais adaptações a serem realizadas nesta fase referem-se à promoção e facilitação da acessibilidade dos espaços, em razão do envelhecimento do casal. Portas mais amplas são instaladas em ambientes como o banheiro e um dos dormitórios. Um nivelamento em eventuais degraus resultantes de ampliações realizadas anteriormente é necessário. Perduram as precárias ventilação e iluminação natural da cozinha.

4.4 Comparativo entre ARTEFATO e PROJETO PARÂMETRO

Finalizadas todas as simulações de adaptações, tanto para o ARTEFATO quanto para o PROJETO PARÂMETRO, pode-se resumi-las conforme as figuras expostas a seguir.

Figura 51 Evolução - PROJETO PARÂMETRO



Fonte: O autor (2017)

No que tange o PROJETO PARÂMETRO, percebe-se que durante a realização das simulações sempre que era necessário fazer uma ampliação – tipo de adaptação mais comum realizada – havia a necessidade de se acrescentar novos materiais na edificação. A notória ausência de possibilidade de reuso de materiais, fácil desmontagem e remontagem de elementos e a existência de ligações químicas dificultou que aqueles materiais já existentes na construção pudessem ser rearranjados de maneira a evitar a obsolescência funcional do espaço. No quadro quantitativo a seguir, são expostos todos os materiais adicionados ao longo do ciclo de vida da unidade habitacional.

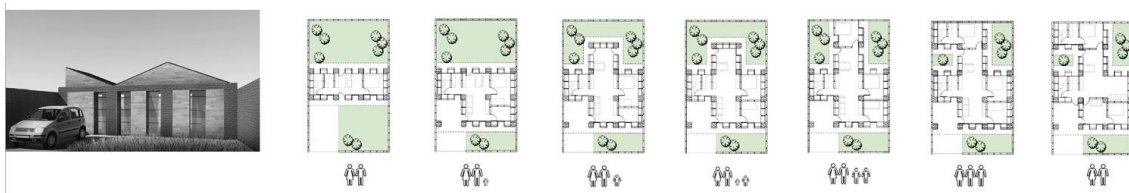
Quadro 17 Quantitativo total - PROJETO PARÂMETRO

PROJETO PARÂMETRO	Pré-Operacional	Casal sem bebê	Casal com bebê	Casal 1 inf.	Casal 2 inf.	Casal Ado.	Casal Jov.	Casal Idosos	Total
Cimento Portland	2570,13	779,85	53,08	738,43	654,94	25,09	876,87	0,00	5698,40
Areia Lavada	7532,06	2971,26	234,28	2604,85	2214,14	124,14	3058,71	0,00	18739,43
Bloco de concreto	17160,58	0,00	0,00	558,13	275,50	324,87	135,38	0,00	18454,45
Pedra Britada	1723,87	7166,78	72,11	426,18	245,01	0,00	2257,34	0,00	11891,28
Aço CA-50	108,95	20,88	3,09	26,89	14,75	0,00	7,33	0,00	181,89
Piso Cerâmico	228,90	0,00	7,11	13,92	6,86	0,00	18,63	0,00	275,42
Argamassa PreFab.	225,65	0,00	31,16	60,99	30,07	0,00	81,63	0,00	429,50
Rejunte	13,65	0,00	1,88	3,69	1,82	0,00	4,94	0,00	25,98
Cal Hidratada	86,81	227,46	39,35	170,85	98,57	28,58	94,98	0,00	746,60
Pintura Látex	20,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,34
Pintura Acrílica	12,24	13,87	2,40	10,42	6,01	1,74	5,79	0,00	52,48
Madeira	406,22	0,00	117,41	191,06	120,78	34,55	120,89	87,03	1077,92
Parafusos	0,93	0,00	0,12	0,41	0,14	0,00	0,17	0,00	1,78
Laje Cerâmica	602,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	602,95
Dobradiças Aço Galv.	1,50	0,00	0,60	0,60	0,60	0,30	0,60	0,60	4,80
Fechadura Completa	6,50	0,00	2,60	2,60	2,60	1,30	2,60	2,60	20,80
Alumínio	7,54	0,00	0,00	7,02	1,57	0,00	2,46	0,00	18,58
Vidro Comum	28,79	0,00	0,00	24,36	7,43	0,00	9,18	0,00	69,75
PVC	102,48	0,00	0,05	47,93	24,69	0,05	23,05	0,00	198,25
Telhas Cerâmicas	3019,02	0,00	0,00	1088,25	435,96	0,00	435,96	0,00	4979,20
Louça Branca	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	150,00
Granito	8,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,48	0,00	16,96
Aço Inox	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
Poliétileno	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00
Lâmpada Fluor.	3,50	0,00	1,50	1,00	0,50	1,50	0,00	0,00	8,00
Luminária	3,50	0,00	1,50	1,00	0,50	1,50	0,00	0,00	8,00
Bloco Cerâmico	0,00	2585,97	447,39	1942,41	1120,65	0,00	1079,81	0,00	7176,23
Telha Fibrocimento	0,00	0,00	115,49	41,64	0,00	0,00	33,39	0,00	190,51
	34006,37	13766,07	1131,12	7962,62	5263,10	543,61	8298,18	90,23	71061,30

Fonte: O autor (2017)

As adaptações feitas no ARTEFATO são resumidas na figura a seguir. Observa-se como os materiais utilizados foram sendo rearranjados espacialmente de maneira a permitir que os mesmos pudessem ter sua durabilidade técnica mais amplamente explorada em função da possibilidade de que alguns dos elementos fossem facilmente modificados de lugar, rearranjados, desmontados e remontados.

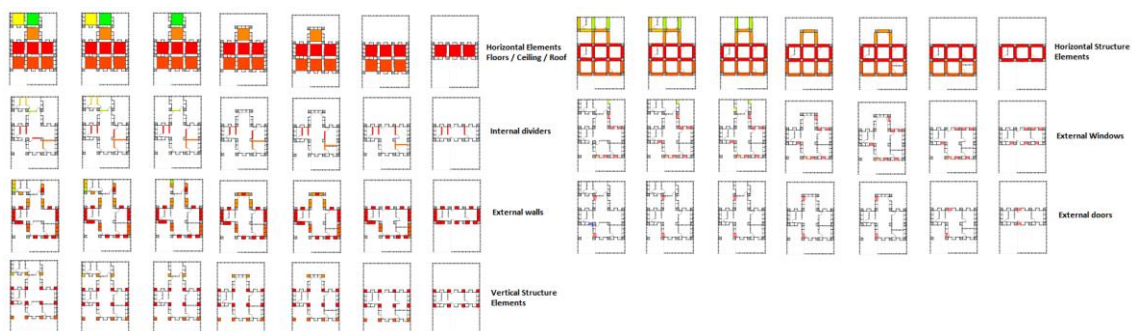
Figura 52 Evolução ARTEFATO



Fonte: O autor (2017)

A maneira com a qual os elementos foram sendo modificados de lugar conforme eram realizadas as adaptações é exposta na figura a seguir. Esse rearranjo ajudou a evitar que novos materiais fossem adicionados na construção.

Figura 53 Rearranjo e reposicionamento dos elementos construtivos no ARTEFATO



Fonte: O autor (2017)

Quando se analisa o quantitativo, é perceptível que se não fosse possível a reutilização de alguns dos elementos de construção seria necessário o acréscimo de novos materiais na edificação conforme as adaptações ocorriam. Esse acréscimo certamente aumentaria a quantidade de energia consumida ao longo do ciclo de vida, uma vez que esta é calculada diretamente em função do quantitativo de materiais.

Quadro 18 Quantitativo total - ARTEFATO

ARTEFATO	Pré-Operacional	Casal sem bebê	Casal com bebê	Casal 1 inf.	Casal 2 inf.	Casal Ado.	Casal Jov.	Casal Idosos	Total
Materiais									
Bloco Cerâmico	1603,93	3341,52	801,96	400,98	0,00	0,00	200,49	0,00	6348,89
Cimento Portland	12063,49	743,63	275,35	214,89	0,00	42,12	93,41	0,00	13432,89
Cal Hidratada	120,34	0,00	60,17	30,09	0,00	0,00	15,04	0,00	225,65
Areia Lavada	455,80	2936,66	519,07	523,51	0,00	143,99	213,76	0,00	4792,80
Madeira	8073,25	0,00	4585,09	2504,16	0,00	1265,27	1844,04	59,62	18331,42
Parafusos	36,67	0,00	27,38	14,95	0,00	8,04	10,86	0,32	98,22
Pedra Britada	1311,55	2300,76	988,42	860,11	0,00	199,58	363,53	0,00	6023,95
Aço CA-50	7,49	0,90	3,87	2,08	0,00	0,08	1,01	0,00	15,43
Lã de rocha	43,01	0,00	15,36	18,43	0,00	3,07	6,14	0,00	86,02
Dobradiças Aço Galv.	4,50	0,00	0,75	0,00	0,00	1,20	1,20	0,30	7,95
Fechadura Completa	15,60	0,00	2,60	0,00	0,00	3,90	5,20	1,30	28,60
Vidro Comum	67,20	0,00	9,60	0,00	0,00	19,20	9,60	0,00	105,60
Telha Fibrocimento	212,26	0,00	212,26	70,75	0,00	70,75	70,75	0,00	636,77
Calha Aço Inox	9,40	0,00	9,40	1,04	0,00	1,04	1,04	0,00	21,92
Piso Cerâmico	322,56	0,00	259,52	92,16	0,00	92,16	92,16	0,00	858,56
Argamassa PreFab.	65,36	0,00	52,59	18,67	0,00	18,67	18,67	0,00	173,97
Rejunte	3,96	0,00	3,19	1,13	0,00	1,13	1,13	0,00	10,54
Pintura Acrílica	3,35	0,00	2,69	0,96	0,00	0,96	0,96	0,00	8,91
Louça Branca	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	65,00
Granito	8,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,00	0,00	61,48
Plástico	1,64	0,00	0,37	0,03	0,00	0,02	0,15	0,02	2,23
Aço Inox	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
Polietileno	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00
Lâmapada Fluor.	1,25	0,00	1,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	4,25
Luminária	2,50	0,00	2,50	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	8,50
	24495,39	9323,47	7833,39	4755,46	0,00	1871,93	3028,65	63,06	51371,35

Fonte: O autor (2017)

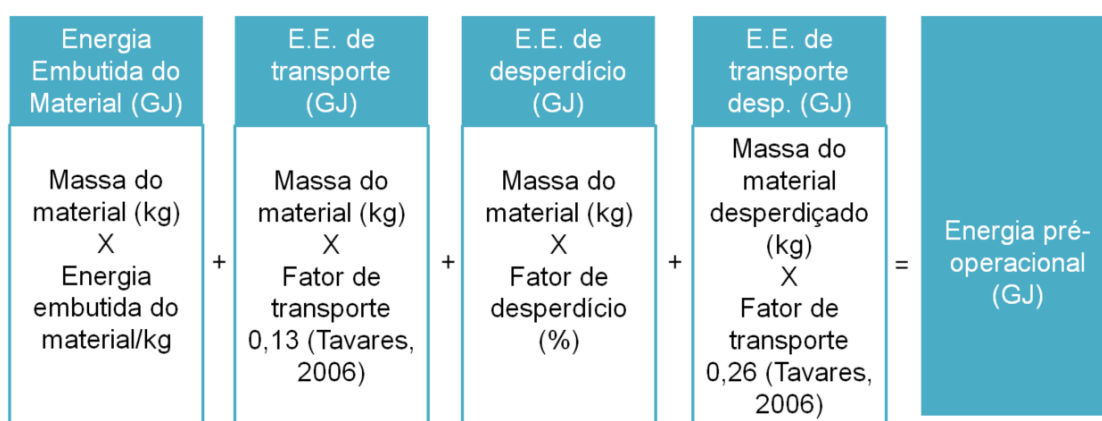
5.1 Análise dos dados de energia

5.1.1 Energia pré-operacional

Embora possuam áreas construídas ligeiramente diferentes, o que exige que o consumo pré-operacional somente possa ser comparado de maneira justa ao se dividir a quantidade absoluta de energia pela área, é interessante expor aqui os dados relativos ao consumo total pré-operacional, a fim de melhor demonstrar a grande diferença encontrada nos seus valores entre os dois projetos.

Outra observação importante a ser feita é que, em teoria, a energia PRÉ-OPERACIONAL não deveria ser calculada durante o período OPERACIONAL de uma edificação. No entanto, para fins de verificação dos valores encontrados em uma condição real, em que novos materiais são inseridos ao longo do tempo na edificação devido à realização de adaptações, a cada vez que uma modificação acontecia nas simulações, era levantada a quantidade de energia embutida pré-operacional que estes novos elementos e materiais construtivos traziam consigo, sendo esses valores somados gradualmente no total de energia pré-operacional de cada um dos projetos.

Figura 54 Cálculo da Energia Pré-Operacional

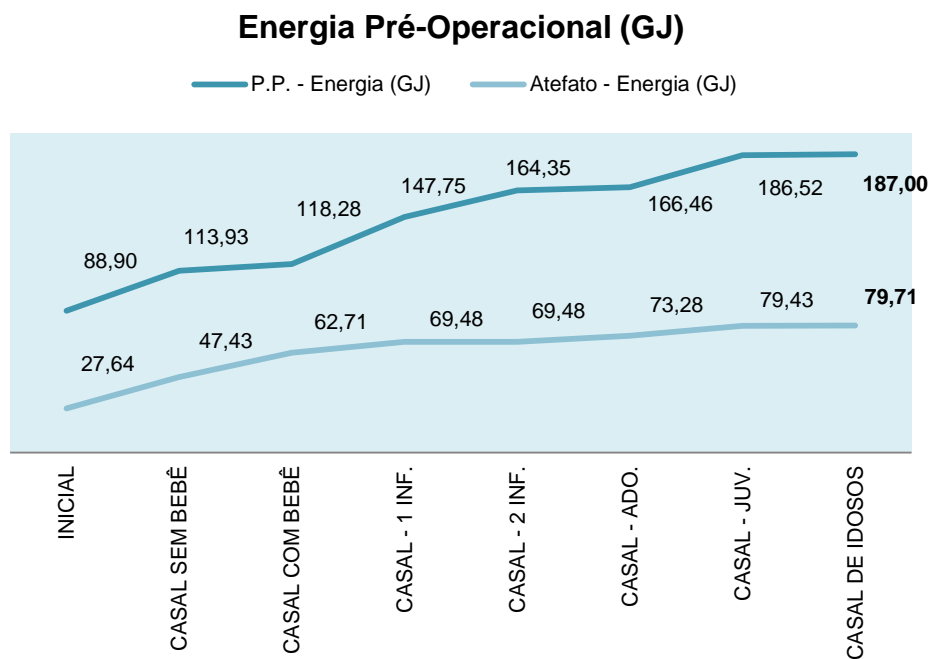


Fonte: O autor (2017)

A Energia Pré-Operacional foi calculada conforme Tavares (2006), sendo a somatória de toda Energia Embutida presente nos materiais, Energia

de transporte dos materiais, energia de desperdício e energia de transporte deste desperdício. A tabela completa utilizada para o cálculo pode ser encontrada nos apêndices ao final deste trabalho.

Gráfico 1 Energia Pré-Operacional

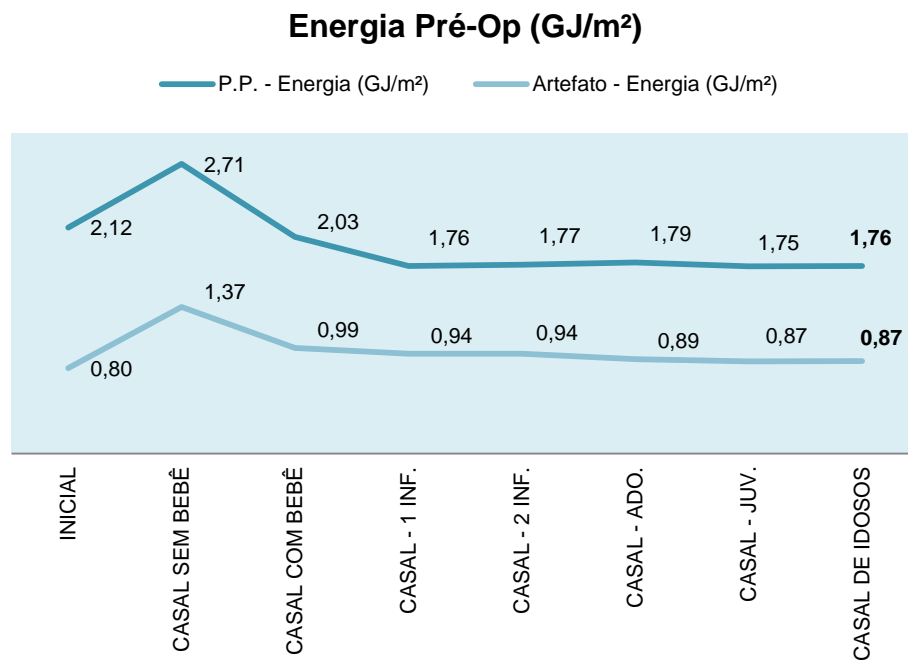


Fonte: O autor (2017)

O ARTEFATO desenvolvido na pesquisa possui uma energia embutida inicial total de aproximadamente 28 GJ antes do início de sua fase operacional. Considerando sua área inicial de 34,53 m², obtém-se um valor relativo de 0,801 GJ/m² - ver Gráfico 2.

O PROJETO PARÂMETRO, por sua vez, tem uma quantidade de energia embutida inicial de materiais de aproximadamente 89 GJ. Isso representa um valor relativo de 2,12 GJ/m² - que pode ser mais bem visualizado no Gráfico 2, dado que sua área na fase pré-operacional é de 42 m².

Gráfico 2 Energia Pré-Operacional



Fonte: O autor (2017)

Ao final do ciclo de vida familiar - no estágio CASAL DE IDOSOS-, o ARTEFATO conta com 91,8 m² de área edificada e um valor de energia embutida inicial de materiais próximo de 80 GJ. Isso representa 0,87 GJ/m². Nota-se que, embora ocorra um aumento na energia inicial absoluta, a energia embutida inicial por metro quadrado se mantém em valores estáveis e proporcionais ao aumento da área construída.

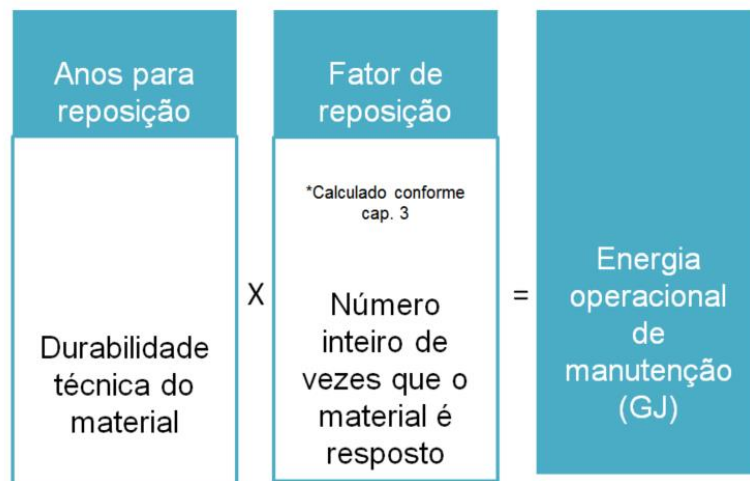
Já com relação ao PROJETO PARÂMETRO, ao final da fase operacional, a energia embutida inicial total passa a ser de aproximadamente 187 GJ, o que representa 1,76 GJ/m², visto que a área edificada também sofre um acréscimo e atinge os 106,38 m².

Embora ocorra uma significativa diminuição do valor de energia pré-operacional por unidade de área ao longo do ciclo de vida de ambas as unidades, os valores encontrados ao fim de todas as ampliações ainda é mais de duas vezes superior no PROJETO PARÂMETRO em relação ao ARTEFATO.

5.1.2 Energia operacional

Para fins de simulação da energia operacional de manutenção, foram consideradas as energias de reposição e manutenção dos materiais. Estas sofreram um aumento na medida em que mais área construída era adicionada nos projetos simulados.

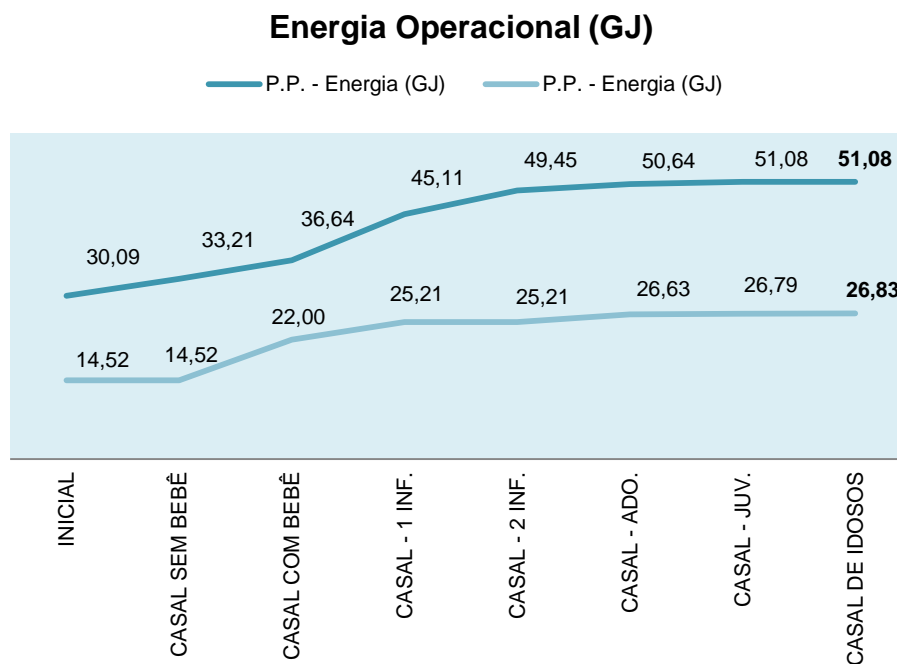
Figura 55 Cálculo da energia operacional



Fonte: O autor (2017)

A energia de manutenção foi calculada segundo Tavares (2006), sendo o produto entre a energia embutida inicial e um fator de reposição, cujo método de definição se encontra descrito no capítulo 3. Mais detalhes do cálculo podem ser encontrados nos anexos ao final deste trabalho.

Gráfico 3 Energia Operacional de manutenção absoluta - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / estágio do ciclo de vida familiar)

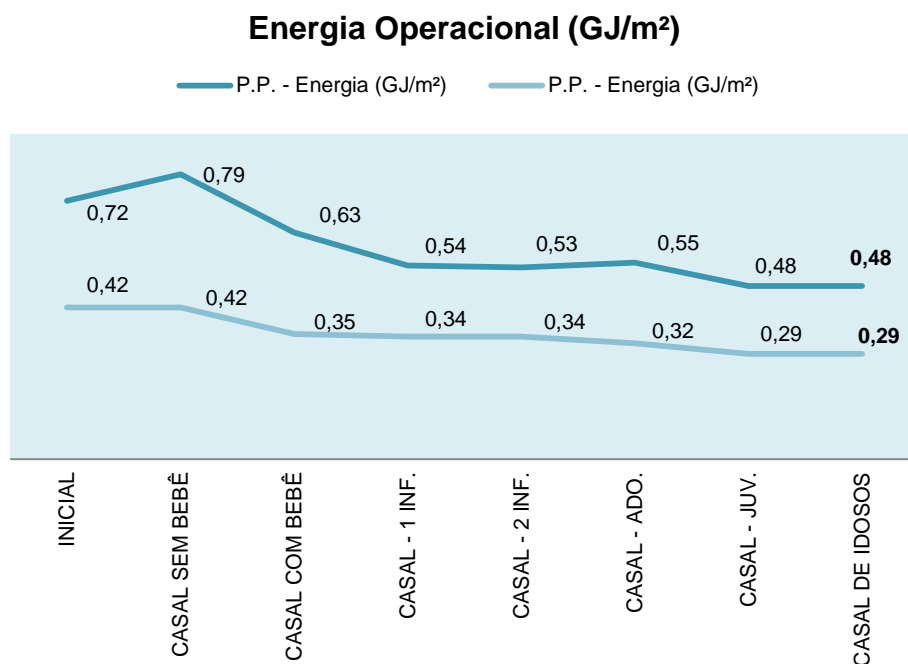


Fonte: O autor (2017)

Como era esperado, o PROJETO PARÂMETRO, apresenta um consumo de energia de manutenção absoluta maior que do ARTEFATO durante todas as fases do ciclo de vida familiar. Isso se deve principalmente à maior quantidade de massa de materiais de construção presentes em sua construção, com um destaque para a cerâmica das telhas.

Percebe-se, entretanto, que a quantidade absoluta de energia de manutenção identificada no ARTEFATO aumenta em proporções quase que idênticas à do PROJETO PARÂMETRO, como resultado do menor ciclo de vida dos materiais nele empregados, enfatizando-se as madeiras.

Gráfico 4 Energia Operacional de manutenção por área construída - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / m² / estágio do ciclo de vida familiar)



Fonte: O autor (2017)

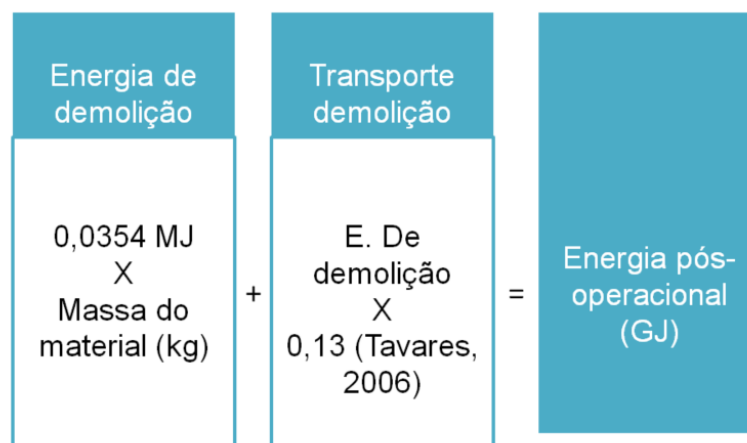
Quando se compara a energia operacional de manutenção relativa ao metro quadrado construído, o ARTEFATO demonstra novamente melhor desempenho, apresentando uma quantidade significativamente menos no estágio do ciclo de vida pré-operacional. Essa diferença cai na medida em que avançam os estágios, porém, mesmo ao final, já no estágio CASAL DE IDOSOS, os valores encontrados ainda são quase a metade dos observados no PROJETO PARÂMETRO.

Essa redução da diferença identificada ao longo do ciclo se deve à durabilidade técnica menor dos principais materiais que constituem o ARTEFATO, fazendo com que seja necessário o emprego de uma maior quantidade de insumos ao longo do ciclo de vida observado.

5.1.3 Energia pós-operacional

Para o cálculo de energia pós-operacional foram levados em conta a quantidade de energia para demolição e desmontagem dos elementos e materiais construtivos, bem como para o transporte destes resíduos. Na medida em que novos materiais foram adicionados durante as adaptações feitas ao longo do ciclo de vida familiar, a quantidade de energia pós-operacional sofreu um aumento. Abaixo são expostos os dados absolutos e relativos à área dos projetos avaliados.

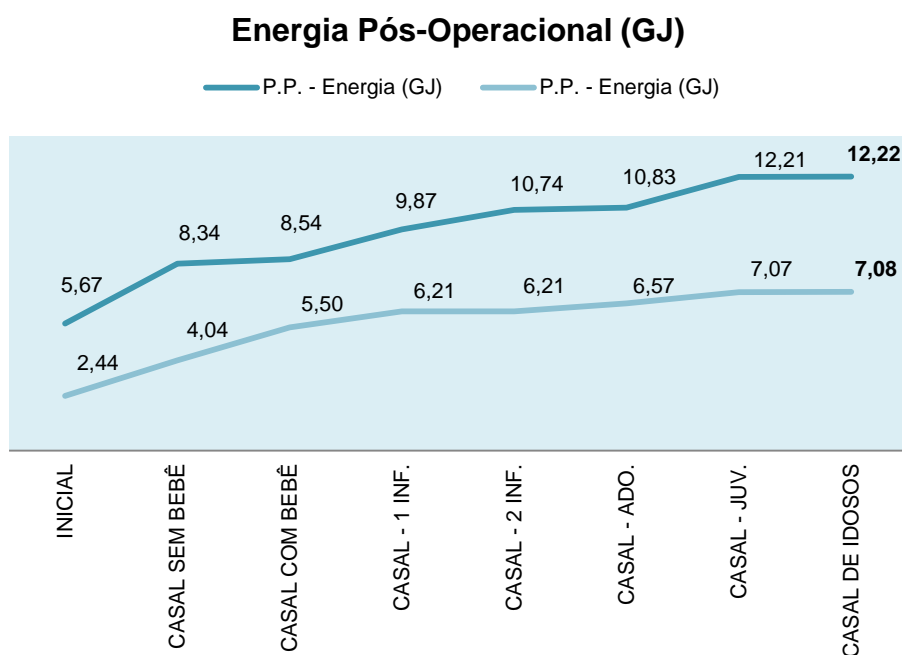
Figura 56 Energia pós-operacional



Fonte: O autor (2017)

O cálculo da energia pós-operacional foi baseado em Tavares (2006), tendo sido feitas modificações conforme descritas no capítulo 3 para que a energia de sobra (residual) pudesse ser aferida. Mais detalhes do cálculo podem ser encontrados ao final deste trabalho, nos anexos.

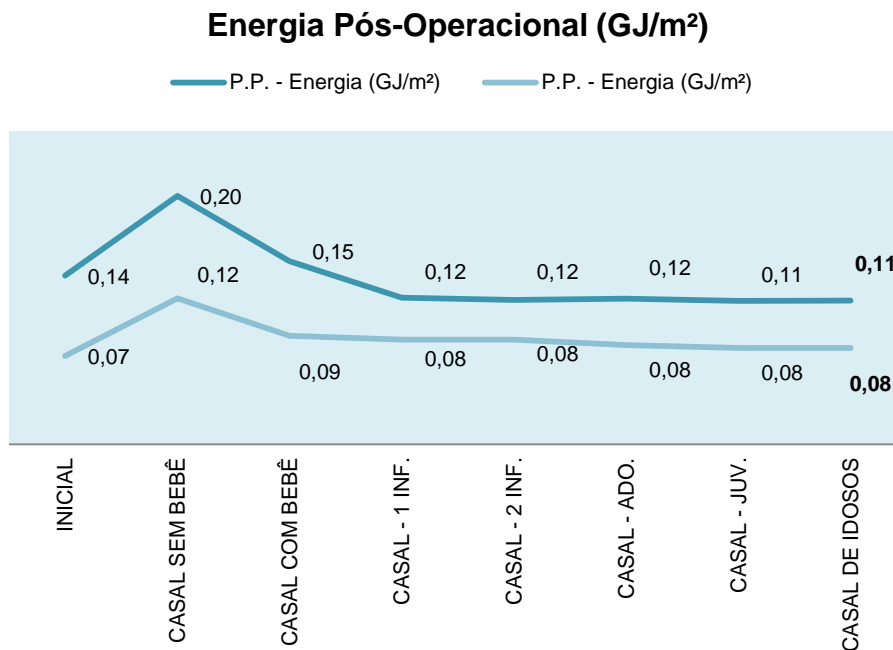
Gráfico 5 Energia Pós-Operacional absoluta - ARETAFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / estágio do ciclo de vida familiar)



Fonte: O autor (2017)

O ARTEFATO possui energia pós-operacional absoluta inferior à energia do PROJETO PARÂMETRO. Enquanto o ARTEFATO apresenta um valor de 7,08 GJ ao fim do ciclo de vida, o PROJETO PARÂMETRO teve como resultado um valor de 12,22 GJ.

Gráfico 6 Energia Pós-Operacional por área construída - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ / m² / estágio do ciclo de vida familiar)



Fonte: O autor (2017)

Quando se compara a energia de demolição de cada metro quadrado construído, o ARTEFATO ainda continua tendo um desempenho superior, terminando o ciclo de vida com um valor de 0,08 GJ/m², enquanto que o PROJETO PARÂMETRO apresenta um valor de 0,11 GJ/m².

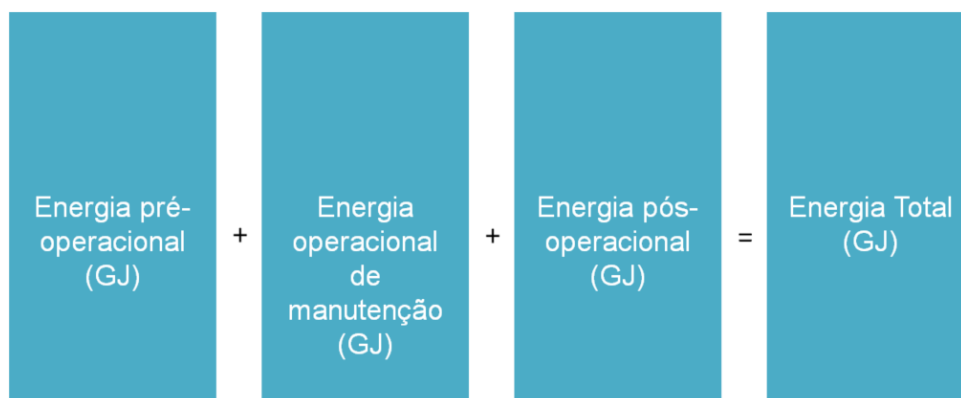
Essa diferença ocorre principalmente devido à menor massa dos materiais utilizados na construção do ARTEFATO. Por possuir boa parte de sua vedação feita em madeira e materiais de menor massa específica, há uma considerável redução na sua massa total, circunstância que implica em uma redução na energia pós-operacional simulada. Ainda, especula-se empíricamente que, apesar de mais leves, tais materiais poderiam superar o desempenho térmico do PROJETO PARÂMETRO.

Vale dizer, no entanto, que diante da possibilidade de se reutilizar muitos dos materiais e elementos que compõem o ARTEFATO, há a necessidade de um cuidado extra na desmontagem deste, bem como a provável necessidade do emprego de equipamentos mais sofisticados, o que poderia alterar os resultados de energia encontrados.

5.1.5 Energia total

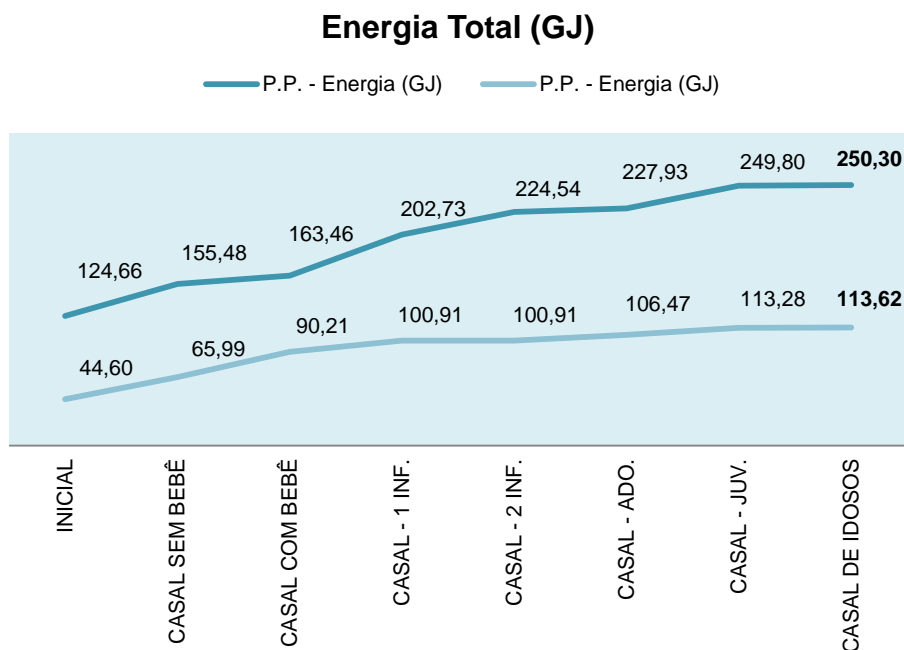
Quando se analisa os valores absolutos, verifica-se que, ao fim do ciclo de vida familiar, o PROJETO PARÂMETRO consumiu mais que o dobro de energia total em relação ao ARTEFATO. Essa diferença, contudo, é proporcionalmente menor do que aquela verificada na fase pré-operacional, em que o PROJETO PARÂMETRO já havia consumido quase o triplo da quantidade consumida pelo ARTEFATO. Novamente, pode-se atribuir essa diminuição na diferença de consumo energético entre ambos os projetos ao fato de que os materiais utilizados na construção do ARTEFATO requerem mais manutenção – e reposição - ao longo do ciclo de vida devido à durabilidade técnica mais curta.

Figura 57 Cálculo da Energia total sem cocção e equipamentos



Fonte: O autor (2017)

Gráfico 7 Energia total absoluta - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ acumulado / estágio do ciclo de vida familiar)

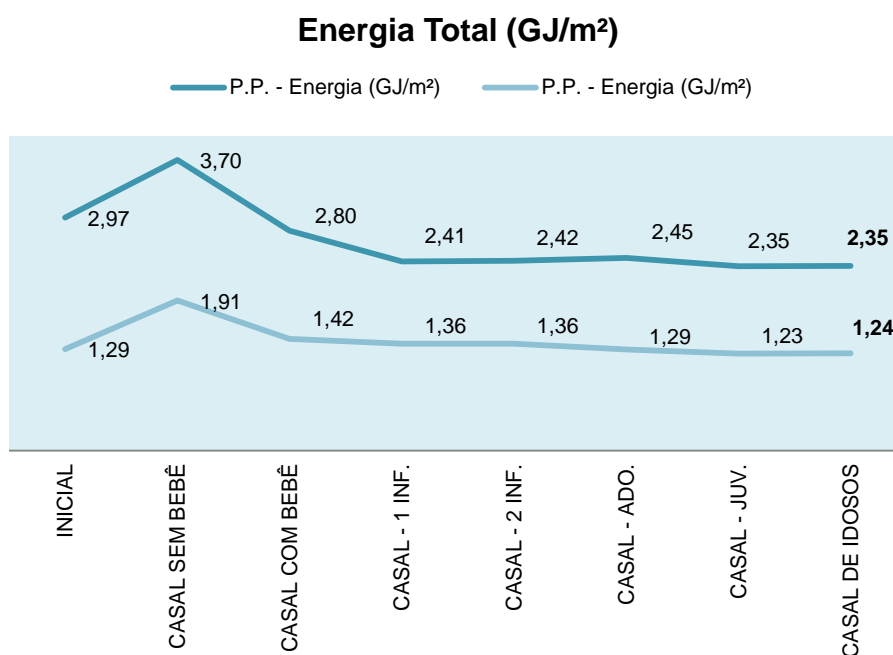


Fonte: O autor (2017)

Quando se compara a energia total por unidade de área construída, observa-se que os projetos encerraram os estágios do ciclo de vida familiar com o ARTEFATO consumindo um pouco mais da metade da energia verificada junta ao PROJETO PADRÃO. Ambas as curvas de consumo seguem o mesmo formato, tendo seus valores significativamente diminuídos após o estágio CASAL SEM BEBÊ.

Após o estágio CASAL COM FILHO – 1º INFÂNCIA constata-se que as quantidades de energia por área tendem a se manterem estáveis, sugerindo que, embora a área das edificações sofra acréscimos, a quantidade de energia acrescida é diretamente proporcional.

Gráfico 8 Energia total por unidade de área - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ/m² acumulado / estágio do ciclo de vida familiar)



Fonte: O autor (2017)

5.2 Adaptabilidade

Para a verificação da presença das estratégias de adaptabilidade listadas por Schmidt (2011), foi feita uma tabela contendo as estratégias e a respectiva observação (total, parcial ou ausente) dela em cada uma das camadas do edifício, segundo a classificação definida por Brand (1994).

A verificação do nível de existência da estratégia seguiu os critérios descritos no capítulo 3.

5.2.1 Site – terreno

Como a camada SITE compartilha elementos de características que não favorecem a adaptabilidade, como fundação em concreto ou a própria terra, é notório que o grau de adaptabilidade para ambos o PROJETO PARÂMETRO e o ARTEFATO seja praticamente inexistente, o que pode ser verificado no quadro a seguir.

Quadro 19 Site - Terreno: estratégias de adaptabilidade

PROJETO	CAMADA	PROJETO	CAMADA
Artefato	Site - Terreno	Parâmetro	Site - Terreno
ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO	ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO
Ajustabilidade	NÃO	Ajustabilidade	NÃO
Versatilidade	NÃO	Versatilidade	NÃO
Refitável (serviços)	NÃO	Refitável (serviços)	NÃO
Conversibilidade	NÃO	Conversibilidade	NÃO
Expansibilidade	PARCIAL	Expansibilidade	PARCIAL
Mobilidade	NÃO	Mobilidade	NÃO

Fonte: O autor (2017)

5.2.1.1 Projeto Parâmetro

O projeto padrão previa apenas poucos itens classificados como pertencentes à camada SITE, sendo a maioria deles referentes às calçadas e acessos. Ao longo do ciclo de vida, verificou-se a agregação de um muro construído em alvenaria cerâmica, cuja técnica e materiais utilizados são bastante tradicionais.

Justamente por ser feito em materiais e técnicas que contêm abundante e intensa ligação química entre seus elementos, além de baixa vocação para o reuso ou desmontagem, a maioria das estratégias voltadas à adaptabilidade não foram verificadas nesta camada do PROJETO PARÂMETRO.

5.2.1.2 Artefato

De forma similar, o projeto do ARTEFATO não leva em consideração a instalação de seus painéis desmontáveis e de uso de madeira na execução de muros, por exemplo. Por esta razão, assim como evidenciado no PROJETO PARÂMETRO, predominam materiais e técnicas construtivas tradicionais nesta camada. Portanto, as estratégias de projeto voltadas à promoção da adaptabilidade são em ambos os projetos ausentes.

5.2.1.3 Reflexão

Sob o ponto de vista energético, a utilização de materiais tradicionais como a alvenaria cerâmica e o concreto armado dificulta a desmontagem, remontagem, modificações, alterações e, até mesmo, expansões. Por esse motivo é que se torna tão difícil sua reutilização em novas edificações. Como consequência, a energia de sobra é desperdiçada, não podendo ser aproveitada em outros edifícios.

5.2.2 Structure – estrutura

Quadro 20 Structure - Estrutura: estratégias de adaptabilidade

PROJETO	CAMADA	PROJETO	CAMADA
Artefato	Structure - Estrutura	Parâmetro	Structure - Estrutura
ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO	ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO
Ajustabilidade	PARCIAL	Ajustabilidade	PARCIAL
Versatilidade	PARCIAL	Versatilidade	NÃO
Refitável (serviços)	PARCIAL	Refitável (serviços)	NÃO
Conversibilidade	PARCIAL	Conversibilidade	PARCIAL
Expansibilidade	PARCIAL	Expansibilidade	PARCIAL
Mobilidade	NÃO	Mobilidade	NÃO

Fonte: O autor (2017)

5.2.2.1 Projeto Parâmetro

Como o projeto parâmetro não possui estrutura separada em camadas, uma vez que foi projetado em sistema de alvenaria estrutural, muitas das estratégias de adaptabilidade não podem ser verificadas juntas à camada STRUCTURE.

Verificam-se, no entanto, possibilidades parciais de executar-se ajustes, conversões e expansões no projeto devido à modulação utilizada no assentamento dos blocos estruturais. Essas pequenas adaptações, ainda assim, exigem a realização de destruição parcial ou total de materiais e

elementos construtivos, o que do ponto de vista de sobra energética não é interessante.

5.2.2.2 Artefato

A presença de elementos estruturais separados das outras camadas definidas por Brand (1994) para um edifício, bem como o formato destes elementos, permite ao ARTEFATO apresentar de maneira parcial a maior parte das estratégias de adaptabilidade na camada STRUCTURE.

O fato dos pilares atuarem como *shafts*, tornando fácil a instalação e remoção de instalações e espaços de armazenamento, bem como a facilidade de acesso que se tem ao seu interior, uma vez que parte das faces é fechada com painéis de madeira e de fácil remoção, permitem implementar parcialmente estratégias como ajustabilidade, versatilidade, *refitable* (*relativa às instalações*), conversibilidade e expansibilidade.

Entretanto, a utilização de técnicas construtivas tradicionais em partes dos elementos estruturais acaba inviabilizando sua mobilidade. A adoção de elementos pré-fabricados, mais leves e confeccionados em materiais de menor energia embutida poderia ser uma solução para este problema.

5.2.2.3 Reflexão

Do ponto de vista de energia de sobra (residual), constata-se que o ARTEFATO possui algumas partes de seus elementos estruturais que poderiam vir a ser reutilizadas em novas construções, contribuindo para amenizar os valores de energia embutida inicial das mesmas. No entanto, a demasiada presença de materiais de construção e de técnicas tradicionais ainda inviabiliza a sua reutilização total. Por esse motivo, tanto o ARTEFATO quanto o PROJETO PARÂMETRO não possuem um desempenho satisfatório na promoção da reutilização dos elementos da camada STRUCTURE e, conseqüentemente, de suas respectivas energias de sobra.

5.2.3 Skin – vedação

Quadro 21 Skin - Vedação: estratégias de adaptabilidade

PROJETO	CAMADA	PROJETO	CAMADA
Artefato	Skin - Vedação	Parâmetro	Skin - Vedação
ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO	ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO
Ajustabilidade	SIM	Ajustabilidade	PARCIAL
Versatilidade	SIM	Versatilidade	NÃO
Refitável (serviços)	SIM	Refitável (serviços)	PARCIAL
Conversibilidade	SIM	Conversibilidade	PARCIAL
Expansibilidade	SIM	Expansibilidade	PARCIAL
Mobilidade	SIM	Mobilidade	NÃO

Fonte: O autor (2017)

5.2.3.1 Projeto Parâmetro

No que tange à camada SKIN, observa-se que uma significativa parte das estratégias de adaptabilidade são contempladas parcialmente. Todavia, a versatilidade e a mobilidade não são atendidas.

Isso se deve ao fato de demonstrar-se possível a realização de ajustes, modificações nas instalações contidas, e conversões e expansões nos elementos que compõem a camada, porém a adoção do sistema de alvenaria estrutural dificulta bastante sua execução. Além disso, há necessidade da demolição e destruição de elementos e materiais durante a realização destas adaptações, o que é negativo do ponto de vista de reutilização de materiais que possuem uma durabilidade técnica teórica bastante elevada.

5.2.3.2 Artefato

O projeto do ARTEFATO, por sua vez, contempla todas as estratégias de adaptabilidade à medida que utiliza materiais mais leves, renováveis e de fácil montagem e desmontagem, compostos principalmente em madeira e painéis feitos com o mesmo material.

Do ponto de vista energético, tais características são excelentes porque permitem a reutilização dos elementos em novas construções sem, ou com poucas, modificações. Todavia, por ser constituído de materiais com uma durabilidade técnica inferior em relação à alvenaria ou ao concreto, o potencial de reutilização e aproveitamento da energia de sobra da camada é reduzido.

5.2.4 Services – instalações

Quadro 22 Services - Instalações: estratégias de adaptabilidade

PROJETO	CAMADA	PROJETO	CAMADA
Artefato	Services - Instalações	Parâmetro	Services - Instalações
ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO	ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO
Ajustabilidade	SIM	Ajustabilidade	NÃO
Versatilidade	PARCIAL	Versatilidade	NÃO
Refitável (serviços)	SIM	Refitável (serviços)	NÃO
Conversibilidade	SIM	Conversibilidade	NÃO
Expansibilidade	SIM	Expansibilidade	PARCIAL
Mobilidade	SIM	Mobilidade	NÃO

Fonte: O autor (2017)

5.2.4.1 Projeto Parâmetro

Novamente, o fato do PROJETO PARÂMETRO ter suas divisórias internas e paredes de vedação como elementos estruturais prejudica o seu desempenho quando se analisa a camada SERVICES.

Para realizar modificações, ajustes, conversões, expansões e mover sistemas elétricos, hidráulicos ou quaisquer outros, é necessária a demolição das paredes onde estes estão inseridos. Tal fato inviabiliza a reutilização dos materiais, fazendo com que a energia de sobra da camada seja perdida ou subutilizada.

5.2.4.2 Artefato

A predominância materiais de construção leves, renováveis e de fácil montagem e desmontagem faz com que os elementos construtivos na camada no projeto do ARTEFATO apresentem quase todas as características de uma edificação adaptável, mesmo que estes tenham sido simulados como sendo os mesmos utilizados no PROJETO PARÂMETRO.

A maior dificuldade de adaptação encontrada diz respeito à versatilidade, e ocorre pelo fato de que os próprios materiais e elementos utilizados acabam limitando sua aplicação em outros tipos de uso, ou sua posterior desmontagem e reutilização.

5.2.4.3 Reflexão

Do ponto de vista de energia de sobra, o fato de que é possível montar e desmontar com mais facilidade os elementos da camada no ARTEFATO faz com que a energia possa ser utilizada para amortizar a quantidade consumida por futuras construções que reutilizem os elementos.

5.2.5 Space – espaços

Quadro 23 Spaces - Espaços: estratégias de adaptabilidade

PROJETO	CAMADA	PROJETO	CAMADA
Artefato	Space - Espaços	Parâmetro	Space - Espaços
ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO	ESTRATÉGIA	VERIFICAÇÃO
Ajustabilidade	SIM	Ajustabilidade	PARCIAL
Versatilidade	SIM	Versatilidade	PARCIAL
Refitável (serviços)	SIM	Refitável (serviços)	PARCIAL
Conversibilidade	SIM	Conversibilidade	PARCIAL
Expansibilidade	SIM	Expansibilidade	PARCIAL
Mobilidade	SIM	Mobilidade	NÃO

Fonte: O autor (2017)

5.2.5.1 Projeto Parâmetro

O PROJETO PARÂMETRO contempla apenas parcialmente as estratégias de uma edificação adaptável no que tange a camada SPACE. Por possuir características semelhantes à camada SKIN, os motivos que fundamentam a implementação das estratégias de adaptabilidade são as mesmas, decorrentes principalmente da presença de paredes estruturais e feitas em alvenaria.

5.2.5.2 Artefato

Por sua vez, o ARTEFATO projetado utiliza-se de elementos e materiais leves, renováveis e de fácil montagem e desmontagem, contendo todas as estratégias de adaptabilidade. Desta maneira, a imensa parcela da energia de sobra (residual) pode ser utilizada para amortizar a energia de outras edificações que reutilizem os elementos da camada SPACE do ARTEFATO.

5.2.6 Reflexões sobre as estratégias de adaptabilidade

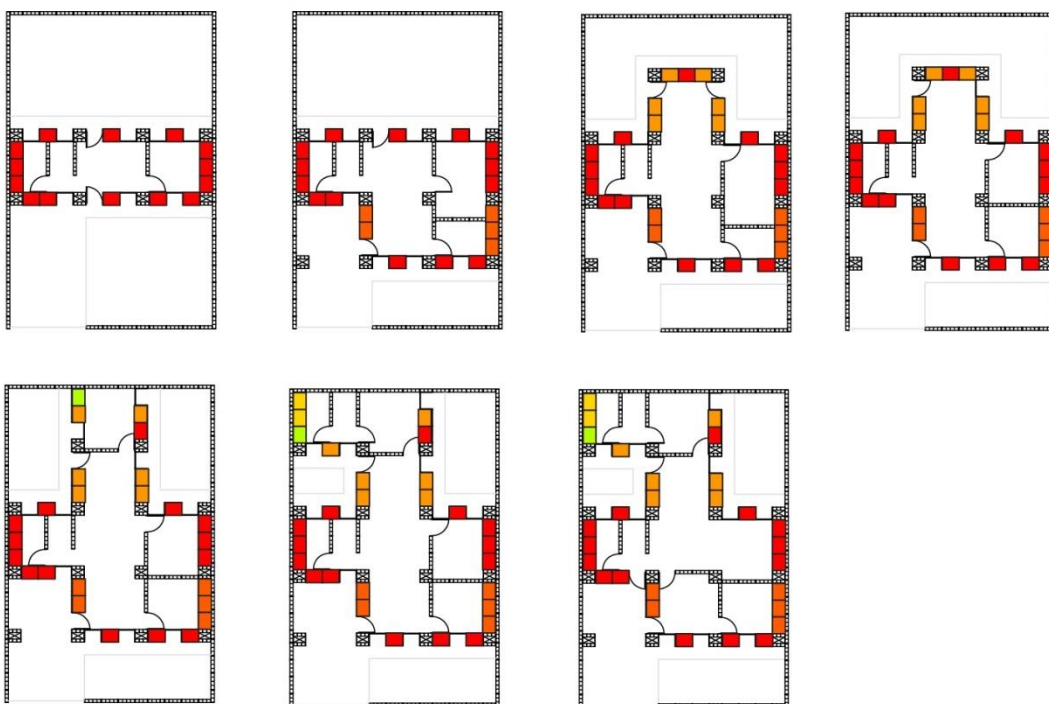
5.2.6.1 Ajustabilidade

- A capacidade de um edifício se ajustar pelos usuários e conforme às necessidades dos usuários apresenta várias implicações no que tange ciclo de vida energético da edificação, sua durabilidade funcional e na qualidade espacial da habitação.
- A divisão entre as diferentes camadas que formam um edifício (Brand, 1994), bem como os diferentes sistemas construtivos utilizados facilita que os usuários realizem adaptações na conformação destes elementos de acordo com a variação de suas necessidades. Desta forma, desperdícios de energia decorrentes da obsolescência funcional são evitados e os mesmos materiais podem ser utilizados na plenitude de sua durabilidade técnica.
- Na situação em que a durabilidade funcional da edificação chegue ao fim antes que a durabilidade técnica dos materiais de construção, é

possível que estes elementos sejam utilizados em uma nova construção, evitando-se o desperdício de energia e mitigando o consumo energético do ciclo de vida desta nova edificação.

- Ao se tratar elementos de camadas cuja durabilidade funcional é teoricamente mais longa como móveis e ajustáveis, aumenta-se a eficiência do uso destes materiais, evitando-se desperdícios em função de alterações necessárias conforme as necessidades dos usuários mudam.

Figura 58 Elementos de vedação e sua reutilização no mesmo projeto



Fonte: O autor (2017)

- Dado que uma quantidade significativa de energia embutida inicial e de manutenção correspondem às camadas que são mais frequentemente adaptadas pelos usuários, a ajustabilidade tem grande potencial de economizar energia no ciclo de vida funcional de uma unidade habitacional
- A ajustabilidade está intimamente relacionada com a capacidade do morador alterar o espaço conforme ele queira, o que tende a facilitar

adaptações e aumentar a durabilidade funcional da unidade, bem como a qualidade espacial da mesma.

- Para que a ajustabilidade seja viável, é necessário que os materiais de construção sejam leves, práticos e de fácil manuseio. Como consequência, há uma tendência de economia de material utilizado, bem como uma racionalização dos mesmos. Logo, a quantidade de energia despendida ao longo do ciclo de vida também é menor.

5.2.6.2 Versatilidade

- Ao entender paredes e elementos de vedações como peças de mobiliário, facilmente ajustáveis, contribui-se para que a estratégia de versatilidade esteja presente no projeto. Aumenta-se assim a capacidade de adaptação dos espaços conforme as necessidades dos usuários, e diminui-se o desperdício de materiais de construção, que passam a ser reutilizados tanto na própria unidade habitacional, quanto em uma nova construção.
- Para se ampliar a capacidade de que um projeto seja versátil, a utilização de módulos, dimensões inter-relacionadas, ambiguidade de elementos construtivos e materiais passíveis de serem conectados (e desconectados facilmente) entre si contribui para a versatilidade do projeto, diminuindo a quantidade de energia despendida ao longo do ciclo de vida para manutenção e reposição, e estendendo o ciclo de vida funcional da mesma.
- Utilizar elementos construtivos para diversas funções economiza espaço e materiais, aumentando a versatilidade do projeto e tornando-o mais adequado às necessidades dos moradores.
- Evitar diferenciações entre os elementos construtivos e as dimensões espaciais dos mesmos contribui para um aumento do grau de versatilidade dos mesmos, evitando-se a assim o consumo desnecessário de materiais e, como consequência, de energia ao longo do ciclo de vida.

5.2.6.3 Reaparelhabilidade

- A adoção e utilização de elementos construtivos padronizados, ambíguos, flexíveis e com o seu interior facilmente acessível permite relativa facilidade de alteração de sistemas como o hidráulico e elétrico, minimizando desperdícios decorrentes de demolição, desmontagem ou danificação das peças.
- Os elementos de infraestrutura da unidade habitacional são mais facilmente acessíveis, permitindo uma maior adequação às necessidades em constante mudança dos moradores e estendendo a durabilidade funcional da edificação.

5.2.6.4 Conversibilidade

- O projeto utilizando sistemas construtivos simples, de fácil manuseio, montagem e desmontagem, com pouca variação de elementos e com ambiguidade de uso gerou uma economia de materiais, aumentou a durabilidade funcional da edificação, permitiu um uso mais eficiente dos elementos de construção e permitiu a delimitação de espaços mais flexíveis e adequados aos moradores.
- Tais características da conversibilidade diminuem o gasto energético ao longo do ciclo de vida da unidade habitacional uma vez que a quantidade de material de reposição é minimizada, eventuais danos à peças, inviabilizando o uso das mesmas, também ocorrem com menor frequência durante a manutenção e há uma tendência de que a durabilidade funcional e técnica dos materiais seja mais equivalente.

5.2.6.5 Escalabilidade

- Dado que uma das maiores adaptações realizadas em habitações de interesse social brasileiras são relativas à expansão das unidades, a capacidade da mesma em aumentar facilmente de tamanho tende a gerar soluções espaciais melhores, mais adequadas e menos trabalhosas de serem executadas pelos moradores.

- É possível que elementos da própria unidade sejam rearranjados de maneira a otimizar sua durabilidade técnica com a durabilidade funcional da habitação, diminuindo assim a quantidade de energia consumida no ciclo de vida.
- O sistema utiliza materiais disponíveis localmente, de baixa energia embutida inicial, durabilidade técnica relativamente longa, modulados entre si e entre os outros sistemas, flexíveis e capazes de receberem determinarem diversos tipos de usos e funções. Tais características contribuem para que menos energia seja consumida ao longo do ciclo de vida.

5.2.6.6 Mobilidade

- Os elementos construtivos pertencentes às camadas que mais influenciam na conformação espacial dos ambientes da unidade são leves, de relativo fácil manuseio pelos moradores, de fácil conexão e desconexão e modulares entre si. Tais características permitem que espaços de maior qualidade sejam definidos, bem como menos energia seja despendida ao longo do ciclo de vida em função da otimização do ciclo de vida técnico dos elementos em relação ao ciclo de vida funcional da habitação.

5.3 Energia residual

Conforme a metodologia descrita no capítulo 3, tanto o ARTEFATO quanto o PROJETO PARÂMETRO foram avaliados energeticamente segundo Tavares (2006) e pelas camadas definidas por Brand (1994). Desta forma, foi possível verificar a existência ou não das estratégias de adaptabilidade, e sua implicação energética sobre a quantidade total de energia das edificações ao longo de seus respectivos ciclos de vida.

A fim de evidenciar a quantidade proporcional de energia que uma edificação deixa de utilizar devido ao seu ciclo de vida funcional ser menor que

o ciclo de vida técnico dos materiais, foi levantada a energia total que sobra, tanto no ARTEFATO quanto no PROJETO PARÂMETRO.

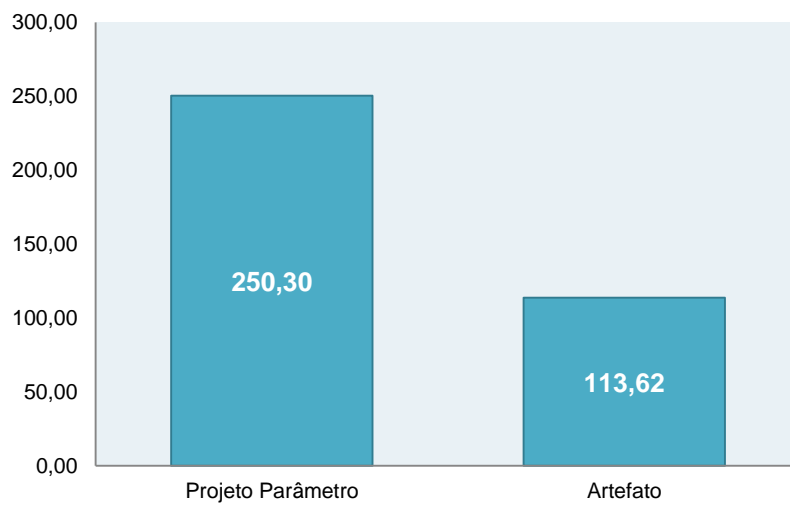
A divisão de camadas permitiu identificar se a energia excedente poderia ser aproveitada em outras edificações, através do reuso dos elementos e materiais de construção, ou se esta energia simplesmente foi perdida devido às limitações de reuso.

5.3.1 Energia total absoluta

Preliminarmente, é importante comparar a quantidade de energia absoluta total – *resultante da soma de todas as energias pré-operacionais, de manutenção e de demolição* – encontrada no ARTEFATO e no PROJETO PARÂMETRO. Apesar do título de energia absoluta, a energia de cocção e de equipamentos não foram computadas pois não possuem diferença significativa de valores nos projetos avaliados, são consumidas somente durante a operação do edifício e têm ordem de grandeza muito superior, fazendo com que a diferença de valores das outras energias ficasse pouco evidente. somente é consumida durante a operação dos edifícios, ela foi descartada desta somatória.

Conforme é demonstrado no gráfico abaixo, percebe-se que a quantidade absoluta de energia consumida pelo ARTEFATO ao longo de todo o ciclo de vida familiar de 50 anos é inferior a 50 % da quantidade consumida pelo projeto parâmetro.

Gráfico 9 Energia total absoluta final - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (GJ sem considerar energia operacional de equipamentos e cocção)



Fonte: O autor (2017)

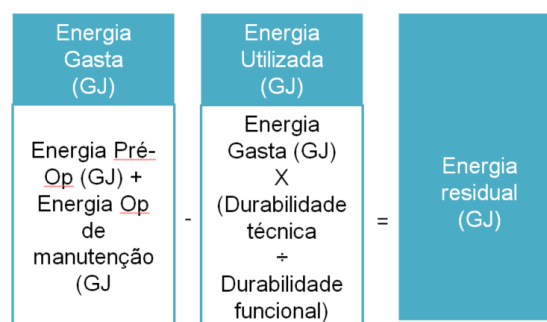
Verificam-se valores quase duas vezes maiores no PROJETO PARÂMETRO em relação ao ARTEFATO.

5.3.2 Energia absoluta x energia de sobra

5.3.2.1 Projeto parâmetro

Analisando-se a quantidade de energia de sobra – calculada a partir da subtração do valor de energia gasta de fato pela energia realmente utilizada, conforme a figura a seguir - em relação à energia absoluta total consumida pelo PROJETO PARÂMETRO ao longo do ciclo de vida, observa-se a seguinte proporção.

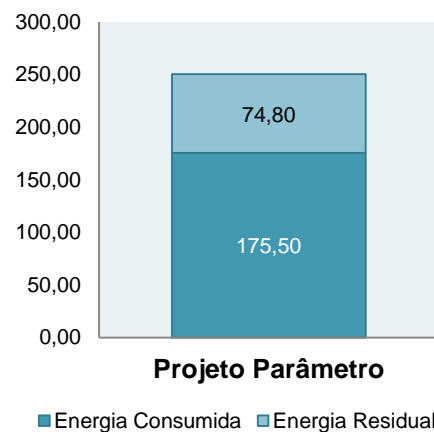
Figura 59 Cálculo da energia residual



Fonte: Adaptado de Tavares (2006).

Aproximadamente 75 GJ constitui-se em sobra energética, ou seja, energia que não vai ser efetivamente consumida pelo edifício dentro de seu ciclo de vida. Caso o projeto permitisse, essa mesma quantidade poderia ser reaproveitada na construção de outras edificações.

Gráfico 10 Energia total absoluta final e energia residual - PROJETO PARÂMETRO (GJ)



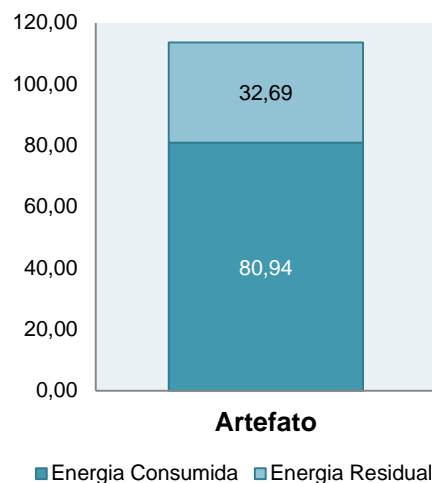
Fonte: O autor (2017)

Aproximadamente 75 GJ constitui-se em sobra energética, ou seja, energia que não vai ser efetivamente consumida pelo edifício dentro de seu ciclo de vida. Caso o projeto permitisse, essa mesma quantidade poderia ser reaproveitada na construção de outras edificações.

5.3.2.2 Artefato

Ao se analisar a quantidade de energia excedente em relação a energia absoluta total consumida pelo artefato durante seu ciclo de vida, observamos a seguinte proporção.

Gráfico 11 Energia total absoluta final e energia residual - ARTEFATO (GJ)



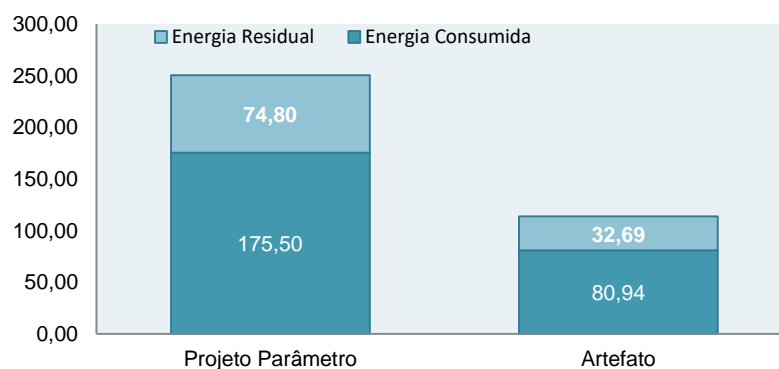
Fonte: O autor (2017)

Aproximadamente 33 GJ constitui-se em energia de sobra, ou seja, energia que não vai ser efetivamente consumida pelo edifício dentro de seu ciclo de vida e, que caso o projeto permitisse, poderia servir à outras edificações.

5.3.2.3 Reflexão

Nota-se que na situação ideal, na qual todos os elementos e materiais construtivos dos projetos pudessem ser totalmente reutilizados, a energia de sobra poderia ser utilizada para amortizar a quantidade de energia consumida por outras edificações construídas com estes materiais.

Figura 60 Comparação da energia residual no Projeto Parâmetro e no Artefato



Fonte: O autor (2017)

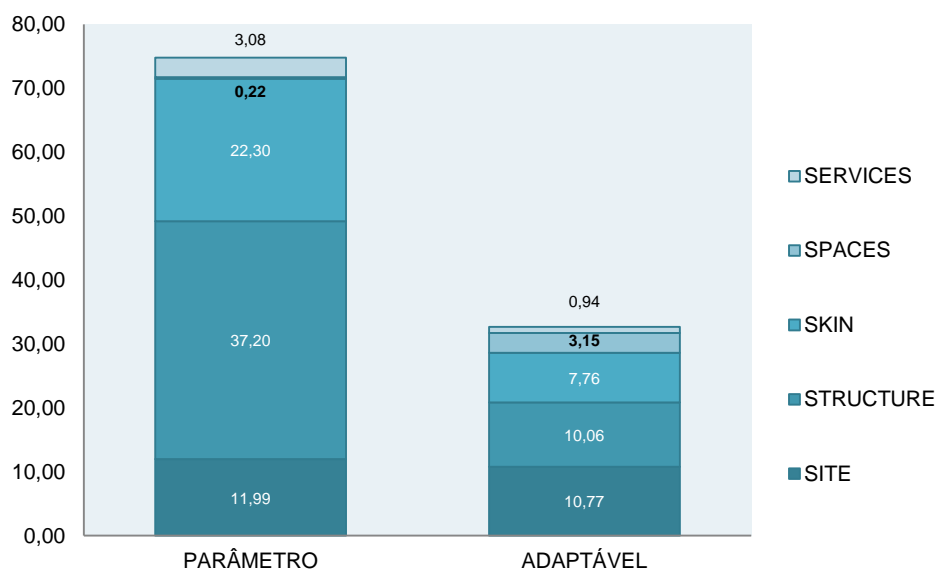
5.3.3 Energia de sobra por camadas

Com base na presença de estratégias de adaptabilidade nas camadas, juntamente com a análise da energia de sobra (residual), é possível comparar o PROJETO PARÂMETRO e o ARTEFATO para verificar qual dos dois é mais adaptável.

Vale ressaltar que o ARTEFATO foi identificado como um projeto que consome menos energia durante todo o ciclo de vida, muito em função da adoção das estratégias de adaptabilidade utilizadas em sua concepção. É possível também identificar qual a parcela dessa energia destinada a cada camada que se constitui em energia residual (de sobra) - e que poderia amortizar a energia embutida inicial de um outro edifício, construído com elementos e materiais reutilizados do próprio ARTEFATO.

No Gráfico 20 é demonstrada a energia de sobra (residual) de cada um dos projetos, e a respectiva parte que cada camada de Brand (1994) contém. Ressalta-se aqui que a energia de sobra está relacionada à durabilidade técnica do material: quanto mais tecnicamente durável ele é em relação à durabilidade funcional do edifício, maior será a quantidade de energia de sobra, uma vez que haveria um potencial de o próprio utilizado ser utilizado por um período mais longo. Por isso permitir que os materiais sejam reutilizados em futuras construções ajuda a destinar um uso profícuo para essa energia. Evita-se, portanto, desperdício energético.

Gráfico 12 Energia residual (de sobra) absoluta (GJ) - ARTEFATO X PROJETO PARÂMETRO (discriminação segundo camadas de Brand (1994))



Fonte: O autor (2017)

5.3.3.1 Camadas site e structure

As camadas SITE e STRUCTURE possuem em ambos os projetos elementos e materiais de construção de difícil reutilização, mesmo que, por muitas vezes, estes tenham durabilidade técnica muito superior a funcional.

Percebe-se também que ambas as camadas são responsáveis por uma parcela significativa da energia de sobra (residual) de ambos os projetos: mais de 20 GJ no ARTEFATO e quase 50 GJ no PROJETO PARÂMETRO – ver Gráfico 20.

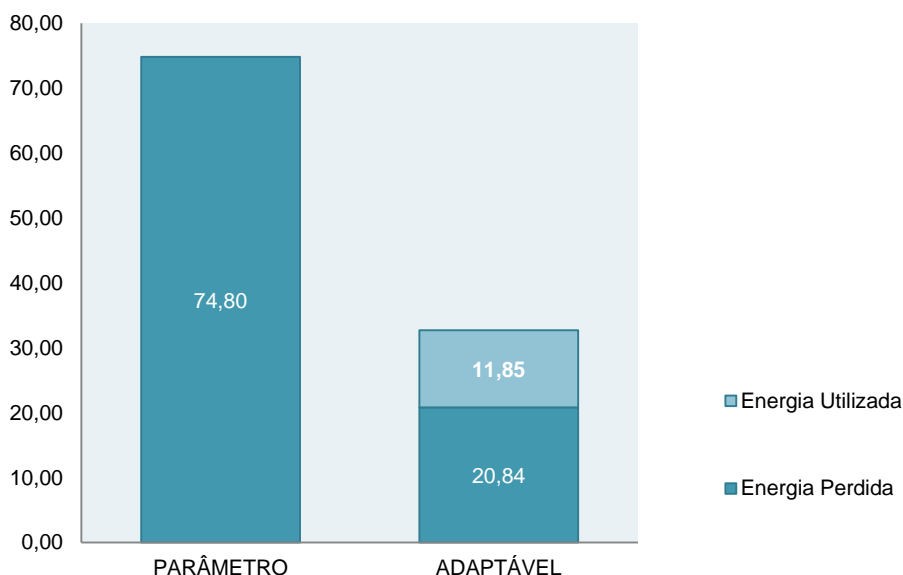
Para permitir que essa energia estivesse disponibilizada para uso em novas edificações no projeto do ARTEFATO, seria necessário a utilização de elementos em ambas as camadas visando facilitar sua instalação, desconstrução e remoção, de acordo com as características das estratégias de adaptabilidade. Uma possibilidade a adotar, seria realizar uma alteração no projeto, de maneira a definir tais elementos destas camadas como sendo pré-fabricados, modulares e sistematizados entre si - assegurando assim, a existência das estratégias de adaptabilidade.

Pelo fato de que o ARTEFATO ser construído em materiais mais leves, também seria possível afirmar que seus elementos de fundação seriam mais leves e menos dispendiosos em relação ao PROJETO PARÂMETRO.

5.3.3.2 Camadas skin, space e services

Em relação às três camadas restantes - SKIN, SPACE e SERVICES - estas são quase inteiramente projetadas utilizando-se das estratégias de adaptabilidade na proposta do ARTEFATO. Desta maneira, há maior probabilidade de se assegurar a reutilização, fácil montagem e desmontagem da maioria absoluta dos materiais e elementos – ver Figura 56. Vale ressaltar que, por serem constituídos em materiais de duração técnica mais curta, a exemplo da madeira, os elementos empregados nesse projeto acabam sendo adequados ao ciclo de vida do tipo de projeto habitacional proposto. Logo, a energia de sobra (residual) seria mais elevada se fossem utilizados materiais com durabilidade técnica maior.

Figura 61 Energia Reutilizável e Energia Perdida em ambos projetos



Fonte: O autor (2017)

Em relação ao PROJETO PARÂMETRO, percebe-se que a presença de um sistema de vedação e de delimitação de espaços internos atuando

simultaneamente como estrutura (*alvenaria estrutural*) prejudica o desempenho do projeto em relação à verificação das estratégias de adaptabilidade.

Constitui-se em difícil tarefa, realizar adaptações em projetos que empreguem tais materiais e soluções sem que ocorram danos capazes de inutilizar e inviabilizar o reuso dos mesmos em novas construções. Desta maneira, a bastante elevada energia de sobra (residual) do projeto acaba sendo desperdiçada.

6. CONCLUSÕES

PROBLEMA		PRESSUPOSTOS	CAPÍTULO 1
causas	<ul style="list-style-type: none"> Produção de habitações de interesse social em massa – repetição; Inadequação às famílias, cada vez mais diferentes entre si; Inadequação ao longo do tempo – ciclo de vida familiar; 	<ul style="list-style-type: none"> Habitações de Interesse Social mais facilmente adaptáveis têm durabilidade funcional mais longa, diminuindo-se o impacto ambiental (DURMISEVIC, 2006) – energia consumida o longo do seu ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis são mais adequadas às diferentes necessidades familiares e às diferentes necessidades ao longo do ciclo de vida; HIS mais facilmente adaptáveis geram moradias de maior qualidade técnica, funcional e estética. 	<ul style="list-style-type: none"> Problemática; Definição do objetivo; Pressupostos; Justificativas; Seleção da estratégia de pesquisa; Mapa da Pesquisa Planejamento da Pesquisa
consequências	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldades de realização de adaptações; Adaptações de baixa qualidade técnica, funcional e estética; Desperdício de materiais; Potencial de reuso, reaproveitamento ou reciclagem perdido; Aumento significativo no consumo energético ao longo do ciclo de vida. 		
PROBLEMA DE PESQUISA		ESTRATÉGIA	CAPÍTULO 2
Como a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto de uma habitação de interesse social implicam na quantidade energia consumida ao longo de seu ciclo de vida?		<ul style="list-style-type: none"> Design Science Research Como a habitação adaptável poderia ser? Como é seu desempenho em relação a uma HIS convencional? 	<ul style="list-style-type: none"> Habitação de Interesse Social Perfil dos moradores Ciclo social dos moradores Principais ambientes Recomendações
OBJETIVO			
Verificar as implicações sob o ponto de vista da análise do ciclo de vida energético da presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto de habitação de interesse social em relação a uma unidade de habitação não adaptável.			<ul style="list-style-type: none"> Adaptabilidade Estratégias de adaptabilidade Adaptabilidade e Ciclo de vida energético Durabilidade funcional x durabilidade técnica
ITENS A SEREM PESQUISADOS			
HIS ADAPTÁVEL	HIS CONVENCIONAL	CICLO DE VIDA	<ul style="list-style-type: none"> HIS adaptáveis Recomendações para o projeto de HIS adaptáveis
<ul style="list-style-type: none"> Como projetar uma HIS adaptável? Estratégias para o projeto adaptável? 	<ul style="list-style-type: none"> Qual a realidade da HIS brasileira? Perfil dos moradores Adaptações feitas e principais problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ciclo de vida familiar. Adaptações ao longo do ciclo de vida. 	
OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	CAPÍTULO 3
Desenvolvimento de uma HIS adaptável:	Identificação de um projeto convencional de parâmetro:	Simulação das adaptações realizadas ao longo do ciclo de vida familiar.	<ul style="list-style-type: none"> Diretrizes para o desenvolvimento dos projetos Diretrizes para as adaptações nos projetos ao longo do ciclo de vida familiar Como fazer a análise da adaptabilidade nos projetos Como fazer a análise do ciclo de vida energético
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		
ARTEFATO	PROJETO PARÂMETRO		CAPÍTULO 4
Nova HIS, mais adaptável.	HIS convencional com técnicas e materiais tradicionais.		<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma HIS adaptável Identificação de uma HIS convencional Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida
Desenvolvimento de nova HIS	Seleção de HIS convencional		
PROJETO PARÂMETRO			CAPÍTULO 5
Simulação das adaptações ao longo do ciclo de vida familiar em ambos projetos			<ul style="list-style-type: none"> Análise da adaptabilidade nos projetos Análise do ciclo de vida energético
AVALIAÇÃO			
Análise da presença das estratégias de adaptabilidade	Análise do ciclo de vida energético (TAVARES, 2006).		CAPÍTULO 5
VALIDAÇÃO DO ARTEFATO			<ul style="list-style-type: none"> Conclusões sobre o objetivo Conclusões sobre o método Recomendações para novas pesquisas
Validação do ARTEFATO (ou invalidação)	Validação do objetivo de pesquisa		
	Comunicação dos resultados		

6.1 Conclusões em relação ao objetivo da pesquisa

O objetivo desta pesquisa era verificar as implicações da presença de estratégias de adaptabilidade no ciclo de vida energético de uma habitação de interesse social no Brasil. Pressupunha-se, baseado nas justificativas apresentadas no Capítulo 1, bem como na teoria e conhecimento levantado junto à revisão bibliográfica, que projetar utilizando tais estratégias resultaria em uma edificação – unidade de habitação de interesse social, no caso deste trabalho - que tivesse um desempenho energético superior em relação a uma edificação convencional ao longo de seu ciclo de vida.

Antes de correlacionar a existência de estratégias e adaptabilidade com o desempenho energético, são expostas a seguir algumas conclusões com relação à análise de ciclo de vida energético conduzida nas unidades utilizadas nesta pesquisa, bem como as respectivas análises de adaptabilidade.

6.1.1.1 Desempenho na análise da adaptabilidade

Na análise de adaptabilidade realizada tanto no ARTEFATO quanto no PROJETO PARÂMETRO, ficou evidente que o projeto concebido utilizando-se das estratégias de adaptabilidade teve um desempenho superior.

Uma vez que a análise foi feita a partir das camadas que compõem uma edificação definidas por Brand (1994), é possível dizer que o ARTEFATO é parcialmente adaptável, uma vez que três (skin, services e space) das cinco (site, structure, skin, services e space) camadas analisadas foram consideradas adaptáveis.

Já o PROJETO PARÂMETRO não teve nenhuma de suas camadas classificadas como sendo totalmente adaptável, o que resultou na conclusão de que o mesmo não é um edifício adaptável.

Algumas observações devem ser feitas, no entanto:

- A análise da adaptabilidade feita dividindo-se os elementos que compõem o projeto gera resultados mais precisos do que uma análise

generalizada pois uma edificação é composta por vários materiais e sistemas construtivos que possuem diferentes graus de adaptabilidade;

- A análise da adaptabilidade dividindo-se a edificação em 5 partes diferentes, de acordo com a classificação das camadas que compõem uma edificação definidas por Brand (1994), mostrou-se bastante pertinente uma vez que os vários materiais, elementos e sistemas que conformam cada uma das camadas apresentam muitas similaridades entre si do ponto de vista de adaptabilidade.
- Todavia, como existem materiais, elementos e sistemas em camadas consideradas como sendo adaptáveis que não são de fato adaptáveis, para resultados mais precisos da análise de adaptabilidade seria necessário avaliar não somente material por material, mas também elemento por elemento – uma vez que existem materiais que se apresentam tanto em formato de elementos construtivos adaptáveis e não adaptáveis.
- No entanto, a quantidade de materiais, elementos e sistemas não adaptáveis presentes em camadas avaliadas como sendo adaptáveis foi, de um ponto de vista estatístico, não muito significativa.

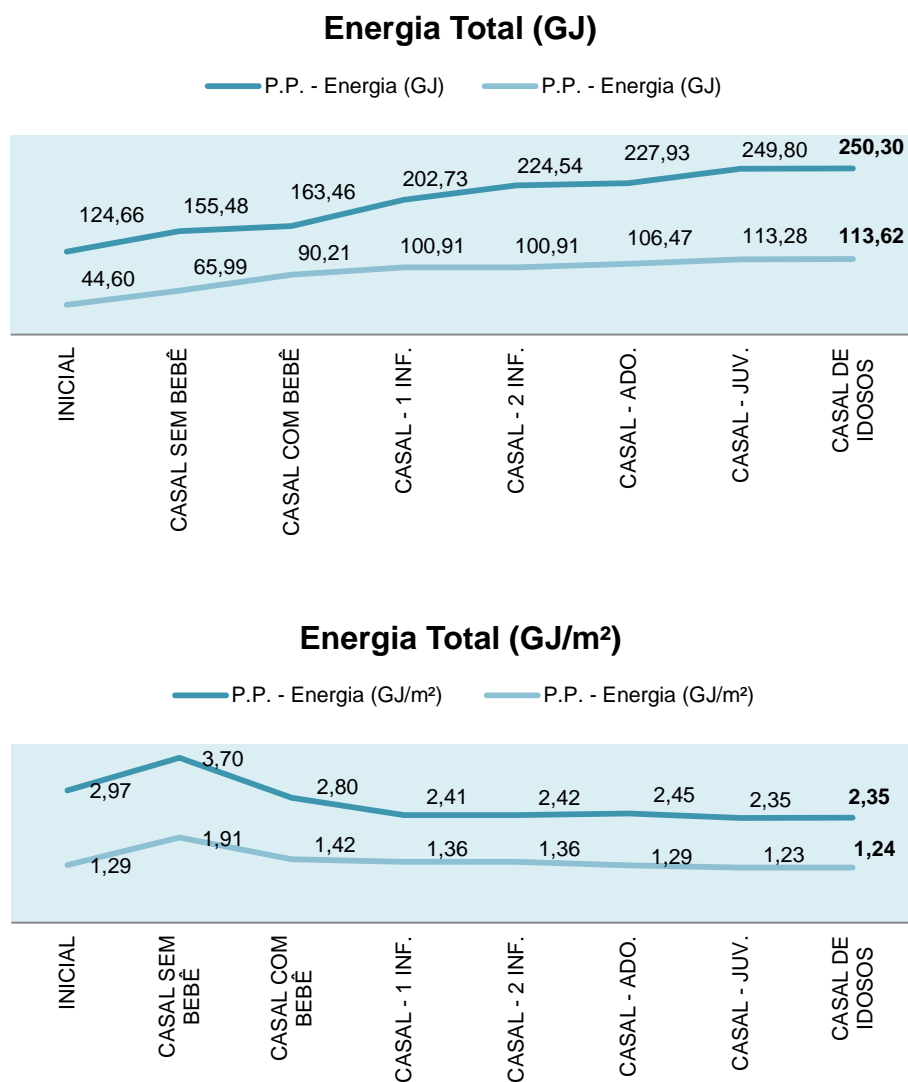
6.1.1.2 Desempenho na análise de ciclo de vida energético

Com relação à análise de ciclo de vida energético conduzida, pôde-se concluir que o ARTEFATO possui um desempenho superior em quase 100% se comparado com o PROJETO PARÂMETRO.

Tanto os valores absolutos de energia calculados quanto os valores relativos (razão entre a energia absoluta e a área de cada um dos projetos) são menores para o ARTEFATO, como já foi demonstrado no capítulo anterior.

Enquanto o PROJETO PARÂMETRO tem um consumo energético previsto ao longo do seu ciclo de vida próximo de 250 GJ, este valor é de apenas 113,62 GJ para o ARTEFATO. Em termos relativos, são 2,35 GJ/m² para o PROJETO PARÂMETRO e 1,24 GJ/m² para o ARTEFATO.

Figura 62 Energia total absoluta e relativa dos projetos



Fonte: O autor (2017)

6.1.1.3 Implicações da presença de estratégias de adaptabilidade no desempenho energético

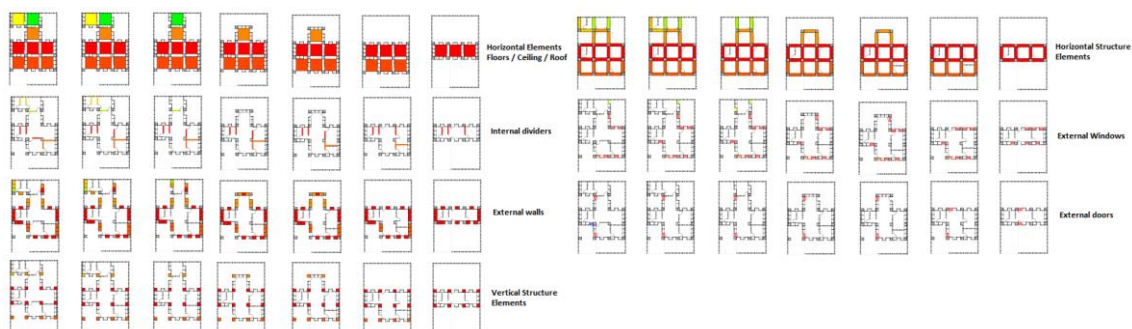
Com base nas análises realizadas na pesquisa, é possível correlacionar a presença das estratégias de adaptabilidade em três camadas com a melhora no desempenho energético do projeto do ARTEFATO?

Sim. A presença de estratégias de adaptabilidade foi um dos principais fatores que levou a melhora de desempenho do projeto do ARTEFATO em relação ao PROJETO PARÂMETRO.

Desde o uso de materiais leves, portáteis e de fácil acesso aos moradores, como a madeira, até a presença de módulos e sistemas intercambiáveis, bem como a minimização do número de elementos distintos e a quase ausência de conexões químicas entre os materiais, vários foram os fatores que contribuíram para que o ARTEFATO consumisse menos energia ao longo do ciclo de vida energético.

Os diagramas apresentados no capítulo anterior e repetidos a seguir mostram como a existência de estratégias de adaptabilidade evitou que novos materiais tivessem que ser introduzidos no ARTEFATO conforme as adaptações eram realizadas pelos moradores.

Figura 63 Diagrama de reutilização dos elementos no projeto ARTEFATO



Fonte: O autor (2017)

Caso o mesmo projeto ARTEFATO tivesse as mesmas modificações simuladas, mas ao invés de se utilizar dos elementos adaptáveis fosse necessária a introdução de novos materiais, os valores de energia seriam notadamente mais elevados.

O PROJETO PARÂMETRO, uma vez que não possui nenhuma de suas camadas construtivas classificadas como adaptáveis, recebeu a introdução de novos materiais sempre que uma adaptação era feita. Devido às ligações químicas e à inviabilidade de se reutilizar os elementos construtivos que tinham que ser removidos devido às adaptações, mesmo aqueles que poderiam ser considerados como elementos adaptáveis acabaram sendo danificados e computados como resíduo.

Portanto, é possível dizer que havia um potencial de energia – já mencionado anteriormente nesta pesquisa e chamado de ENERGIA

RESIDUAL – que poderia ainda ser utilizado, fosse no próprio PROJETO PARÂMETRO ou fosse em uma nova edificação.

No entanto, é necessário fazer algumas ressalvas com relação ao impacto que as estratégias de adaptabilidade tiveram na melhora de desempenho do ARTEFATO:

- Enquanto que o ARTEFATO possui boa parte de seus elementos classificados como adaptáveis sendo constituídos em materiais de menor quantidade de energia embutida inicial, como a madeira, o PROJETO PARÂMETRO é construído majoritariamente em materiais com energia embutida inicial mais elevada. Além disso, os materiais de energia embutida mais baixa utilizados no ARTEFATO são mais leves, enquanto que os materiais de energia embutida mais elevadas utilizados no PROJETO PARÂMETRO possuem uma maior quantidade de massa. Uma vez que a energia embutida é calculada pelo produto de um valor por quantidade de massa e a massa total do material, é natural que o PROJETO PARÂMETRO possua valores bem mais elevados ao final do ciclo de vida energético;
- Todavia, quando considera-se que as estratégias de adaptabilidade atestam e recomendam o uso de materiais mais leves, de mais fácil conexão entre si, disponíveis localmente e de fácil uso, manuseio e montagem por parte dos moradores, não há como não acreditar que materiais de mais baixa quantidade de energia embutida inicial como a madeira estejam sendo indiretamente recomendados;
- Mesmo se materiais como o aço, que possui uma quantidade de energia embutida inicial por quantidade de massa bastante elevada, fosse utilizado, ainda assim os valores seriam inferiores ao do PROJETO PARÂMETRO, uma vez que haveria a necessidade do uso de bem menos material – e este seria utilizado essencialmente nos perfis estruturais, cabendo à madeira, placas cimentícias ou outros revestimentos leves fazer as vezes de elementos de vedação;
- Além disso, como já citado anteriormente, uma eventual comparação entre o ARTEFATO com as adaptações feitas reutilizando-se os elementos construtivos quando possível e o ARTEFATO onde os

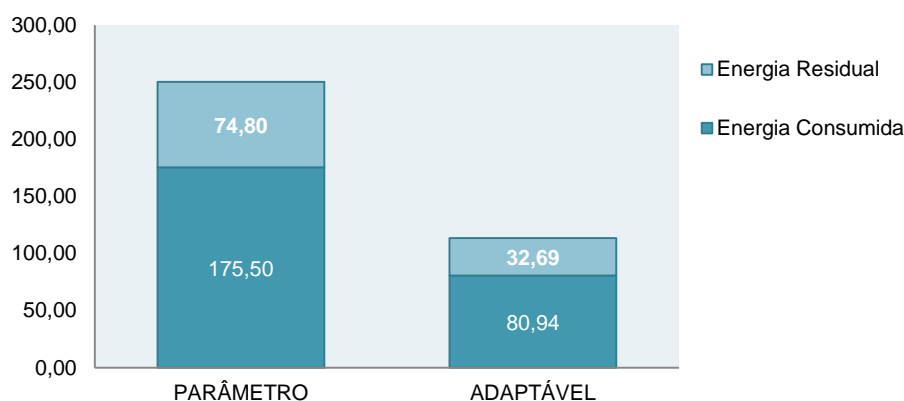
elementos nunca fossem reutilizados, por mais que eles sejam adaptáveis, resultaria em diferenças de valores significativas no que tange o desempenho energético ao longo do ciclo de vida.

Logo, é possível concluir que a presença de estratégias de adaptabilidade em um projeto tem o potencial de reduzir significativamente a quantidade de energia consumida por uma edificação ao longo do ciclo de vida, uma vez que evita que novos materiais e elementos construtivos tenham que ser inseridos no sistema sempre que uma modificação ou adaptação tenha que ser conduzida afim de evitar a obsolescência funcional do espaço.

6.1.2 Energia residual

Quando se analisa a quantidade de energia residual – de sobra - de cada uma das camadas, tanto do ARTEFATO quanto do PROJETO PARÂMETRO, verifica-se que essa quantidade de energia é mais de duas vezes superior no projeto sem estratégias de adaptabilidade, atingindo valores de 74,8 GJ contra 32,69 GJ.

Figura 64 Energia consumida X energia residual

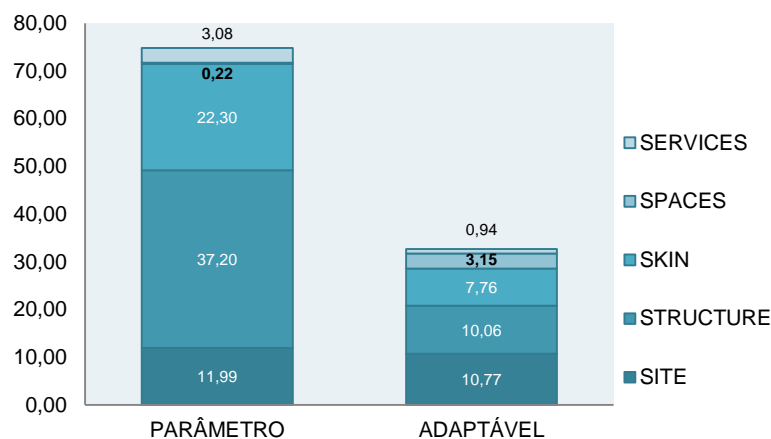


Fonte: O autor (2017)

Quando se distribui essa quantidade de energia residual pelas camadas, é possível identificar quanta parte dela poderia ser reutilizada em uma nova edificação em função da existência das estratégias de adaptabilidade.

No PROJETO PARÂMETRO, a integridade da energia residual seria simplesmente perdida ao final da durabilidade funcional da HIS. Em outras palavras, materiais que ainda têm o potencial de serem utilizados seriam demolidos e virariam resíduos de construção civil. Em contrapartida, três camadas do ARTEFATO possuem estratégias de adaptabilidade, o que permitiria que essa energia residual presente nas mesmas pudesse ser eventualmente utilizada em novas edificações.

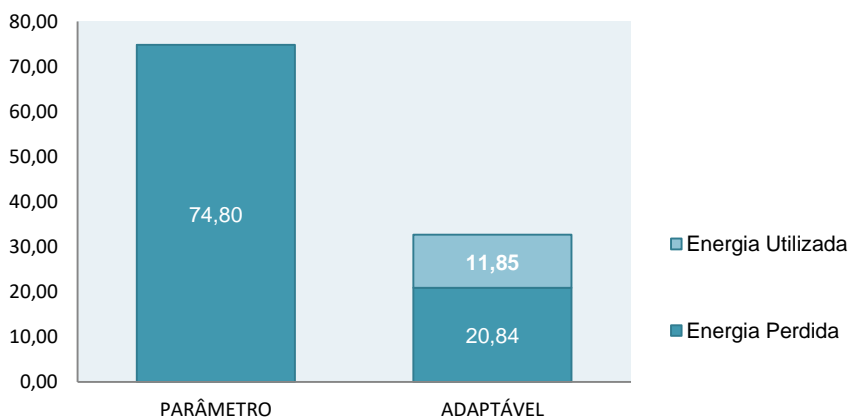
Figura 65 Energia residual por camada



Fonte: O autor (2017)

No ARTEFATO 11,85 GJ dos 30,39 GJ totais de energia residual teriam o potencial de serem reutilizados em função da presença de estratégias de adaptabilidade, enquanto que para o PROJETO PARÂMETRO, a integridade dos 74,8 GJ de energia residual seria perdida.

Figura 66 Energia utilizada X energia perdida



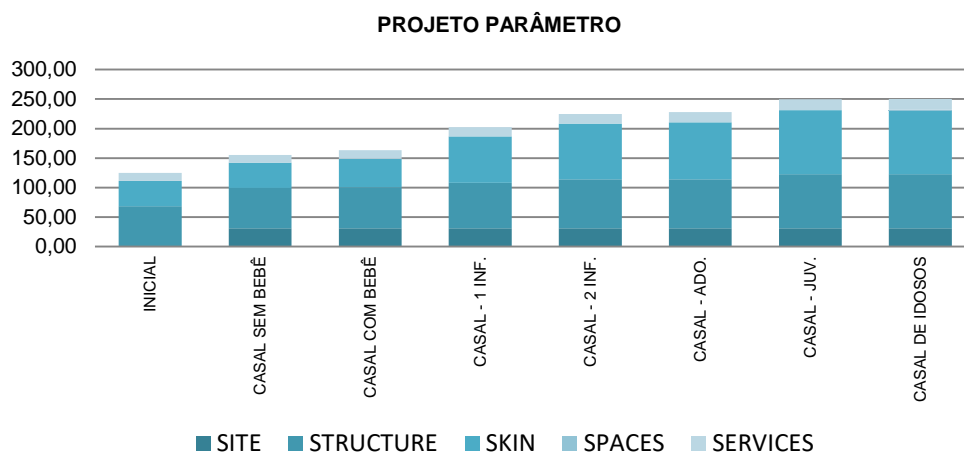
Fonte: O autor (2017)

6.1.3 Adaptações e a ACVe

A maior parte dos estudos científicos que realizam Análise de Ciclo de Vida Energético em edificações não leva em consideração as adaptações realizadas nas edificações avaliadas ao longo do ciclo de vida. Embora as mesmas sejam difíceis de serem previstas, tentar estimar como elas ocorrerão e considerar tais modificações é extremamente importante para que se tenha um resultado mais próximo da realidade durante a condução da análise.

Os gráficos a seguir demonstram como houve variação na quantidade de energia por cada uma das camadas que conformam as unidades habitacionais simuladas ao longo do ciclo de vida, conforme ocorriam adaptações nas mesmas. Uma vez que a área inicial das unidades praticamente triplicou de tamanho, desconsiderar tais valores para o cálculo geraria resultados bastante distorcidos em relação à realidade.

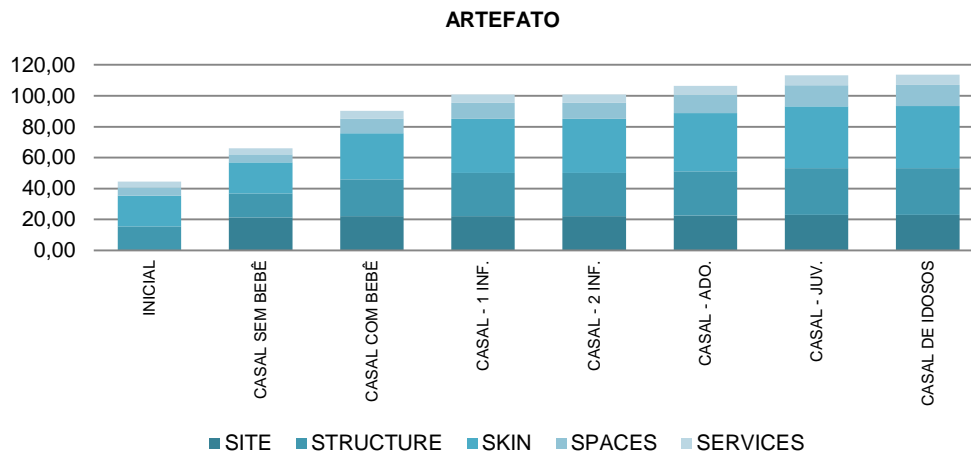
Figura 67 Evolução do consumo energético por camada PROJETO PARÂMETRO



Fonte: O autor (2017)

Percebe-se que no PROJETO PARÂMETRO a porcentagem de energia na camada SKIN por conta das adaptações ao longo do ciclo de vida aumenta significativamente. No estágio INICIAL, a energia gasta na camada STRUCTURE, por exemplo, é superior proporcionalmente à gasta na camada SKIN. Já no último estágio, a proporção de energia gasta na camada SKIN supera a da camada STRUCTURE.

Figura 68 Evolução do consumo energético por camada ARTEFATO



Fonte: O autor (2017)

No projeto do ARTEFATO também há uma variação significativa na quantidade de energia gasta nas camadas conforme o ciclo de vida da edificação se desenvolve. No entanto, quando comparamos proporcionalmente esta evolução, percebe-se que elas se mantêm relativamente constante, principalmente se comparada com o PROJETO PARÂMETRO, onde uma camada passa a consumir muito mais energia – proporcionalmente – que consumia nos estágios mais iniciais.

Fica evidente em ambos os gráficos a necessidade de se levar em conta as adaptações realizadas nas edificações na hora de realizar uma análise de ciclo de vida energético mais precisa, uma vez que a quantidade de energia aumenta substancialmente em função das modificações realizadas – principalmente no caso de expansões, a forma de adaptação mais comum em Habitações de Interesse Social brasileiras.

6.2 Conclusões em relação ao método de pesquisa

Dada à escassez de trabalhos que tenham feito a análise de ciclo de vida energético de habitações de interesse social ao longo do ciclo de vida familiar, bem como a ausência de estudos semelhantes em unidades de HIS

adaptáveis, a utilização da Design Science Research para a verificação das implicações da presença de estratégias de adaptabilidade em projetos do tipo pode ter sido considerada bem-sucedida.

Além disso, a DSR permite a experimentação e a inovação a partir do momento que faz com quem a conduza tenha que usar a teoria e o conhecimento existente de maneira a imaginar um cenário futuro. No caso específico desta pesquisa, o cenário futuro é representado por um artefato, a nova HIS desenvolvida. E havendo obrigatoriamente a necessidade de que este artefato seja testado e validado segundo métodos de avaliação embasados cientificamente, percebe-se que muito conhecimento pode ser retirado e generalizado a partir tanto do processo de criação do artefato, como também do processo de avaliação do mesmo.

Dentro do que era pressuposto da pesquisa, o artefato desenvolvido acabou por validar grande parte da teoria utilizada como referência para o seu desenvolvimento, além de permitir a conclusão de insights interessantes relativos à energia de sobra, até então ausente de trabalhos científicos do tipo.

6.2.1 Estrutura da pesquisa

- Embora exista vários trabalhos recentes descrevendo a Design Science Research e suas respectivas fases, percebeu-se que adaptações precisaram ser feitas ao longo do desenvolvimento da presente pesquisa de maneira a melhor adequar a estrutura da DSR ao objetivo do trabalho.
- Há uma curva de aprendizado durante o desenvolvimento do trabalho, o que faz com que alterações e adaptações tenham que ser feitas durante a execução da pesquisa.

6.2.2 Replicabilidade da DSR

- Pela necessidade de realizar pequenas modificações na estrutura da DSR sugerida pela bibliografia, é necessário que outros autores compreendam a lógica por trás do método antes de tentar replicar a mesma estrutura utilizada neste trabalho. É possível que passos e etapas utilizadas aqui não sejam pertinentes para uma nova pesquisa, e vice-versa.
- Ainda assim é possível dizer que, devido à teoria da classe de problemas, muitas das conclusões obtidas neste trabalho são generalizáveis para trabalhos semelhantes em que as unidades de análise sejam diferentes. Para tanto seria necessário que os critérios utilizados tanto para o projeto do novo artefato, escolha do projeto parâmetro, simulação das adaptações e análise de ciclo de vida energético e de estratégias de adaptabilidade fossem seguidas conforme a presente pesquisa.

6.2.3 Adequação em relação ao objetivo

- A presente DSR foi capaz de demonstrar uma correlação entre a existência das estratégias de adaptabilidade e sua respectiva influência na quantidade de energia despendida ao longo do ciclo de vida energético de uma HIS.
- Mais do que isso, a presente pesquisa foi capaz de dar uma noção quantitativa além da qualitativa das implicações da presença de estratégias de adaptabilidade em HIS.

6.2.4 Validação do artefato

- A utilização de métodos de análise como a Análise de Ciclo de vida Energético segundo Tavares (2006), e a verificação das estratégias de adaptabilidade de Schmidt (2009) permitiu verificar de fato as implicações das estratégias de adaptabilidade em um projeto de HIS. Essa verificação foi qualitativa e quantitativa.

- Obteve-se informações relevantes para a melhoria do Artefato já na sua primeira avaliação. Caso um segundo Artefato fosse desenvolvido levando em conta as melhorias passíveis de serem feitas no primeiro, os resultados de desempenho energético e de adaptabilidade verificados poderiam ser ainda mais satisfatórios.

6.2.5 Conhecimento gerado

- Foi possível validar a teoria relativa às recomendações para HIS adaptáveis, pesquisada durante a fase de revisão bibliográfica.
- Verificou-se ainda a importância de se poder reutilizar os materiais de construção até o limite de sua vida útil técnica, de maneira a fazer com que essa se aproxime o máximo possível da vida útil funcional da edificação em que são empregados.
- Verificou-se ainda a noção de energia de sobra, representada pelos materiais com durabilidade técnica superior à durabilidade funcional, que se utilizados em projetos adaptáveis, poderiam ser reutilizados, empregando de maneira mais eficiente a energia despendida neles. Além disso, haveria ainda uma mitigação em parte dos valores do ciclo de vida energético da nova construção feita com estes mesmos.

6.3 Recomendações para pesquisas futuras

- Valendo-se do uso da mesma metodologia aplicada neste trabalho, aprofundar os estudos levando em conta simulações térmicas e lumínicas, a fim de buscar demonstrar diferenças significativas de desempenho na energia operacional entre as unidades analisadas;
- Desenvolver, implementar e avaliar alternativas de unidades habitacionais adaptadas utilizando-se o mesmo sistema construtivo utilizado no desenvolvimento do ARTEFATO, com a finalidade de verificar *in situ* sua real potencialidade de implementação em larga escala;

- Utilizar alternativamente, materiais de elevada durabilidade técnica e que, ao mesmo tempo, estejam contemplados pelas estratégias de adaptabilidade, de modo a propiciar a investigação e mensuração dos impactos de amortização da energia embutida inicial e da energia de manutenção que podem ocorrer nas novas edificações construídas com a reutilização destes elementos;
- Desenvolver de forma mais aprofundada e detalhada um modelo capaz de segregar e quantificar os valores da energia de sobra (residual), com o potencial de ser reaproveitada, através da reutilização de elementos construtivos em novas edificações;
- Desenvolver um método genérico, passível de ser aplicado na análise de vários outros tipos de edificações, com a finalidade de avaliar as estratégias de adaptabilidade e suas implicações no impacto ambiental.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPTABLE FUTURES. **Universidade de Loughborough**. Disponível em: < <http://adaptablefutures.com/our-work/toolkit/> >. Acesso em maio de 2016.

ALVES, José Eustáquio Diniz; CAVENAGHI, Suzana. Tendências demográficas dos domicílios e das famílias no Brasil. **Aparte Inclusão Social em Debate**. UFRJ. 2012.

BARTH, Fernando; VEFAGO, Luiz Henrique. Desconstrução e potenciais de reciclabilidade nas edificações. **Arquitextos – Reciclagem**. 177.06. Fevereiro. 2015.

BRANDÃO, Douglas Queiroz. Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 73-96, ab. /jun. 2011.

BRAND, Stewart. How buildings learn: What happens after they're built. **Penguin Books**. Nova Iorque. 1994.

BRASIL. Habitação de Interesse Social. **Caixa Econômica Federal**. Disponível em: http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_de_repasse_do_OGU/habitacao_interesse_social.asp. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL, Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável. **Caixa econômica Federal**. Páginas e Letras Editora Gráfica. São Paulo, 2010.

BRASIL. Demanda futura por moradias no Brasil 2003-2023: uma abordagem demográfica Elzira Lúcia de Oliveira, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto Brasília: **Ministério das Cidades**, 2009

BRASIL. Ministério das Cidades/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida**/editado por Fernando Garcia de Freitas e Érica Negreiros de Camargo – Brasília, DF: MCIDADES; SNH; SAE-PR; IPEA, 2015 120 p., 27 cm

BRASIL. **Déficit habitacional no Brasil 2011-2012** / Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações – Belo Horizonte, 2015.

BRASIL. Lei número 11124, de 16 de junho de 2005. **Presidência da República**. 2005.

BULOW, Jeremy. An economic theory of planned obsolescence. **Q J Econ** 101 (4). 729 – 749. 1986.

COUTO, Armanda Bastos, *et al.* Desconstrução – uma ferramenta para sustentabilidade da construção. **6º Seminário Brasileiro da Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. São Paulo, Brasil, 2006 – “NUTAU 2006: inovações tecnológicas”. [São Paulo: NUTAU, 2006]

DIGIACOMO, M. C. Estratégias de Projeto para Habitação Social Flexível. 2004. 163 f. Florianópolis. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

DUFFY, Francis; HENNEY, Alex. **The Changing City**. Londres: Bullstrode. 1989 p. 61.

DURMISEVIC, E. Transformable Building Structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction. **Tese** (doutorado). Universidade Técnica de Delft, Holanda, 2006.

ENGEL, Priscila Ritzmann; TELLI, Francieli Hang. Habitação de Interesse Social – Casa Concreto PVC. **Tecnologias Sustentáveis Integradas – Portal Virtuhab**. UFSC. 2012.

FIORENTINO, Giovanni; BROSSI, Lucas; AMELONG, Ivan; CAMPANATTI, Ciro. **As oito grandes tendências de crescimento até 2020**. Bain & Company, Inc. 2012.

FISCHER, Susana; SANTOS, Aguinaldo dos. Implicação da expansão das habitações de interesse social no design do equipamento interno. In: **WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3.**, 2003, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFMG/USP, 2003.

GONÇALVES, Robson. **Ciclo e tendência na construção civil**. FGV Projetos. 2015.

GRINELL, R., AUSTIN, S. and DAINTY, A. (2011b) Reconciling low carbon agendas through adaptable buildings, Paper to be presented at the **27th Annual Conference of the Association of Researchers for Construction Management conference**, Bristol, UK, 5-7 September.

IPEA. Caderno de Diagnóstico: **Resíduos da Construção Civil**. Agosto, 2011.

JUNIOR, C. A. G.; DUTRA, R. L.; LOPES, R. L.; RODRIGUES, R. L. O impacto do Programa Minha Casa Minha Vida na economia brasileira: uma análise insumo-produto. **Ambiente Construído**. Porto Alegre. V. 14. N. 1. P 177 – 189. Março de 2014.

KELLY, G., SCHMIDT III, R., DAINTY, A. and STORY, V. (2011b) Improving feedback through matching architectural values, Paper to be presented at the **27th Annual Conference of the Association of Researchers for Construction Management conference**, Bristol, UK, 5-7 September.

KOLCABA, Katherine Y; KOLCABA, Raymond J. An analysis of the concept of comfort. **Journal of Advanced Nursing**. 16. 1301 – 1310. 1991.

LAMBERTS, Roberto; TRIANA, Andrea; FOSSATI, Michele; OLIVEIRA, Juliana. Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. **Laboratório de eficiência energética em edificações** – Engenharia Civil – UFSC, Florianópolis, 2007.

LARCHER, José Valter Monteiro. Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social. **Dissertação**. UFPR. Curitiba. 2005.

LIMA, Zélia Brito. A questão da habitação. **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**. 2010.

MANEWA, A., PASQUIRE, C., GIBB, A. and SCHMIDT III, R. (2009b) A paradigm shift towards whole life analysis in adaptable buildings, In **proceedings of the CIB Changing Roles: New Roles; New Challenges conference**, Noordwijk, The Netherlands, 5-9 October.

LUCENA, Karina de Castilhos. Uma fenomenologia da imaginação através do espaço. **Revista eletrônica de crítica e teorias de literaturas**. PPG-LET-UFRRGS. Porto Alegre. Vol 3. N 1. Janeiro de 2007.

MARROQUIM, Flávia Maria Guimarães. Flexibilidade espacial em projetos de habitações de interesse social. **Dissertação** (mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade federal de Alagoas. Julho de 2007.

MARTUCCI, Ricardo; BASSO, Admir. Uma visão integrada da análise e avaliação de conjuntos habitacionais: aspectos metodológicos da pós-ocupação e do desempenho tecnológico. **Coletânea Habitare - vol. 1 - Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social**. 2002.

NASCIMENTO, Denise Morado; TOSTES, Simone Parrela. Programa Minha Casa Minha Vida: a (mesma) política habitacional no Brasil. **Arquitetextos**. 133.03. ano 12. Junho de 2011.

PALERMO, C. et al. Habitação Social: Uma visão projetual. In: **Colóquio de Pesquisas em Habitação**, 4, 2007.

PEREIRA, Gabriela Moraes. Funcionalidade e qualidade dimensional na habitação: Contribuição à NBR 15.575/2013. 2013. 214 f. Florianópolis. **Tese** (Doutorado em Arquitetura) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PINTO, T.P.; GONZÁLES, J.L.R. Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Volume 1 – **Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília. CAIXA, 2005.

REINO UNIDO. Definitions of general housing terms. **Governo do Reino Unido**. Disponível em <https://www.gov.uk/guidance/definitions-of-general-housing-terms>> Acesso em fevereiro de 2017.

STINGHEN, Andrea Berriel Mercadante. Arquitetura de madeira: reflexões e diretrizes de projeto para concepção de sistemas e elementos construtivos. **Tese** (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

SZÜCS, Carolina Palermo. O Ensino sobre projeto habitacional como veículo de conscientização do futuro arquiteto. **X Encontro anual da união latino-americana de cátedras de vivenda**. UFSC, 2004.

TAVARES, S. F. Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras. **Tese** (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

8. APÊNDICES

VIGAS								727,79		135,93		98,75		40,69		1003,17				772,97				73,79		135,93		209,73		1985,86				35,52		2021,38	
STRUCTURE - ESTRUTURA								51,98		9,71		7,05		2,91		71,65				55,21				5,27		9,71		14,98		141,85				2,54		144,38	
Peças eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	49	1,96	1	18,48096	0,0354	24,84	2	1,76	0,13	3,23	4,99	36,96	36,2268	0,74									
Peças transversais eucalipto dunnii	m³	0,00675	690	4,6575	0,5	2,33	0,13	0,61	15,00%	0,3493125	0,26	0,1816425	3,47	25	49	1,96	1	3,46518	0,0354	4,66	2	0,33	0,13	0,61	0,94	6,93	6,91725	0,14									
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0648	690	44,712	0,5	22,36	0,13	5,81	15,00%	3,3534	0,26	1,743768	33,27	25	49	1,96	1	33,265728	0,0354	44,71	2	3,17	0,13	5,81	8,98	66,53	66,2064	1,33									
Parafusos	um.	48	0,01	0,48	31	14,88	0,13	0,06	10,00%	1,488	0,26	0,01248	16,44	50	49	0,98	0	0	0,0354	0,48	1	0,02	0,13	0,06	0,08	16,44	16,31402	0,33									

SKIN 4863,54 4512,73 567,89 9944,16 1856,63

VEDAÇÃO 240X80X60								1020,16		140,61		128,51		41,90		1331,18				1331,18				76,58		140,61		217,19		2879,54				334,98		3214,53	
STRUCTURE - ESTRUTURA								204,03		28,12		25,70		8,38		266,24				266,24				15,32		28,12		43,44		575,91				67,00		642,91	
Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,192	690	132,48	0,5	66,24	0,13	17,22	15,00%	9,936	0,26	5,16672	98,57	25	49	1,96	1	98,56512	0,0354	132,48	2	9,38	0,13	17,22	26,60	197,13	193,1876	3,94									
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,1152	690	79,488	0,5	39,744	0,13	10,33	15,00%	5,9616	0,26	3,10032	59,14	25	49	1,96	1	59,139072	0,0354	79,49	2	5,63	0,13	10,33	15,96	118,28	115,9126	2,37									
Parafusos	um.	128	0,01	1,28	31	39,68	0,13	0,17	10,00%	3,968	0,26	0,03328	43,85	25	49	1,96	1	43,84768	0,0354	1,28	2	0,09	0,13	0,17	0,26	87,70	85,94145	1,75									
Lã de rocha - isolamento	m²	0,096	250	3,072	19	58,37	0,13	0,40	10,00%	5,8368	0,26	0,079872	64,68	45	49	1,089	1	64,68032	0,0354	3,07	2	0,22	0,13	0,40	0,62	129,37	126,4372	58,93									

PORTA 240X80X60								0,00		0,00		0,00		0,00		0,00				0,00				0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
STRUCTURE - ESTRUTURA								121,37		8,00		5,46		2,33		137,16				137,16				4,36		8,00		12,36		286,68				78,72		365,41	
Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0288	690	19,872	0,5	9,94	0,13	2,58	15,00%	1,4904	0,26	0,775008	14,78	25	49	1,96	1	14,784768	0,0354	19,87	2	1,41	0,13	2,58	3,99	29,57	28,97814	0,59									
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	49	1,96	1	29,569536	0,0354	39,74	2	2,81	0,13	5,17	7,98	59,14	57,95628	1,18									
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	49	1,96	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	21,48536	0,44									
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,18	46	49	1,005	1	10,179	0,0354	0,30	2	0,02	0,13	0,04	0,06	20,36	19,84248	9,52									
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	49	1,005	1	71,669	0,0354	1,30	2	0,09	0,13	0,17	0,26	143,34	142,3407	66,59									

ESQUADRIA VIDRO 2-1 240X80X60								293,27		6,47		21,61		1,74		323,09				323,09				3,52		6,47		9,99		656,18				266,86		923,04	
STRUCTURE - ESTRUTURA								293,27		6,47		21,61		1,74		323,09				323,09				3,52		6,47		9,99		656,18				266,86		923,04	
Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	49	1,96	1	18,48096	0,0354	24,84	2	1,76	0,13	3,23	4,99	36,96	36,2268	0,74									
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0192	690	13,248	0,5	6,62	0,13	1,72	15,00%	0,9936	0,26	0,516672	9,86	25	49	1,96	1	9,856512	0,0354	13,25	2	0,94	0,13	1,72	2,66	19,71	19,31276	0,39									
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	49	1,96	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	21,48536	0,44									
Vidro comum 3mm c/ masa	um.	0,00384	2500	9,6	18,5	177,60	0,13	1,25	10,00%	17,76	0,26	0,2496	196,86	46	49	1,005	1	196,8576	0,0354	9,60	2	0,68	0,13	1,25	1,93	393,72	396,6361	184,02									
Dobradiças em aço galvanizado	um.	3	0,15	0,45	33,8	10,14	0,13	0,06	0,00%	0	0,26	0	15,27	46	49	1,005	1	15,2685	0,0354	0,45	2	0,03	0,13	0,06	0,09	30,54	30,26247	14,27									
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	49	1,005	1	71,669	0,0354	1,30	2	0,09	0,13	0,17	0,26	143,34	142,3407	66,59									

ESQUADRIA VIDRO 1-2 240X80X60								0,00		0,00		0,00		0,00		0,00				0,00				0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00			
STRUCTURE - ESTRUTURA								206,03		7,55		13,72		2,14		229,43				229,43				4,11		7,55		11,66		470,52				170,49		641,01	
Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	49	1,96	1	18,48096	0,0354	24,84	2	1,76	0,13	3,23	4,99	36,96	36,2268	0,74									
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0384	690	26,496	0,5	13,25	0,13	3,44	15,00%	1,9872	0,26	1,033344	19,71	25	49	1,96	1	19,713024	0,0354	26,50	2	1,88	0,13	3,44	5,32	39,43	38,61732	0,79									
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	49	1,96	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	21,48536	0,44									
Vidro comum 3mm c/ masa	um.	0,00192	2500	4,8	18,5	88,80	0,13	0,62	10,00%	8,88	0,26	0,1248	98,43	46	49	1,005	1	98,4288	0,0354	4,80	2	0,34	0,13	0,62	0,96	196,86	194,8481	92,01									
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,18	46	49	1,005	1	10,179	0,0354	0,30	2	0,02	0,13	0,04	0,06	20,36	19,84248	9,52									
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	49	1,005	1	71,669	0,0354	1,30	2	0,09	0,13	0,17	0,26	143,34	142,3407	66,59									

Vedações Horizontais								858,41		154,67		115,37		46,29		1174,74				1174,74				84,24		154,67		238,91		2588,39				46,99		2635,38	
STRUCTURE - ESTRUTURA								47,69		8,59		6,41		2,57		65,26				65,26				4,68		8,59		13,27		143,80				2,61		146,41	
Peças eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,024	690	16,56	0,5	8,28	0,13	2,15	15,00%	1,242	0,26	0,64584	12,32	25	49	1,96	1	12,32064	0,0354	16,56	2	1,17	0,13	2,15	3,33	24,64	24,37664	0,49									
Peças transversais eucalipto dunnii	m³	0,0135	690	9,315	0,5	4,66	0,13	1,21	15,00%	0,698625	0,26																										

Dobradiças em aço galvanizado	um.	3	0,15	0,45	33,8	15,21	0,13	0,06	0,00%	0	0,26	0	15,27	46	45	0,979	0	0	0,0354	0,45	1	0,02	0,13	0,06	0,07	15,27	14,9369	0,33
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	45	0,979	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	70,1109	1,56

Quantidade		und	0																												
ESQUADRIA VIDRO 1-2 240X80X60						0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0,00		
STRUCTURE - ESTRUTURA						206,03		7,55		13,72		2,14		229,43				49,16				3,88		7,55		13,43		290,02		13,75	303,77

Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	45	1,8	1	18,48096	0,0354	24,84	2	1,76	0,13	3,23	4,99	36,96	33,2679	3,70
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0384	690	26,496	0,5	13,25	0,13	3,44	15,00%	1,9872	0,26	1,03344	19,71	25	45	1,8	1	19,713024	0,0354	26,50	2	1,88	0,13	3,44	5,32	39,43	35,48344	3,94
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	45	1,8	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	19,7146	2,19
Vidro comum 3mm c/ massa	um.	0,00192	2500	4,8	18,5	88,80	0,13	0,62	10,00%	8,88	0,26	0,1248	98,43	46	45	0,979	0	0	0,0354	4,80	1	0,17	0,13	0,62	0,79	98,43	96,28904	2,14
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,38	46	45	0,979	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,18	9,97717	0,22
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	45	0,979	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	70,1109	1,56

Quantidade		und	6																												
Vedações Horizontais						286,14		51,56		38,46		15,43		391,58				391,58				28,08		51,56		79,64		862,80		78,32	941,11
STRUCTURE - ESTRUTURA						47,69		8,59		6,41		2,57		65,26				65,26				4,68		8,59		13,27		143,80		13,05	156,85

Peças eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,024	690	16,56	0,5	8,28	0,13	2,15	15,00%	1,242	0,26	0,64584	12,32	25	45	1,8	1	12,32064	0,0354	16,56	2	1,17	0,13	2,15	3,33	24,64	22,17725	2,46
Peças transversais eucalipto dunnii	m²	0,0135	690	9,315	0,5	4,66	0,13	1,21	15,00%	0,69825	0,26	0,363285	6,93	25	45	1,8	1	6,93036	0,0354	9,32	2	0,66	0,13	1,21	1,87	13,86	12,47465	1,39
Parafusos	um.	48	0,01	0,48	31	14,88	0,13	0,06	10,00%	1,488	0,26	0,01248	16,44	25	45	1,8	1	16,44288	0,0354	0,48	2	0,03	0,13	0,06	0,10	32,88	29,59718	3,29

Quantidade		und	1																												
Telhado						518,61		21,77		54,24		5,59		600,22				561,24				11,82		21,77		33,59		1195,04		428,03	1623,08
STRUCTURE - ESTRUTURA						518,61		21,77		54,24		5,59		600,22				561,24				11,82		21,77		33,59		1195,04		428,03	1623,08

Peças eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0337594	690	23,29369	0,5	11,65	0,13	3,03	15,00%	1,747047656	0,26	0,90846478	17,33	25	45	1,8	1	17,33071275	0,0354	23,29	2	1,65	0,13	3,03	4,68	34,66	31,9526	3,47
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,1011	690	69,759	0,5	34,88	0,13	9,07	15,00%	5,231925	0,26	2,720601	51,90	25	45	1,8	1	51,90096	0,0354	69,76	2	4,94	0,13	9,07	14,01	103,80	93,42125	10,38
Parafusos	um.	36	0,01	0,36	31	11,16	0,13	0,05	10,00%	1,116	0,26	0,00936	12,33	25	45	1,8	1	12,33216	0,0354	0,36	2	0,03	0,13	0,05	0,07	24,66	22,19789	2,47
Ripas ipê 2"x1" não aparelhado	m	3	0,75	2,25	0,5	1,13	0,13	0,29	15,00%	0,16875	0,26	0,08775	1,67	25	45	1,8	1	1,674	0,0354	2,25	2	0,16	0,13	0,29	0,45	3,35	3,0132	0,33
Telha fibrocimento vogatex 18kg/m²	m²	9,6	7,37	70,75	6	424,51	0,13	9,20	10,00%	42,4512	0,26	1,839552	478,00	38	45	1,184	1	478,00012	0,0354	70,75	2	5,01	0,13	9,20	14,21	956,00	564,052	389,95
Calha aço inox	m	9	0,116	1,04	33,8	35,29	0,13	0,14	10,00%	3,52872	0,26	0,027444	38,98	100	45	0,45	0	0	0,0354	1,04	1	0,04	0,13	0,14	0,17	38,98	37,54045	21,44

SPACE			884,97																								214,90																								18,78																								1118,66																								311,55																							
-------	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Quantidade		und	0																												
Dividórias						0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0,00
STRUCTURE - ESTRUTURA						42,21		8,44		5,84		2,53		59,01				59,01				4,60		8,44		13,03		131,06		11,80	142,86

Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	45	1,8	1	18,48096	0,0354	24,84	2	1,76	0,13	3,23	4,99	36,96	33,2679	3,70
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	45	1,8	1	29,569336	0,0354	39,74	2	2,81	0,13	5,17	7,98	59,14	53,22116	5,91
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	45	1,8	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	19,7146	2,19

Quantidade		und	0																												
Portas internas						0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0,00
STRUCTURE - ESTRUTURA						122,61		8,32		5,65		2,43		139,01				57,16				4,48		8,32		12,80		208,98		13,21	222,19

Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0324	690	22,356	0,5	11,18	0,13	2,91	15,00%	1,6767	0,26	0,871884	16,63	25	45	1,8	1	16,632864	0,0354	22,36	2	1,58	0,13	2,91	4,49	33,27	28,93916	3,33
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	45	1,8	1	29,569336	0,0354	39,74	2	2,81	0,13	5,17	7,98	59,14	53,22116	5,91
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	45	1,8	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	19,7146	2,19
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,38	46	45	0,979	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,18	9,97717	0,22
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	45	0,979	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	70,1109	1,56

Quantidade		und	1																												
Revestimentos						730,71		14,68		133,90		5,69		884,97				214,90				4,10		14,68		18,78		1118,66		311,55	1430,21
STRUCTURE - ESTRUTURA						730,71		14,68		133,90		5,69		884,97				214,90				4,10		14,68		18,78		1118,66		311,55	1430,21

Revestimento cerâmico piso	m²	5,76																												
Azulejo cerâmico esmaltado fio 15x15cm	m²	0,288	16	92,16	6,2	571,39	0,13	11,98	15,00%	85,7088	0,26	3,59424	672,68	69	45	0,622	0	0	0,0354	92,16	1	3,26	0,13	11,98	15,24	672,68	436,7046	233,97		
Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento - ACII	kg	18,674526	1	18,67	5,2	97,11	0,13	2,43	40,00%	38,84301474	0,26	1,94215074	140,32	69	45	0,852	0	0	0,0354	18,67	1	0,66	0,13	2,43	3,09	140,32	91,5133	48,81		
Rejunte	kg	1,1317895	1	1,13	0,05	0,06	0,13	0,15	40,00%	0,022635789	0,26	0,1170611	0,34	69	45	0,622	0	0	0,0354	1,13	1	0,04	0							

Dividórias		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
STRUCTURE - ESTRUTURA		42,21	8,44	5,84	2,53	59,01				59,01		4,60	8,44	13,03	131,06			23,60	154,66

Quadro eucalipto dunini - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	40	-1,6	1	18,48096	0,0354	24,84	2	1,76	0,13	3,23	4,99	36,96	28,6624	7,30
Prancha eucalipto dunini - aparelhado	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	40	-1,6	1	29,569536	0,0354	39,74	2	2,81	0,13	5,17	7,98	59,14	47,31126	11,83
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	40	-1,6	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	17,53907	4,38

Quantidade		und	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
STRUCTURE - ESTRUTURA				122,61	8,32	5,65	2,43	139,01				57,16	4,48	8,32	12,80	208,98			33,54	242,52

Quadro eucalipto dunini - aparelhado	m²	0,0324	690	22,356	0,5	11,18	0,13	2,91	15,00%	1,6767	0,26	0,871884	16,63	25	40	-1,6	1	16,632864	0,0354	22,36	2	1,58	0,13	2,91	4,49	33,27	26,61228	6,65
Prancha eucalipto dunini - aparelhado	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	40	-1,6	1	29,569536	0,0354	39,74	2	2,81	0,13	5,17	7,98	59,14	47,31126	11,83
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	40	-1,6	1	10,96192	0,0354	0,32	2	0,02	0,13	0,04	0,06	21,92	17,53907	4,38
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,18	46	40	-0,07	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,18	8,851304	1,33
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	40	-0,07	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	62,32067	9,35

Quantidade		und	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
STRUCTURE - ESTRUTURA				730,71	14,68	133,90	5,69	884,97				214,90	4,10	14,68	18,78	1118,66			399,15	1517,80

Revestimento cerâmico piso	m²	5,76																											
Azulejo cerâmico esmaltado liso 15x15cm	m²	0,288	16	92,16	6,2	571,39	0,13	11,98	15,00%	85,7088	0,26	3,59424	672,68	69	40	-0,58	0	0	0,0354	92,16	1	3,26	0,13	11,98	15,24	672,68	389,907	282,72	
Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento - ACII	kg	18,674526	1	18,67	5,2	97,11	0,13	2,49	40,00%	38,84301474	0,26	1,94215074	140,32	69	40	-0,58	0	0	0,0354	18,67	1	0,66	0,13	2,43	3,09	140,32	81,34515	58,98	
Rejunte	kg	1,1317895	1	1,13	0,05	0,06	0,13	0,15	40,00%	0,022635789	0,26	0,11770611	0,34	69	40	-0,58	0	0	0,0354	1,13	1	0,04	0,13	0,15	0,19	0,34	0,194467	0,14	
Pintura Acrílica 2 demãos paredes externas	m²	5,76	1	0,96	65	62,15	0,13	0,12	15,00%	9,32256	0,26	0,03729024	71,63	12,5	40	-3,2	3	214,9036531	0,0354	0,96	4	0,14	0,13	0,12	0,26	288,54	238,236	57,31	

SERVICES		und	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
STRUCTURE - ESTRUTURA				143,10	2,41	0,00	0,00	145,51				279,83	0,16	0,20	0,36	425,70			111,93	537,63

Quantidade		und	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
SERVICES				143,10	2,41	0,00	0,00	145,51				279,83	0,16	0,20	0,36	425,70			111,93	537,63									
Lavatório de louça branca com torneira e acessórios	ps	0	10,00	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tampo de granito banheiros	m2	0	53,00	0,00	0,0158	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bacia tñonada de louça branca com acessórios	ps	0	15	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Assento sanitário universal básico	ps	0	0,1	0,00	80	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Caixa de inox	ps	0	1,8	0,00	38	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fanque de louça branca com torneira e acessórios	ps	0	5	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Coluna para tanque de louça branca	ps	0	10	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Reservatório de água de polietileno 1.00L	ps	0	20	0,00	20	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	50	40	-0,8	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Lâmpada tipo T5 fluorescente 28W	ps	2	0,25	0,50	85	42,50	0,13	2,28	0,00%	0	0,26	0	44,78	10	40	-4	4	179,1	0,0354	0,50	5	0,09	0,13	0,07	0,15	223,88	179,1	44,78	
Luminária interna para duas lâmpadas 28W	ps	2	0,5	1,00	98,2	98,20	0,13	0,13	0,00%	0	0,26	0	98,33	30	40	-1,333	1	98,33	0,0354	1,00	2	0,07	0,13	0,13	0,20	196,66	131,1067	65,55	
Caixa PVC 2x4	ps	0	0,12	0,00	80	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tomada ou interruptor	ps	3	0,01	0,03	80	2,40	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	2,40	30	40	-1,333	1	2,4039	0,0354	0,03	2	0,00	0,13	0,00	0,01	4,81	3,2022	1,60	
Quadro de distribuição de embutir trifásico	ps	0	0,75	0,00	80	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Disjuntor	ps	0	0,15	0,00	85	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	40	-1,333	1	0	0,0354	0,00	2	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

SITE		und	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
STRUCTURE - ESTRUTURA				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Quantidade		und	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
SERVICES				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
Calçada de concreto	m²	0	1650	0,00	0,15	0,00	0,13	0,00	50,00%	0	0,26	0	0,00	100	40	-0,4	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Concreto estrutural com betoneira, controle tipo fix 15 Mpa	m³	0												100	40	-0,4	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Área lavada tipo média	m²	0	1515	0,00	0,05	0,00	0,13	0,00	15,00%	0	0,26	0	0,00	100	40	-0,4	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedra britada 1	m³	0	1650	0,00	0,15	0,00	0,13	0,00	50,00%	0	0,26	0	0,00	100	40	-0,4	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cimento Portland CP II-E 32MPa	m³	0	1950	0,00	4,2	0,00	0,13	0,00	40,00%	0	0,26	0	0,00	100	40	-0,4	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aço CA-25	m³	#DIV/0!	0,395	0,00	31	0,00	0,13	0,00	10,00%	0	0,26	0	0,00	100	40	-0,4	0												

Dobradiças em aço galvanizado	um.	3	0,15	0,45	33,8	15,21	0,13	0,06	0,00%	0	0,26	0	15,27	46	25	0,543	0	0	0,0354	0,45	1	0,02	0,13	0,06	0,07	15,27	8,9809	6,97
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	25	0,543	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	38,9504	32,72

Quantidade		und	2																									
ESQUADRIA VIDRO 1-2 240X80X60						412,06		15,09		27,44		4,27	458,87						0,00			4,11		15,09	19,20	478,07		164,60
STRUCTURE - ESTRUTURA						206,03		7,55		13,72		2,14	229,43						0,00			2,06		7,55	9,60	239,04		82,30

Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	25	1	0	0	0,0354	24,84	1	0,88	0,13	3,23	4,11	18,48	18,4809	0,00
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0384	690	26,496	0,5	13,25	0,13	3,44	15,00%	1,9872	0,26	1,03344	19,71	25	25	1	0	0	0,0354	26,50	1	0,94	0,13	3,44	4,38	19,71	19,7102	0,00
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	25	1	0	0	0,0354	0,32	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,96	10,96102	0,00
Vidro comum 3mm c/ massa	um.	0,00192	2500	4,8	18,5	88,80	0,13	0,62	10,00%	8,88	0,26	0,1248	98,43	46	25	0,543	0	0	0,0354	4,80	1	0,17	0,13	0,62	0,79	98,43	51,4931	44,93
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,38	46	25	0,543	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,38	5,520205	4,65
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	25	0,543	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	38,9504	32,72

Quantidade		und	6																									
Vedações Horizontais						286,14		51,56		38,46		15,43	391,58						0,00			14,04		51,56	65,60	457,18		0,00
STRUCTURE - ESTRUTURA						47,69		8,59		6,41		2,57	65,26						0,00			2,34		8,59	10,93	76,20		0,00

Pecas eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,024	690	16,56	0,5	8,28	0,13	2,15	15,00%	1,242	0,26	0,64584	12,32	25	25	1	0	0	0,0354	16,56	1	0,59	0,13	2,15	2,74	12,32	12,3209	0,00
Pecas transversais eucalipto dunnii	m²	0,0135	690	9,315	0,5	4,66	0,13	1,21	15,00%	0,69825	0,26	0,363285	6,93	25	25	1	0	0	0,0354	9,32	1	0,33	0,13	1,21	1,54	6,93	6,93026	0,00
Parafusos	um.	48	0,01	0,48	31	14,88	0,13	0,06	10,00%	1,488	0,26	0,01248	16,44	25	25	1	0	0	0,0354	0,48	1	0,02	0,13	0,06	0,08	16,44	16,4428	0,00

Quantidade		und	1																									
Telhado						518,61		21,77		54,24		5,59	600,22						0,00			5,93		21,77	27,70	627,91		192,76
STRUCTURE - ESTRUTURA						518,61		21,77		54,24		5,59	600,22						0,00			5,93		21,77	27,70	627,91		192,76

Pecas eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0337594	690	23,29369	0,5	11,65	0,13	3,03	15,00%	1,747047656	0,26	0,90846478	17,33	25	25	1	0	0	0,0354	23,29	1	0,82	0,13	3,03	3,85	17,33	17,3307	0,00
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,1011	690	69,759	0,5	34,88	0,13	9,07	15,00%	5,231925	0,26	2,720601	51,90	25	25	1	0	0	0,0354	69,76	1	2,47	0,13	9,07	11,54	51,90	51,9007	0,00
Parafusos	um.	36	0,01	0,36	31	11,16	0,13	0,05	10,00%	1,116	0,26	0,00936	12,33	25	25	1	0	0	0,0354	0,36	1	0,01	0,13	0,05	0,06	12,33	12,33216	0,00
Ripas ipê 2"x1" não aparelhado	m	3	0,75	2,25	0,5	1,13	0,13	0,29	15,00%	0,16875	0,26	0,08775	1,67	25	25	1	0	0	0,0354	2,25	1	0,08	0,13	0,29	0,37	1,67	1,670	0,00
Teija fibrocimento vogates 18kg/m²	m²	9,6	7,37	70,75	6	424,51	0,13	9,20	10,00%	42,4512	0,26	1,839552	478,00	38	25	0,639	0	0	0,0354	70,75	1	2,50	0,13	9,20	11,70	478,00	344,474	163,53
Calha aço inox	m	9	0,116	1,04	33,8	35,29	0,13	0,14	10,00%	3,52872	0,26	0,027444	38,98	100	25	0,25	0	0	0,0354	1,04	1	0,04	0,13	0,14	0,17	38,98	9,74466	29,23

SPACE 1399,05 71,63 82,83 1553,51 593,38

Quantidade		und	4																									
Dividórias						168,85		33,75		23,34		10,11	236,05						0,00			9,19		33,75	42,94	278,99		0,00
STRUCTURE - ESTRUTURA						42,21		8,44		5,84		2,53	59,01						0,00			2,30		8,44	10,74	69,75		0,00

Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	25	1	0	0	0,0354	24,84	1	0,88	0,13	3,23	4,11	18,48	18,4809	0,00
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	25	1	0	0	0,0354	39,74	1	1,41	0,13	5,17	6,57	29,57	29,5699	0,00
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	25	1	0	0	0,0354	0,32	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,96	10,96102	0,00

Quantidade		und	2																									
Portas internas						245,22		16,65		11,30		4,86	278,02						0,00			4,53		16,65	21,18	299,20		74,73
STRUCTURE - ESTRUTURA						122,61		8,32		5,65		2,43	139,01						0,00			2,27		8,32	10,59	149,60		37,37

Quadro eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0324	690	22,356	0,5	11,18	0,13	2,91	15,00%	1,6767	0,26	0,871884	16,63	25	25	1	0	0	0,0354	22,36	1	0,79	0,13	2,91	3,70	16,63	16,6326	0,00
Prancha eucalipto dunnii - aparelhado	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	25	1	0	0	0,0354	39,74	1	1,41	0,13	5,17	6,57	29,57	29,5699	0,00
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	25	1	0	0	0,0354	0,32	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,96	10,96102	0,00
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,38	46	25	0,543	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,38	5,520205	4,65
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	25	0,543	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	38,9504	32,72

Quantidade		und	1																										
Revestimentos						730,71		14,68		133,90		5,69	884,97						0,00			71,63		4,03	14,68	18,71	975,32		518,65
STRUCTURE - ESTRUTURA						730,71		14,68		133,90		5,69	884,97						0,00			71,63		4,03	14,68	18,71	975,32		518,65

Revestimento cerâmico piso	m²	5,76																											
Azulejo cerâmico esmaltado 15x15cm	m²	0,288	16	92,16	6,2	571,39	0,13	11,98	15,00%	85,7088	0,26	3,59424	672,68	69	25	0,362	0	0	0,0354	92,16	1	3,26	0,13	11,98	15,24	672,68	243,7211	428,95	
Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento - ACII	kg	18,674526	1	18,67	5,2	97,11	0,13	2,43	40,00%	38,84301474	0,26	1,94215074	140,32	69	25	0,362	0	0	0,0354	18,67	1	0,66	0,13	2,43	3,09	140,32	50,84072	89,48	
Rejunte	kg	1,1317895	1	1,13	0,05	0,06	0,13	0,15	40,00%	0,022635789	0,26	0,11770611	0,34	69	25	0,362	0	0	0,0354	1,13	1	0,04	0,13	0,15	0,19	0,34	0,34	0,324681	0,22
Pintura Acrílica 2 demãos paredes externas	m²	5,76	1	0,96	65	62,15	0,13	0,12	15,00%	9,32256	0,26	0,03729024	71,63	12,5	25	2	1	71,63455104	0,0354	0,96	2	0,07	0,13	0,12	0,19	143,27	143,2881	0,00	

SERVICES 791,10 89,55 13,21 893,86 146,78

STRUCTURE - ESTRUTURA											42,21	8,44	5,84	2,53	59,01	0,00	2,30	8,44	10,74	69,75	0,00							
Quadro eucalipto dunnil - aparelho	m²	0,036	690	24,84	0,5	12,42	0,13	3,23	15,00%	1,863	0,26	0,96876	18,48	25	25	1	0	0	0,0354	24,84	1	0,88	0,13	3,23	4,11	18,48	18,48096	0,00
Prancha eucalipto dunnil - aparelho	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	25	1	0	0	0,0354	39,74	1	1,41	0,13	5,17	6,57	29,57	29,56924	0,00
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	25	1	0	0	0,0354	0,32	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,96	10,96192	0,00

Quantidade und 0

Portas internas											0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
STRUCTURE - ESTRUTURA											122,61	8,32	5,65	2,43	139,01	0,00	2,27	8,32	10,59	149,60	0,00							
Quadro eucalipto dunnil - aparelho	m²	0,0324	690	22,356	0,5	11,18	0,13	2,91	15,00%	1,6767	0,26	0,871884	16,63	25	25	1	0	0	0,0354	22,36	1	0,79	0,13	2,91	3,70	16,63	16,63236	0,00
Prancha eucalipto dunnil - aparelho	m²	0,0576	690	39,744	0,5	19,87	0,13	5,17	15,00%	2,9808	0,26	1,550016	29,57	25	25	1	0	0	0,0354	39,74	1	1,41	0,13	5,17	6,57	29,57	29,56924	0,00
Parafusos	um.	32	0,01	0,32	31	9,92	0,13	0,04	10,00%	0,992	0,26	0,00832	10,96	25	25	1	0	0	0,0354	0,32	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,96	10,96192	0,00
Dobradiças em aço galvanizado	um.	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,18	46	25	0,543	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,18	5,53205	4,65
Fechadura completa	um.	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	25	0,543	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	38,95024	32,72

Quantidade und 0

Revestimentos											0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
STRUCTURE - ESTRUTURA											730,71	14,68	133,90	5,69	884,97	0,00	71,63	4,03	14,68	18,71	975,32	0,00						
Revestimento cerâmico piso	m²	5,76																										
Azulejo cerâmico esmaltado liso 15x15cm	m²	0,288	16	92,16	6,2	571,39	0,13	11,98	15,00%	85,7088	0,26	3,59424	672,68	69	25	0,162	0	0	0,0354	92,16	1	3,26	0,13	11,98	15,24	672,68	243,7231	428,95
Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento - ACII	kg	18,674526	1	18,67	5,2	97,11	0,13	2,49	40,00%	38,84301474	0,26	1,94215074	140,32	69	25	0,162	0	0	0,0354	18,67	1	0,66	0,13	2,43	3,09	140,32	50,84072	89,48
Rejunte	kg	1,1317895	1	1,13	0,05	0,06	0,13	0,15	40,00%	0,022635789	0,26	0,11770611	0,34	69	25	0,162	0	0	0,0354	1,13	1	0,04	0,13	0,15	0,19	0,34	0,124681	0,22
Pintura Acrílica 2 demãos paredes externas	m²	5,76	1	0,96	65	62,15	0,13	0,12	15,00%	9,32256	0,26	0,03729024	71,63	12,5	25	2	1	71,63455104	0,0354	0,96	2	0,07	0,13	0,12	0,19	143,27	143,1681	0,00

SERVICES 144,71 44,78 0,27 189,75 72,35

Quantidade und 1

SERVICES											142,30	2,41	0,00	0,00	144,71	0,00	44,78	0,07	0,20	0,27	189,75	72,35							
Levatório de louça branca com torneira e acessórios	pc	0	10,00	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Tampo de granito banheiros	m2	0	53,00	0,00	0,0158	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Bacia sifonada de louça branca com acessórios	pc	0	15	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Assento sanitário universal básico	pc	0	0,1	0,00	80	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Caixa de inox	pc	0	1,8	0,00	38	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Fanque de louça branca com torneira e acessórios	pc	0	5	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Coluna para tanque de louça branca	pc	0	10	0,00	25	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Reservatório de água de polietileno 1.00L	pc	0	20	0,00	20	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	50	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Lâmpada tipo T5 fluorescente 28W	pc	2	0,25	0,50	85	42,50	0,13	2,28	0,00%	0	0,26	0	44,78	10	15	1,5	1	44,775	0,0354	0,50	2	0,04	0,13	0,07	0,10	89,55	87,1625	22,39	
Luminária interna para duas lâmpadas 28W	pc	2	0,5	1,00	98,2	98,20	0,13	0,13	0,00%	0	0,26	0	98,33	30	15	0,5	0	0	0,0354	1,00	1	0,04	0,13	0,13	0,17	98,33	49,165	49,17	
Caixa PVC 2x4	pc	0	0,12	0,00	80	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Tomada ou interruptor	pc	2	0,01	0,02	80	1,60	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	1,60	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,02	1	0,00	0,13	0,00	0,00	1,60	0,8013	0,80	
Quadro de distribuição de embutir trifásico	pc	0	0,75	0,00	80	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
Disjuntor	pc	0	0,15	0,00	85	0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	30	15	0,5	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00	

SITE 0,00 0,00

Quantidade und 0

CALDEIA DE CONCRETO											0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
SERVICES											0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Pedra britada 1	m³	0	1650	0,00	0,15	0,00	0,13	0,00	50,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Concreto estrutural com betoneira, controle tipo fix 15 Mpa	m³	0												100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Areia lavada tipo média	m³	0	1515	0,00	0,05	0,00	0,13	0,00	15,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Pedra britada 1	m³	0	1650	0,00	0,15	0,00	0,13	0,00	50,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Cimento Portland CP II-E 32MPa	m³	0	1950	0,00	4,2	0,00	0,13	0,00	40,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Aço CA-25	m³	#DIV/0!	0,395	0,00	31	0,00	0,13	0,00	10,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00

Quantidade und 0

Muro											0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
SERVICES											0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Muro Tijolos Cerâmicos	m²	0																										
Blocos Cerâmicos 6 furos 9 x 14 x 24	kg	0	2,21	0,00	2,9	0,00	0,13	0,00	15,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Argamassa de assentamento traço 1:2:8	m³	0												25														
Cimento Portland CP II-E 32MPa	kg	0	1950	0,00	4,2	0,00	0,13	0,00	40,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00		

Argamassa prn-fabricada de cimento colante para assentamento - ACI	kg	60,987	1	60,99	5,2	317,13	0,13	7,99	40,00%	126,85296	0,26	6,342648	458,26	30	45	1,5	1	458,256318	0,0354	60,99	2	4,32	0,13	7,93	12,25	916,51	687,384	229,13	
Rejante	kg	3,6888	1	3,69	0,05	0,18	0,13	0,48	40,00%	0,073776	0,26	0,3836352	1,12	30	45	1,5	1	1,1218952	0,0354	3,69	2	0,26	0,13	0,48	0,74	2,24	1,68209	0,56	
Caibro 60 1"x4" - não aparelhado	m	28,35	3,5	42,53	0,5	21,36	0,13	5,53	15,00%	3,189375	0,26	1,698475	31,64	46	45	0,9783	0	0	0,0354	42,53	1	1,55	0,13	5,53	7,03	31,64	30,9508	0,69	
Repis 60 2"x4" - não aparelhado	m	66	0,75	49,50	0,5	24,75	0,13	6,44	15,00%	3,7125	0,26	1,9305	36,80	46	45	0,9783	0	0	0,0354	49,50	1	1,75	0,13	6,44	8,19	35,80	36,0234	0,80	
Picau de 60 4"x4" - não aparelhado	m	2	6	12,00	0,5	6,00	0,13	1,56	15,00%	0,918	0,26	0,468	8,90	46	45	0,9783	0	0	0,0354	12,00	1	0,62	0,13	1,56	1,98	8,90	8,7338	0,19	
Fiscaluzos de fixação	kg	0,4062673		0,41	31	12,66	0,13	0,05	10,00%	1,26564407	0,26	0,01064883	13,99	46	45	0,9783	0	0	0,0354	0,41	1	0,01	0,13	0,05	0,07	13,99	13,6814	0,30	
SOM - VEDAÇÃO						15180,20		560,99		2820,80		170,47	22744,55					7113,53		157,04	560,99	718,03			30573,11			7081,80	37604,91
Telhas cerâmicas tipo plan	m²	22,94	47,439	1.088,25	5,4	5876,55	0,13	141,47	10,00%	587,6553564	0,26	28,29451716	6633,98	50	45	0,9	0	0	0,0354	1.088,25	1	38,52	0,13	141,47	180,00	6633,98	5070,58	663,40	
Telha fibrocimento vegetal 28kg/m²	m²	5,65	7,37	41,64	6	249,84	0,13	5,41	10,00%	24,9843	0,26	1,082653	281,32	38	45	1,0540	1	281,323218	0,0354	41,64	2	2,95	0,13	5,41	8,36	562,65	333,146	229,50	
F1.310 X 90 rodio lisa completa	um	2				0,00	0,12	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	46	45	0,9783	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
Porta lisa de madeira 210x90 rodio	m²	0,1333	600	79,38	3,5	277,83	0,13	10,32	0,00%	0	0,26	0	288,15	46	45	0,9783	0	0	0,0354	79,38	1	2,81	0,13	10,32	13,13	288,15	281,885	6,26	
Balaustrada madeira lisa 4"x4"/2"	m²	0,01275	600	7,65	3,5	26,78	0,13	0,99	0,00%	0	0,26	0	27,77	46	45	0,9783	0	0	0,0354	7,65	1	0,27	0,13	0,99	1,27	27,77	27,1658	0,60	
Doordragas em aço galvanizado	um	4	0,15	0,60	33,8	20,28	0,13	0,08	0,00%	0	0,26	0	20,36	46	45	0,9783	0	0	0,0354	0,60	1	0,02	0,13	0,08	0,10	20,36	19,9154	0,44	
Fechadurs completa	um	2	1,3	2,60	55	143,00	0,13	0,34	0,00%	0	0,26	0	143,34	46	45	0,9783	0	0	0,0354	2,60	1	0,09	0,13	0,34	0,43	143,34	140,232	3,12	
J1.140 X 1,40 alumínio anodizado fozco de correr 2 folhas	um	4				0,00	0,12	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	46	45	0,9783	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
Casilho de alumínio anodizado basculante	m²	0,00395	2600	4,11	81	373,88	0,13	0,53	10,00%	37,3828	0,26	0,108808	411,85	46	45	0,9783	0	0	0,0354	4,11	1	0,15	0,13	0,53	0,68	411,85	407,898	8,95	
Casilho de alumínio fixo	m²	0,00028	2600	2,91	81	264,99	0,13	0,38	10,00%	26,4992	0,26	0,075712	291,95	46	45	0,9783	0	0	0,0354	2,91	1	0,10	0,13	0,38	0,48	291,95	285,598	6,35	
Vidros comuns liso 2/ massa 3mm	m²	0,002436	2500	24,36	18,5	450,66	0,13	3,17	5,00%	22,533	0,26	0,31668	476,68	46	45	0,9783	0	0	0,0354	24,36	1	0,86	0,13	3,17	4,03	476,68	456,314	10,36	
Forno PVC Branco	m²	15,96	3	47,88	80	3830,40	0,13	6,22	17,00%	651,168	0,26	2,116296	4489,51	25	45	1,8	1	4489,908896	0,0354	47,88	2	3,39	0,13	6,22	9,61	8979,82	8081,84	897,98	
Paredes Tipos Cerâmicos	m²	31,39												100	45	0,9	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
Blocos Cerâmicos de furos 9 x 14 x 24	kg	878,92	2,21	1.942,41	2,9	563,00	0,13	252,51	15,00%	844,949742	0,26	75,7541148	6806,22	100	45	0,9	0	0	0,0354	1.942,41	1	68,76	0,13	252,51	321,28	6806,22	3062,8	3743,42	
Argamassa de assentamento traço 1:2:8	m³	0,009844																											
Cimento Portland CP II E 32MPa	kg	0,04515404	1950	88,81	4,2	373,01	0,13	11,58	40,00%	149,2022631	0,26	9,28830579	542,99	100	45	0,9	0	0	0,0354	88,81	1	3,14	0,13	11,58	14,69	542,99	244,346	298,64	
Cal hidratada	kg	0,09108807	1600	145,74	4,03	587,34	0,13	18,95	40,00%	234,9443372	0,26	15,1570553	856,37	100	45	0,9	0	0	0,0354	145,74	1	5,16	0,13	18,95	24,11	856,37	385,368	471,01	
Areia lavada tipo média	kg	0,16485229	1515	951,99	0,05	27,60	0,13	71,76	15,00%	4,139992905	0,26	21,52775511	125,03	100	45	0,9	0	0	0,0354	951,99	1	19,54	0,13	71,76	91,30	125,03	56,262	68,76	
Reboco argamassa traço 2:1:7	m³	0,15695																											
Cimento Portland CP II E 32MPa	m³	0,03139	1950	61,21	4,2	257,08	0,13	7,96	40,00%	102,83364	0,26	6,365892	374,24	100	45	0,9	0	0	0,0354	61,21	1	2,17	0,13	7,96	10,12	374,24	168,408	205,83	
Cal hidratada	m³	0,015695	1600	25,11	4,03	101,20	0,13	3,26	40,00%	40,480544	0,26	2,611648	147,56	100	45	0,9	0	0	0,0354	25,11	1	0,89	0,13	3,26	4,15	147,56	66,4012	81,16	
Areia lavada tipo média	m³	0,12556	1515	190,22	0,05	9,51	0,13	24,73	15,00%	1,4266755	0,26	7,4187126	43,09	100	45	0,9	0	0	0,0354	190,22	1	6,73	0,13	24,73	31,46	43,09	19,8885	23,70	
Plintura Acrílica 2 demãos paredes externas	m²	62,78	1	10,42	65	677,40	0,13	1,35	15,00%	105,60943	0,26	0,40643772	780,77	12,5	45	3,8	3	2342,30058	0,0354	10,42	4	1,48	0,13	1,35	2,83	3123,07	2810,78	312,31	
SERVICES - INSTALAÇÃO						187,20		2,41		0,00		0,00	189,61					800,54		0,35	0,27	0,66			990,81			51,17	1041,98
Lâmpada tipo T5 fluorescente 28W	pc	4	0,25	1,00	85	85,00	0,13	2,28	0,00%	0	0,26	0	87,28	5	45	9	8	698,2	0,0354	1,00	9	0,32	0,13	0,13	0,43	785,48	785,476	0,00	
Luminária interna para duas lâmpadas 28W	pc	2	0,5	1,00	98,2	98,20	0,13	0,13	0,00%	0	0,26	0	98,33	30	45	1,5	1	98,33	0,0354	1,00	2	0,07	0,13	0,13	0,20	196,66	147,456	49,17	
Tomada ou interruptor	pc	5	0,01	0,05	89	4,00	0,13	0,03	0,00%	0	0,26	0	4,01	30	45	1,5	1	4,0065	0,0354	0,05	2	0,00	0,13	0,01	0,01	8,01	6,00375	2,00	

													0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00														
Escavação manual em terra até 1,00m													m²	1,21	0	0,00	0	0	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Belezeno manual da fundação													m²	0,215	0	0,00	0	0	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	100	25	0,25	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
STRUCTURE																																										
FUNDAÇÃO																																										
Base para viga de baldrame em concreto traço 1:4													m³	0,006																												
Cimento Portland CP II E 32MPa													m³	0,0012	1950	2,34	4,2	9,83	0,13	0,30	40,00%	3,9312	0,26	0,24336	14,31	100	25	0,25	0	0	0,0354	2,34	1	0,08	0,13	0,30	0,39	14,31	3,57669	10,73		
Área lavada tipo média													m3	0,0048	1515	7,27	0,05	0,36	0,13	0,95	15,00%	0,0544	0,26	0,283608	1,65	100	25	0,25	0	0	0,0354	7,27	1	0,26	0,13	0,95	1,20	1,65	0,41178	1,24		
Viga de baldrame feita em blocos de concreto - Usada dupla concreto 15 Mpa com 2 peças de aço 50mm													m	2,85																												
Blocos de concreto tipo caixa													m³	14,25	9,5	135,38	1	135,38	0,13	17,60	15,00%	30,3663	0,26	5,279625	178,56	100	25	0,25	0	0	0,0354	135,38	1	4,79	0,13	17,60	22,39	178,56	44,6398	139,92		
Concreto estrutural com betoneira, controle tipo fox 20 Mpa													m³	0,0741																												
Área lavada tipo média													m²	0,03204	1515	49,40	0,05	2,47	0,13	6,42	15,00%	0,3704629	0,26	1,02640734	11,19	100	25	0,25	0	0	0,0354	49,40	1	1,75	0,13	6,42	8,17	11,19	2,797	8,39		
Pedra britada 1													m³	0,030886	1950	56,28	0,15	5,44	0,13	7,51	50,00%	4,2381426	0,26	7,918447	27,29	100	25	0,25	0	0	0,0354	56,24	1	1,99	0,13	7,51	9,30	27,29	6,81938	20,46		
Cimento Portland CP II E 32MPa													m³	0,00741	1950	14,4954	4,2	69,69	0,13	1,88	40,00%	24,27234	0,26	4,522748	86,29	100	25	0,25	0	0	0,0354	14,46	1	0,51	0,13	1,88	2,39	86,29	21,0884	66,26		
Área lavada tipo média													m²	0,00741	1950	2,34	0,05	0,36	0,13	0,95	15,00%	0,0544	0,26	0,283608	1,65	100	25	0,25	0	0	0,0354	7,27	1	0,26	0,13	0,95	1,20	1,65	0,41178	1,24		
Aço CA-50 diâmetro 14" a 32"													m	11,4	0,95	4,50	31	139,59	0,13	0,59	10,00%	13,9393	0,26	0,117078	154,23	100	25	0,25	0	0	0,0354	4,50	1	0,16	0,13	0,59	0,74	154,23	38,5637	115,69		
Viga em concreto armado 20 Mpa													m³	2,9	10,33333	96,67																										
Área lavada tipo média													m²	1,276	1515	1.933,14	0,05	96,66	0,13	251,31	15,00%	14,4985	0,26	75,2946	437,86	100	25	0,25	0	0	0,0354	1.933,14	1	68,43	0,13	251,31	319,74	437,86	109,464	328,39		
Pedra britada 1													m³	1,334	1650	2.201,10	0,15	330,17	0,13	286,14	50,00%	165,0835	0,26	286,143	1067,53	100	25	0,25	0	0	0,0354	2.201,10	1	77,92	0,13	286,14	364,06	1067,53	266,883	800,65		
Cimento Portland CP II E 32MPa													m³	0,29	1950	565,5	4,2	2375,10	0,13	75,52	40,00%	950,04	0,26	58,812	3457,47	100	25	0,25	0	0	0,0354	565,50	1	20,03	0,13	75,52	93,53	3457,47	864,367	2593,10		
Aço CA-50 diâmetro 14" a 32"													m	14,5	0,95	2,83	31	87,65	0,13	0,37	10,00%	8,76325	0,26	0,073515	96,86	100	25	0,25	0	0	0,0354	2,83	1	0,10	0,13	0,37	0,47	96,86	24,2147	72,64		
Contralço e 5 cm em argamassa traço 1:4													m²	0,5415																												
Cimento Portland CP II E 32MPa													m³	0,1083	1950	211,19	4,2	886,98	0,13	27,45	40,00%	354,7908	0,26	21,96234	1291,19	100	25	0,25	0	0	0,0354	211,19	1	7,48	0,13	27,45	34,83	1291,19	322,784	968,39		
Área lavada tipo média													m²	0,4182	1515	656,30	0,05	32,81	0,13	85,32	15,00%	4,922235	0,26	25,595622	148,65	100	25	0,25	0	0	0,0354	656,30	1	23,23	0,13	85,32	108,55	148,65	37,1629	111,49		
Revestimento cerâmico piso													m²	1,6445																												
Adjuvante cerâmico emulsão tipo 13x15cm													m²	23,29	16	18,63	6,2	115,52	0,13	7,42	15,00%	17,37776	0,26	0,726648	135,99	30	25	0,633	0	0	0,0354	18,63	1	0,66	0,13	2,42	1,08	135,99	113,329	22,67		
Argamassa prp fabricada de cimento colante para assentamento - ACII													kg	81,63248	1	81,63	5,7	424,48	0,13	35,63	40,00%	169,799428	0,26	8,4997608	613,39	30	25	0,633	0	0	0,0354	81,63	1	2,89	0,13	10,61	13,50	613,39	511,149	102,23		
Resistente													kg	4,89748	1	4,89	0,05	0,25	0,13	0,64	40,00%	0,0987486	0,26	0,51349792	1,36	30	25	0,633	0	0	0,0354	4,94	1	0,17	0,13	0,64	0,82	1,36	0,25083	0,25		
Caburo tipo 1"4" - não aparelhado													m	16,8	1,5	25,30	0,3	12,60	0,13	3,28	15,00%	1,89	0,26	0,0828	18,75	46	25	0,633	0	0	0,0354	25,30	1	0,89	0,13	3,28	4,12	18,75	10,1896	8,56		
Ripas tipo 2"x1" - não aparelhado													m	23,5	0,75	17,63	0,5	8,81	0,13	2,29	15,00%	1,321875	0,26	0,687375	13,11	46	25	0,633	0	0	0,0354	17,63	1	0,62	0,13	2,29	2,92	13,11	7,12663	5,99		
Parafusos de fixação													kg	0,1707673		0,17	31	5,29	0,13	0,02	10,00%	0,52934407	0,26	0,004439831	5,86	46	25	0,633	0	0	0,0354	0,17	1	0,01	0,13	0,02	0,03	5,86	1,37916	2,67		
SKN																																										
Folhas cerâmicas tipo plan													m²	9,19	47,429	435,96	5,4	258,42	0,13	58,08	10,00%	235,430734	0,26	11,3507465	2857,04	50	25	0,633	0	0	0,0354	435,96	1	15,45	0,13	58,08	72,11	2857,04	1328,82			
Tela fibrocimento vegetal 18kg/m²													m²	4,52	7,37	33,39	5	200,32	0,13	4,34	10,00%	20,01656	0,26	0,860398	235,26	38	25	0,633	0	0	0,0354	33,39	1	1,08	0,13	4,34	5,59	235,26	146,392	77,16		
P1 210 X 90 cedeiro lis completa													um	1																												
Porta lis de madeira 210x90 cedeiro													m³	0,06615	600	39,69	3,5	138,92	0,13	5,16	0,00%	0	0,26	0	144,07	46	25	0,633	0	0	0,0354	39,69	1	1,41	0,13	5,16	6,56	144,07	78,3015	65,77		
Barramentos madeira 154 x 42/2"													m²	0,069375	600	3,83	3,5	13,39	0,13	0,50	0,00%	0	0,26	0	13,88	46	25	0,633	0	0	0,0354	3,83	1	0,14	0,13	3,00	0,63	13,88	7,54006	6,34		
Dobradiças em aço galvanizado													um	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,18	46	25	0,633	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,18	5,53207	4,65		
Fechadura completa													um	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	25	0,633	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	38,9505	32,72		
P2 210 X 70 cedeiro lis completa													um	1																												
Porta lis de madeira 210x70 cedeiro													m³	0,05445	600	30,47	3,5	128,02	0,13	4,51	0,00%	0	0,26	0	132,06	46	25	0,633	0	0	0,0354	30,47	1	1,09	0,13	4,01	5,11	132,06	60,9011	51,16		
Barramentos madeira 154 x 42/2"													m²	0,060625	600	3,68	3,5	12,88	0,13	0,48	0,00%	0	0,26	0	13,34	46	25	0,633	0	0	0,0354	3,68	1	0,13	0,13	4,01	4,61	13,34	7,5014	6,09		
Dobradiças em aço galvanizado													um	2	0,15	0,30	33,8	10,14	0,13	0,04	0,00%	0	0,26	0	10,18	46	25	0,633	0	0	0,0354	0,30	1	0,01	0,13	0,04	0,05	10,18	5,53207	4,65		
Fechadura completa													um	1	1,3	1,30	55	71,50	0,13	0,17	0,00%	0	0,26	0	71,67	46	25	0,633	0	0	0,0354	1,30	1	0,05	0,13	0,17	0,22	71,67	38,9505	32,72		
P3 1.40 X 1.40 alumínio anodizado fosco de correr 2 folhas													um	1																												
Cavilão de alumínio anodizado basculante													m²	0,00309	2600	1,03	191	93,46</																								

SPACES										467,89	11,73	0,00	0,00	479,61	0,00	3,19	11,73	14,92	494,54	218,95	713,49							
P1 210 X 90 cedro lisa completa	um	2				0,00	0,13	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00	46	25	0,4934	0	0	0,0354	0,00	1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Porta lisa de madeira 210x90 cedro	m²	0,1323	600	79,38	3,5	277,81	0,13	50,32	0,00%	0	0,26	0	288,33	46	25	0,4934	0	0	0,0354	79,38	1	2,81	0,13	10,32	13,13	288,15	156,603	131,55
Rebordo madeira lisa 4x4ZC	m²	0,01275	600	7,65	3,5	26,76	0,13	0,99	0,00%	0	0,26	0	27,27	46	25	0,4934	0	0	0,0354	7,65	1	0,27	0,13	0,99	1,27	27,77	16,0921	12,68
Fôrtilhas em aço galvanizado	um	4	0,15	0,60	33,8	29,38	0,13	0,08	0,00%	0	0,26	0	29,38	46	25	0,4934	0	0	0,0354	0,60	1	0,02	0,13	0,08	0,16	29,36	21,0541	9,29
Fechadura completa	um	2	1,3	2,60	55	143,00	0,13	0,34	0,00%	0	0,26	0	143,34	46	25	0,4934	0	0	0,0354	2,60	1	0,09	0,13	0,34	0,43	143,34	77,9011	65,44

ARTEFATO	Pré-Operacional	Casal sem bebê	Casal com bebê	Casal 1 inf.	Casal 2 inf.	Casal Ado.	Casal Jov.	Casal Idosos	Total
Materiais									
Bloco Cerâmico	1603,93	3341,52	801,96	400,98	0,00	0,00	200,49	0,00	6348,89
Cimento Portland	12063,49	743,63	275,35	214,89	0,00	42,12	93,41	0,00	13432,89
Cal Hidratada	120,34	0,00	60,17	30,09	0,00	0,00	15,04	0,00	225,65
Areia Lavada	455,80	2936,66	519,07	523,51	0,00	143,99	213,76	0,00	4792,80
Madeira	8073,25	0,00	4585,09	2504,16	0,00	1265,27	1844,04	59,62	18331,42
Parafusos	36,67	0,00	27,38	14,95	0,00	8,04	10,86	0,32	98,22
Pedra Britada	1311,55	2300,76	988,42	860,11	0,00	199,58	363,53	0,00	6023,95
Aço CA-50	7,49	0,90	3,87	2,08	0,00	0,08	1,01	0,00	15,43
Lã de rocha	43,01	0,00	15,36	18,43	0,00	3,07	6,14	0,00	86,02
Dobradiças Aço Galv.	4,50	0,00	0,75	0,00	0,00	1,20	1,20	0,30	7,95
Fechadura Completa	15,60	0,00	2,60	0,00	0,00	3,90	5,20	1,30	28,60
Vidro Comum	67,20	0,00	9,60	0,00	0,00	19,20	9,60	0,00	105,60
Telha Fibrocimento	212,26	0,00	212,26	70,75	0,00	70,75	70,75	0,00	636,77
Calha Aço Inox	9,40	0,00	9,40	1,04	0,00	1,04	1,04	0,00	21,92
Piso Cerâmico	322,56	0,00	259,52	92,16	0,00	92,16	92,16	0,00	858,56
Argamassa PreFab.	65,36	0,00	52,59	18,67	0,00	18,67	18,67	0,00	173,97
Rejunte	3,96	0,00	3,19	1,13	0,00	1,13	1,13	0,00	10,54
Pintura Acrílica	3,35	0,00	2,69	0,96	0,00	0,96	0,96	0,00	8,91
Louça Branca	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	65,00
Granito	8,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,00	0,00	61,48
Plástico	1,64	0,00	0,37	0,03	0,00	0,02	0,15	0,02	2,23
Aço Inox	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
Polietileno	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00
Lâmapada Fluor.	1,25	0,00	1,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	4,25
Luminária	2,50	0,00	2,50	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	8,50
	24495,39	9323,47	7833,39	4755,46	0,00	1871,93	3028,65	63,06	51371,35

PROJETO PARÂMETRO	Pré-Operacional	Casal sem bebê	Casal com bebê	Casal 1 inf.	Casal 2 inf.	Casal Ado.	Casal Jov.	Casal Idosos	Total
Cimento Portland	2570,13	779,85	53,08	738,43	654,94	25,09	876,87	0,00	5698,40
Areia Lavada	7532,06	2971,26	234,28	2604,85	2214,14	124,14	3058,71	0,00	18739,43
Bloco de concreto	17160,58	0,00	0,00	558,13	275,50	324,87	135,38	0,00	18454,45
Pedra Britada	1723,87	7166,78	72,11	426,18	245,01	0,00	2257,34	0,00	11891,28
Aço CA-50	108,95	20,88	3,09	26,89	14,75	0,00	7,33	0,00	181,89
Piso Cerâmico	228,90	0,00	7,11	13,92	6,86	0,00	18,63	0,00	275,42
Argamassa PreFab.	225,65	0,00	31,16	60,99	30,07	0,00	81,63	0,00	429,50
Rejunte	13,65	0,00	1,88	3,69	1,82	0,00	4,94	0,00	25,98
Cal Hidratada	86,81	227,46	39,35	170,85	98,57	28,58	94,98	0,00	746,60
Pintura Látex	20,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	20,34
Pintura Acrílica	12,24	13,87	2,40	10,42	6,01	1,74	5,79	0,00	52,48
Madeira	406,22	0,00	117,41	191,06	120,78	34,55	120,89	87,03	1077,92
Parafusos	0,93	0,00	0,12	0,41	0,14	0,00	0,17	0,00	1,78
Laje Cerâmica	602,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	602,95
Dobradiças Aço Galv.	1,50	0,00	0,60	0,60	0,60	0,30	0,60	0,60	4,80
Fechadura Completa	6,50	0,00	2,60	2,60	2,60	1,30	2,60	2,60	20,80
Alumínio	7,54	0,00	0,00	7,02	1,57	0,00	2,46	0,00	18,58
Vidro Comum	28,79	0,00	0,00	24,36	7,43	0,00	9,18	0,00	69,75
PVC	102,48	0,00	0,05	47,93	24,69	0,05	23,05	0,00	198,25
Telhas Cerâmicas	3019,02	0,00	0,00	1088,25	435,96	0,00	435,96	0,00	4979,20
Louça Branca	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	150,00
Granito	8,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,48	0,00	16,96
Aço Inox	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
Polietileno	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00
Lâmpada Fluor.	3,50	0,00	1,50	1,00	0,50	1,50	0,00	0,00	8,00
Luminária	3,50	0,00	1,50	1,00	0,50	1,50	0,00	0,00	8,00
Bloco Cerâmico	0,00	2585,97	447,39	1942,41	1120,65	0,00	1079,81	0,00	7176,23
Telha Fibrocimento	0,00	0,00	115,49	41,64	0,00	0,00	33,39	0,00	190,51
	34006,37	13766,07	1131,12	7962,62	5263,10	543,61	8298,18	90,23	71061,30

Projeto Parâmetro

	Energia total	Energia inicial	Energia de manutenção	Energia demolição	Energia Residual	Energia usada
SITE	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
STRUCTURE	68654,68	53108,97	10472,88	5072,83	24920,50	43734,17
SKIN	42699,26	30268,22	11864,29	566,75	2209,83	40489,43
SPACES	0	0	0	0	0	0,00
SERVICES	13308,28	5525,53	7751,93	30,81	2621,59	10686,68
124662,22	124662,22	88902,72	30089,10	5670,39	29751,93	94910,29
	100,00	71,31	24,14	4,55	23,87	76,13396748
SITE	30815,62	25024,75	3118,34	2672,53	11992,65	18822,97
STRUCTURE	0	0	0	0	0	0,00
SKIN	0	0	0	0	0	0,00
SPACES	0	0	0	0	0	0,00
SERVICES	0	0	0	0	0	0,00
30815,62	30815,62	25024,75	3118,34	2672,53	11992,65	18822,97
	100,00				38,92	61,08255194
SITE	0	0	0	0	0	0,00
STRUCTURE	935,21	581,69	313,35	40,16	251,75	683,46
SKIN	5444,37	3488,57	1799,35	156,46	2112,34	3332,04
SPACES	0	0	0	0	0	0,00
SERVICES	1601,79	281,28	1319,48	1,04	81,51	1520,28
7981,37	7981,37	4351,54	3432,18	197,66	2445,59	5535,78
	100,00				30,64	69,35876342
SITE	0	0	0	0	0	0,00
STRUCTURE	7703,74	6535,64	560,98	607,12	3518,28	4185,46
SKIN	30573,11	22741,55	7113,53	718,03	7031,80	23541,32
SPACES	0	0	0	0	0	0,00
SERVICES	990,81	189,61	800,54	0,66	51,17	939,64
39267,66	39267,66	29466,80	8475,05	1325,81	10601,24	28666,42
	100,00				27,00	73,00261191
SITE	0	0	0	0	0	0,00
STRUCTURE	5973,98	5173,88	306,63	493,47	3138,69	2835,29
SKIN	15380,77	11335,03	3663,83	381,91	4998,20	10382,57
SPACES	0	0	0	0	0	0,00
SERVICES	461,65	96,34	364,99	0,31	34,38	427,27
21816,40	21816,40	16605,26	4335,45	875,69	8171,26	13645,14
	100,00				37,45	62,54531733
SITE	0	0	0	0	0	0,00
STRUCTURE	0	0	0	0	0	0,00
SKIN	2176,31	1825,61	261,17	89,53	431,45	1744,86
SPACES	0	0	0	0	0	0,00
SERVICES	1212,31	281,28	930,15	0,88	126,25	1086,05
3388,61	3388,61	2106,88	1191,32	90,41	557,70	2830,91

		100,00			16,46	83,54194736
SITE	0	0	0	0	0	0,00
STRUCTURE	8754,10	7763,72	0,00	990,39	5373,71	3380,39
SKIN	12095,79	11287,45	434,04	374,30	5513,35	6582,44
SPACES	0	0	0	0	0	0,00
SERVICES	1022,48	1014,45	0,00	8,04	169,07	853,41
21872,38	21872,38	20065,62	434,04	1372,72	11056,13	10816,24
	100,00				50,55	49,45161408

SITE	0	0	0	0	0	0,00
STRUCTURE	0	0	0	0	0	0,00
SKIN	0	0	0	0	0	0,00
SPACES	494,54	479,61	0,00	14,92	218,95	275,58
SERVICES	0	0	0	0	0	0,00
494,54	494,54	479,61	0,00	14,92	218,95	275,58
	100,00				44,27	55,72550316

SITE	30,82	25,02	3,12	2,67	11,99	18,82
STRUCTURE	92,02	73,16	11,65	7,20	37,20	54,82
SKIN	108,37	80,95	25,14	2,29	22,30	86,07
SPACES	0,49	0,48	0,00	0,01	0,22	0,28
SERVICES	18,60	7,39	11,17	0,04	3,08	15,51
250,30	250,30	187,00	51,08	12,22	74,80	175,50

Energia total	Energia inicial	Artefato			Energia usada
		Energia de manutenção	Energia demolição	Energia Residual	
0	0	0	0	0	0,00
15527,60	12332,93	1991,32	1203,35	4927,45	10600,15
19922,65	9608,33	9257,52	1056,81	3994,89	15927,77
5283,41	3729,51	1384,26	169,63	933,33	4350,07
3870,46	1966,43	1889,41	14,62	485,10	3385,36
44604,12	27637,20	14522,51	2444,40	10340,77	34263,35
100,00				23,18	76,81655653
21384,75	19794,03	0,00	1590,72	9897,02	11487,73
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
21384,75	19794,03	0,00	1590,72	9897,02	11487,73
100,00				46,28	53,7192774
755,67	649,33	0,00	106,34	331,16	424,51
8331,19	6453,08	1216,51	661,60	2567,84	5763,35
9944,16	4863,54	4512,73	567,89	1856,63	8087,53
4096,28	2926,14	1039,24	130,90	770,60	3325,67
1097,53	385,50	711,07	0,96	112,41	985,12
24224,82	15277,59	7479,55	1467,69	5638,64	18586,18
100,00				23,28	76,72371025
0	0	0	0	0	0,00
4023,75	3154,89	553,04	315,82	1479,47	2544,28
5124,54	2589,21	2162,13	373,19	748,21	4376,33
1118,66	884,97	214,90	18,78	311,55	807,10
425,70	145,51	279,83	0,36	72,75	352,95
10692,64	6774,58	3209,91	708,15	2611,99	8080,65
100,00				24,43	75,57208584
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00				0,00	0
453,40	389,60	0,00	63,81	253,24	200,16
567,39	286,62	220,85	59,92	152,24	415,15
2832,42	1904,22	754,97	173,23	666,16	2166,26
1518,08	1142,01	318,46	57,61	539,79	978,29
195,81	74,29	121,34	0,17	54,07	141,74
5567,10	3796,74	1415,62	354,74	1665,49	3901,60

100,00 29,92 70,08329136

453,40	389,60	0,00	63,81	292,20	161,21
1741,79	1584,68	0,00	157,11	934,44	807,35
2167,19	1983,13	0,00	184,06	414,86	1752,33
1553,51	1399,05	71,63	82,83	593,38	960,13
893,86	791,10	89,55	13,21	146,78	747,09
6809,76	6147,56	161,18	501,01	2381,65	4428,10
100,00				34,97	65,02586903

0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0,00
147,34	137,16	0,00	10,18	77,28	70,06
0	0	0	0	0	0,00
189,75	144,71	44,78	0,27	72,35	117,40
337,09	281,87	44,78	10,45	149,64	187,46
100,00				44,39	55,6091979

23,05	21,22	0,00	1,82	10,77	12,27
30,19	23,81	3,98	2,40	10,06	20,13
40,14	21,09	16,69	2,37	7,76	32,38
13,57	10,08	3,03	0,46	3,15	10,42
6,67	3,51	3,14	0,03	0,94	5,73
113,62	79,71	26,83	7,08	32,69	80,94

ÁREA	ENERGIA PRÉ-OP	POR FASE	P.P. - Energia		ÁREA	ENERGIA PRÉ-OP	POR FASE	Artefato - Energia	
			(GJ)	(GJ/m ²)				(GJ)	(GJ/m ²)
	Energia Pré-Op		P.P. - Energia (GJ)	P.P. - Energia (GJ/m²)				Atefato - Energia (GJ)	Artefato - Energia (GJ/m²)
42	INICIAL	88,90	88,90	2,12	34,53	INICIAL	27,64	27,64	0,80
42	CASAL SEM BEBÊ	25,02	113,93	2,71	34,53	CASAL SEM BEBÊ	19,79	47,43	1,37
58,3	CASAL COM BEBÊ	4,35	118,28	2,03	63,36	CASAL COM BEBÊ	15,28	62,71	0,99
84,05	CASAL - 1 INF.	29,47	147,75	1,76	74,16	CASAL - 1 INF.	6,77	69,48	0,94
92,92	CASAL - 2 INF.	16,61	164,35	1,77	74,16	CASAL - 2 INF.	0,00	69,48	0,94
92,92	CASAL - ADO.	2,11	166,46	1,79	82,8	CASAL - ADO.	3,80	73,28	0,89
106,38	CASAL - JUV.	20,07	186,52	1,75	91,8	CASAL - JUV.	6,15	79,43	0,87
106,38	CASAL DE IDOSOS	0,48	187,00	1,76	91,8	CASAL DE IDOSOS	0,28	79,71	0,87

ÁREA	ENERGIA OP	POR FASE	P.P. - Energia		ÁREA	ENERGIA OP	POR FASE	P.P. - Energia	
			(GJ)	(GJ/m ²)				(GJ)	(GJ/m ²)
42	INICIAL	30,09	30,09	0,72	34,53	INICIAL	14,52	14,52	0,42
42	CASAL SEM BEBÊ	3,12	33,21	0,79	34,53	CASAL SEM BEBÊ	0,00	14,52	0,42
58,3	CASAL COM BEBÊ	3,43	36,64	0,63	63,36	CASAL COM BEBÊ	7,48	22,00	0,35
84,05	CASAL - 1 INF.	8,48	45,11	0,54	74,16	CASAL - 1 INF.	3,21	25,21	0,34
92,92	CASAL - 2 INF.	4,34	49,45	0,53	74,16	CASAL - 2 INF.	0,00	25,21	0,34
92,92	CASAL - ADO.	1,19	50,64	0,55	82,8	CASAL - ADO.	1,42	26,63	0,32
106,38	CASAL - JUV.	0,43	51,08	0,48	91,8	CASAL - JUV.	0,16	26,79	0,29
106,38	CASAL DE IDOSOS	0,00	51,08	0,48	91,8	CASAL DE IDOSOS	0,04	26,83	0,29

ÁREA	ENERGIA PÓS-OP	POR FASE	P.P. - Energia		ÁREA	ENERGIA PÓS-OP	POR FASE	P.P. - Energia	
			(GJ)	(GJ/m ²)				(GJ)	(GJ/m ²)
42	INICIAL	5,67	5,67	0,14	34,53	INICIAL	2,44	2,44	0,07
42	CASAL SEM BEBÊ	2,67	8,34	0,20	34,53	CASAL SEM BEBÊ	1,59	4,04	0,12
58,3	CASAL COM BEBÊ	0,20	8,54	0,15	63,36	CASAL COM BEBÊ	1,47	5,50	0,09
84,05	CASAL - 1 INF.	1,33	9,87	0,12	74,16	CASAL - 1 INF.	0,71	6,21	0,08
92,92	CASAL - 2 INF.	0,88	10,74	0,12	74,16	CASAL - 2 INF.	0,00	6,21	0,08
92,92	CASAL - ADO.	0,09	10,83	0,12	82,8	CASAL - ADO.	0,35	6,57	0,08
106,38	CASAL - JUV.	1,37	12,21	0,11	91,8	CASAL - JUV.	0,50	7,07	0,08
106,38	CASAL DE IDOSOS	0,01	12,22	0,11	91,8	CASAL DE IDOSOS	0,01	7,08	0,08

ÁREA	ENERGIA TOTAL	POR FASE	P.P. - Energia		ÁREA	ENERGIA TOTAL	POR FASE	P.P. - Energia	
			(GJ)	(GJ/m ²)				(GJ)	(GJ/m ²)
42	INICIAL	124,66	124,66	2,97	34,53	INICIAL	44,60	44,60	1,29
42	CASAL SEM BEBÊ	30,82	155,48	3,70	34,53	CASAL SEM BEBÊ	21,38	65,99	1,91
58,3	CASAL COM BEBÊ	7,98	163,46	2,80	63,36	CASAL COM BEBÊ	24,22	90,21	1,42
84,05	CASAL - 1 INF.	39,27	202,73	2,41	74,16	CASAL - 1 INF.	10,69	100,91	1,36
92,92	CASAL - 2 INF.	21,82	224,54	2,42	74,16	CASAL - 2 INF.	0,00	100,91	1,36
92,92	CASAL - ADO.	3,39	227,93	2,45	82,8	CASAL - ADO.	5,57	106,47	1,29
106,38	CASAL - JUV.	21,87	249,80	2,35	91,8	CASAL - JUV.	6,81	113,28	1,23
106,38	CASAL DE IDOSOS	0,49	250,30	2,35	91,8	CASAL DE IDOSOS	0,34	113,62	1,24