

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

### *ADAPTABILITY STRATEGIES IN SOCIAL HOUSING: IMPLICATIONS IN THE BUILDING'S ENERGY CYCLE*

Rafael Santos Fischer<sup>1</sup>

Aloísio Leoni Schmid<sup>2</sup>

**Resumo:** Edifícios adaptáveis têm a capacidade de fazer com que os materiais empregados em sua construção sejam utilizados de maneira mais eficiente ao longo do ciclo de vida, uma vez que permitem seu rearranjo espacial, substituição fácil e rápida nos casos em que a durabilidade técnica é inferior à funcional, ou a utilização em novos edifícios - caso a durabilidade técnica dos materiais seja superior a funcional. Neste sentido, a adaptabilidade pode contribuir para a construção de edificações que consumam menos energia ao longo do ciclo de vida. Habitações de Interesse Social são um tipo de edificação que tem sido construído de maneira massificada e que não favorece à adaptabilidade, muito por conta das técnicas e materiais utilizados. O emprego de estratégias de adaptabilidade pode gerar projetos mais adaptáveis e, teoricamente, melhores em desempenho do ponto de vista energético, além de mais adequados às necessidades de famílias diferentes. Por meio da Design Science Research, o objetivo deste trabalho era verificar como a adaptabilidade influencia no desempenho energético de uma edificação do tipo por meio da comparação entre uma habitação tradicional e uma adaptável. Para isso, tanto o projeto de uma nova HIS adaptável quanto as modificações sofridas ao longo do ciclo de vida por ambas unidades foram simulados. Constatou-se ao final que a presença de estratégias de adaptabilidade no projeto, juntamente com o uso de materiais mais leves e de menor energia embutida inicial, pode representar uma redução significativa no consumo energético ao longo do ciclo de vida. Também foi constatado que levar em conta as adaptações pelas quais uma edificação passa ao longo do ciclo de vida pode gerar resultados mais confiáveis neste tipo de análise de ciclo de vida energético.

**Palavras-chave:** Edificações adaptáveis, estratégias de adaptabilidade, habitação de interesse social, análise de ciclo de vida energético.

**Abstract:** Adaptive buildings have the capability to allow for a more efficient use of the materials throughout the life-cycle, since they facilitate spatial rearrangements, easy and quick replacements - in cases in which technical durability is shorter than the functional durability -, or its reuse of in new buildings - if its technical durability is longer than the functional. In this sense, adaptability can contribute to the conception of buildings that consume less energy. Social housing is building type that has been mass-produced and usually does not allow for adaptability – mainly due to the techniques and materials employed. Adaptability strategies presence can result in projects that are more adaptable and, theoretically, have better performance regarding energy consumption reduction – whilst also being more suited to the needs of its dwellers. Using the Design Science Research method, the goal of this work was to verify to what degree adaptability influences the energy performance in social housing. In order to achieve such results, the design of an adaptable social housing and the adaptations carried out in both housing units throughout the life cycle were simulated. It was found that the

<sup>1</sup> Mestrando, Universidade Federal do Paraná, rafaelsanfischer@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutor, Universidade Federal do Paraná, iso@ufpr.br.

presence of adaptability strategies along with the use of lighter and lower embodied energy materials can result in a significant reduction in energy consumption throughout the life cycle. It was also verified that taking into account the adaptations made in a building through the life cycle can generate more reliable results in this type of analysis.

**Keywords:** Adaptive buildings, adaptability strategies, housing of social interest, energy life cycle analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, muitas edificações brasileiras são construídas em técnicas e materiais que não favorecem a adaptação das mesmas ao longo do ciclo de vida. Estruturas em concreto armado moldado in loco, alvenaria estrutural em blocos de concreto e a alvenaria de tijolos cerâmicos são alguns exemplos de tecnologias e materiais que dificultam a adaptabilidade. Nestas técnicas, a ligação entre os materiais é química, fazendo com que a desmontagem e remontagem - ou a desconstrução - dos mesmos se torne difícil de ser realizada sem que haja dano aos elementos (LARCHER, 2005).

Além do mais, a concepção de edificações que possam ser reduzidas de tamanho ou completamente desmontadas acaba sendo algo pouco usual na maioria dos edifícios construídos em solo nacional (LARCHER, 2005).

Estes problemas são amplificados quando se analisa a produção de um tipo de edificação específica: a habitação de interesse social. Assim como acontece em outras partes do mundo, para baratear custos e facilitar a construção, estas unidades acabam sendo projetadas e executadas em massa. Isto é, supõe-se que uma única tipologia de habitação é capaz de atender às necessidades de famílias e moradores com necessidades distintas (PEREIRA, 2015).

O Brasil possui um déficit habitacional bastante elevado e uma das soluções encontradas para mitigar tal problema é justamente a construção de habitações de interesse social. Em 2015, cinco milhões de famílias viviam em habitações improvisadas ou dividiam o mesmo espaço com outras (BRASIL, 2015). Projeções indicam que até 2023 este número vai aumentar, podendo atingir aproximadamente 5,8 milhões de famílias vivendo em condições não ideais de habitação (BRASIL, 2009).

Estas HIS produzidas de maneira massificada não costumam levar em consideração mudanças e alterações que ocorrem nas necessidades espaciais

das famílias ao longo do ciclo de vida da edificação (NASCIMENTO, 2011). Além disso, cada vez mais o conceito de família se distancia daquele ideal tradicional, em que havia um casal e seus filhos. Atualmente, ele é muito mais abrangente, englobando também tipos de famílias com dinâmicas sociais e quantidade de membros diferentes daqueles aceitos até algumas décadas atrás. Como consequência, novas maneiras de morar também acabam surgindo.

Em face de tantas dificuldades para adaptar suas habitações, os moradores enfrentam desafios para viver em unidades que atendem parcialmente suas necessidades espaciais. Na medida do possível, realizam alterações e modificações tentando personalizar e melhor adequar os espaços aos seus desejos, o que ocasionalmente acaba resultando em soluções espaciais problemáticas: ausência de ventilação e iluminação natural, configurações de ambientes deficientes do ponto de vista de usabilidade, falta de espaço para o mobiliário básico, dentre outros, são alguns dos principais problemas resultantes das adaptações conduzidas nas HIS (MARTUCCI, 2002; PALERMO, 2007).

Outro problema grave é a geração excessiva de resíduos de construção civil. Como dito, materiais e técnicas como o concreto armado e a alvenaria de tijolos cerâmicos são conectados entre si de maneira química. Logo, é difícil modifica-los sem que os mesmos acabem sendo danificados ou descartados durante o processo (LARCHER, 2005; SZÜCS, 2004). E tais materiais costumam possuir elevados níveis de energia embutida inicial se comparados com a madeira, por exemplo.

Em suma, realizar adaptações em uma unidade de habitação de interesse social produzida de maneira massificada e em materiais tradicionais é um processo relativamente complicado, lento e negativo do ponto de vista ambiental.

A concepção de projetos de HIS que incorporassem estratégias de adaptabilidade poderia facilitar a personalização da unidade por parte dos moradores, aumentando a qualidade espacial e atendendo aos desejos dos mesmos, além de reduzir o impacto do ponto de vista ambiental gerado por tais modificações (ADAPTABLE FUTURES, 2009; DIGIÁCOMO, 2004).

Estudos demonstram que, com o passar dos anos do ciclo de vida funcional de uma edificação, há um gradual acréscimo da quantidade de materiais utilizados na mesma em função da realização de adaptações visando evitar que ocorra a sua obsolescência funcional (ADAPTABLE FUTURES, 2009).

As estratégias de adaptabilidade abrem a possibilidade de que os elementos e materiais que conformam o edifício sejam utilizados e reutilizados de uma maneira mais eficiente. Isso ocorre devido ao fato dos mesmos: poderem ser reutilizados em novas edificações - ou reposicionados dentro do mesmo edifício - caso o ciclo de vida técnico dos mesmos seja superior ao ciclo de vida funcional; serem sua durabilidade funcional melhor aproveitada, no caso em que tanto o ciclo de vida funcional quanto o técnico sejam iguais – situação rara de acontecer; ou ainda, serem repostos sem que haja danos aos elementos e peças vizinhas, no caso em que a durabilidade técnica seja inferior à durabilidade funcional do espaço (ADAPTABLE FUTURES, 2009).

O objetivo principal deste trabalho é, portanto, verificar de uma maneira quantitativa como a presença de estratégias de adaptabilidade pode influenciar na quantidade total de energia consumida por uma edificação ao longo de seu ciclo de vida.

## **2 MÉTODO**

### **2.1 Seleção do método de pesquisa**

Dada a problematização apresentada a respeito das habitações de interesse social, tal tipo de edificação foi selecionado como objeto de análise para este estudo.

Para atingir o objetivo proposto, era necessário que houvesse uma comparação entre uma HIS tradicional – projetada de maneira massifica e construída em materiais e técnicas como concreto armado, alvenaria de tijolos cerâmicos ou alvenaria estrutural – com uma HIS adaptável – projetada levando-se em consideração recomendações de adaptabilidade.

Esta comparação deveria ser feita levando-se em conta o ciclo de vida de ambas unidades: ou seja, considerando as adaptações feitas ao longo dos anos.

Desta maneira, optou-se por utilizar a *Design Science Research* como método científico, uma vez que ela é ideal para pesquisas em que o objeto estudado é produzido pelo homem e ainda não existe. No caso da pesquisa, tanto as adaptações feitas ao longo do ciclo de vida como o projeto da HIS adaptável eram desconhecidos inicialmente, conhecendo-se somente o projeto de habitação de interesse social tradicional que serviria como base de comparação (LACERDA, 2013).

Métodos de avaliação para que se pudesse avaliar ao final do ciclo de vida de ambas as unidades habitacionais a quantidade de energia consumida e correlacionar o desempenho encontrado com a presença das estratégias de adaptabilidade precisaram ser selecionados. Para tal, os escolhidos foram a **análise de ciclo de vida energético** e também uma **análise da presença de estratégias de adaptabilidade**.

O método de análise de ciclo de vida energético adotado foi baseado no trabalho de Tavares (2006), enquanto que a análise da presença de estratégias de adaptabilidade foi estruturada baseada em recomendações de Moffatti (2001), no qual seriam estabelecidos os critérios de avaliação – as estratégias de adaptabilidade identificadas a partir da pesquisa de ADAPTABLE FUTURES (2011) – onde suas presenças (ou ausência) seriam verificadas para cada projeto estudado.

## **2.2 Seleção projeto de HIS tradicional – PROJETO PARÂMETRO**

O primeiro passo para o desenvolvimento do trabalho foi a pesquisa e seleção de um projeto de habitação de interesse social tradicional: produzida em massa e construída em técnicas em materiais como o concreto armado, alvenaria de tijolos cerâmicos ou alvenaria de tijolos de concreto estrutural.

A unidade a ser selecionada deveria pertencer a um tipo de HIS (casa, apartamento ou sobrado, por exemplo), e ter características como as

dimensões em área e os ambientes que mais bem caracterizassem uma HIS tradicional típica brasileira.

Selecionou-se um projeto do tipo residência unifamiliar térrea – casa -, uma vez que ela representa a maior parte das HIS construídas atualmente em território nacional (BRASIL, 2015).

O projeto escolhido é de autoria de arquitetos da CAIXA - ver Figura 1 -, uma das instituições responsáveis pelo Programa Minha Casa Minha Vida, um dos principais relacionados à produção de habitação de interesse social a nível nacional (CAIXA, 2007).

**Figura 1** – Projeto Parâmetro da Caixa



**Fonte: BRASIL (2007)**

As paredes de vedação internas e externas são feitas em blocos de concreto de alvenaria estrutural, a fundação é uma laje do tipo radier, as esquadrias externas são em alumínio enquanto que as internas são em madeira. A unidade conta com uma área inicial de 42 m<sup>2</sup>, dispondo de sala de estar, banheiro, cozinha e dois quartos – além de um tanque externo, sugerindo a expansão da área de serviços.

O projeto considera foi pensado para atender uma família com quatro membros, sendo um casal e dois filhos. Tais características serviram como critérios do projeto parâmetro – Tabela 1 -, que também influenciariam os critérios utilizados na concepção do projeto adaptável posteriormente.

**Tabela 1** – Critérios para o projeto parâmetro

| Área              | Terreno   | População Inicial    | Ambientes   |
|-------------------|-----------|----------------------|---|
| 42 m <sup>2</sup> | 10 x 15 m | 4 (casal e 2 filhos) | Sala, cozinha, banheiro, 2 dormitórios e área de serviços externa |

Fonte: baseado em BRASIL (2007)

### 2.3 Desenvolvimento do projeto de HIS adaptável – ARTEFATO

Um dos possíveis objetos gerados em uma *Design Science Research* é um artefato (LACERDA, 2013). No caso deste trabalho, tal artefato é uma unidade de habitação de interesse social adaptável concebida levando-se em conta as estratégias de adaptabilidade – ver Figura 2 - e os critérios presentes na Tabela 1 e na Tabela 2 – disponível abaixo.

**Tabela 2** – Critérios para o ARTEFATO

| Área   | Terreno   | População Inicial   | Ambientes   |
|--|-----------|---|---|
| 42 m <sup>2</sup> (20% tolerância = 34 à 50 m <sup>2</sup> ) | 10 x 15 m | Conforme necessidade inicial de acordo com Pereira (2015) | Conforme necessidade inicial de acordo com Pereira (2015) |

Fonte: baseado em BRASIL (2007)

### 2.4 Critérios para as simulações de adaptações ao longo do ciclo de vida

Simulações espaciais das adaptações teriam que ser conduzidas tanto para o projeto tradicional – PROJETO PARÂMETRO – quanto para o projeto adaptável – ARTEFATO. Estas simulações também deveriam obedecer a critérios comuns, de maneira com que houvesse a possibilidade de uma comparação justa entre ambos os projetos.

Tais critérios foram definidos com base na pesquisa de Pereira (2015), a partir da qual foi possível identificação da duração do ciclo de vida familiar a ser simulado – de 50 anos -, além de seus estágios e suas respectivas características como: duração, número de habitantes, renda familiar, área e necessidades espaciais. Estes critérios podem ser observados na Tabela 3, a seguir.

**Tabela 3** – Análise do Ciclo de vida Energético

| <b>ESTÁGIO</b>      | <b>DURAÇÃO DO ESTÁGIO</b> | <b>POPULAÇÃO</b> | <b>RENDA FAMILIAR</b> | <b>ÁREA</b>             |
|---------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
| CASAL sem bebê      | 1 ano                     | 3                | 1                     | 30 à 50 m <sup>2</sup>  |
| CASAL com bebê      | 5 anos                    | 3                | 2                     | 50 à 70 m <sup>2</sup>  |
| CASAL - 1 infância  | 10 anos                   | 3                | 2                     | 70 à 90 m <sup>2</sup>  |
| CASAL - 2 infância  | 15 anos                   | 4                | 3                     | 80 à 100 m <sup>2</sup> |
| CASAL - adolescente | 25 anos                   | 4                | 3                     | 80 à 100 m <sup>2</sup> |
| CASAL - jovem       | 35 anos                   | 3                | 4                     | 90 à 110 m <sup>2</sup> |
| CASAL idosos        | 50 anos                   | 2                | 3                     | 90 à 110 m <sup>2</sup> |

Fonte: adaptado de PEREIRA (2015)

## 2.5 Análise de ciclo de vida energético

Uma vez que o novo ARTEFATO fosse projetado e as adaptações fossem simuladas em ambos os projetos, seria necessário avaliar quantitativamente a energia consumida por ambos – o que permitiria sua comparação. Para isso, houve a necessidade de seleção de um método de análise de ciclo de vida energético que levasse em conta a energia utilizada todo o ciclo de vida das unidades: etapas pré-operacional, operacional e pós-operacional.

Neste contexto, o método empregado seguiu as instruções definidas por Tavares (2006), que considera a energia consumida nas três fases mencionadas anteriormente. O método se baseia no levantamento quantitativo de materiais utilizados para permitir o cálculo energético total da energia pré-operacional, parte da operacional e a totalidade do cálculo da energia pós-operacional. Na Tabela 4 – ver página seguinte - estão listadas as energias computadas em cada uma das etapas.

Na etapa pré-operacional, em função dos quantitativos de materiais utilizados são obtidas: a energia embutida inicial, a energia de transporte dos materiais, a energia embutida inicial dos materiais desperdiçados e a energia necessária para remover e transportar estes materiais desperdiçados.



**Tabela 4** – Análise de Ciclo de Vida Energético

| <b>PRÉ-OPERACIONAL</b>                          | <b>OPERACIONAL</b>    | <b>PÓS-OPERACIONAL</b>                |
|---|-----------------------|---------------------------------------|
| Energia Embutida dos materiais                  | Energia de Manutenção | Energia de<br>desmontagem             |
| Energia do transporte dos materiais             |                       | Energia de transporte<br>dos resíduos |
| Energia embutida dos materiais<br>desperdiçados |                       |                                       |
| Energia do transporte do desperdício            |                       |                                       |

**Fonte: baseado em TAVARES (2006)**

Na etapa operacional são calculadas as energias de manutenção e reposição, que se dá em função da quantidade de materiais (o quantitativo) e a respectiva durabilidade técnica de cada um deles. A energia consumida por equipamentos e a energia de cocção, também componentes da energia operacional, não foram computadas uma vez que exigiriam a realização de simulações de consumo energético por meio de softwares específicos, capazes de quantificar os dados relacionados à energia gasta para o aquecimento ou resfriamento dos ambientes.

Como estes resultados dependem de outras variáveis como orientação solar, localização das unidades, zonas térmicas e suas respectivas recomendações construtivas, tais simulações não foram conduzidas para este trabalho.

Logo, eventuais diferenças de resultados na energia operacional entre o ARTEFATO e o PROJETO PARÂMETRO seriam causadas exclusivamente pela presença das estratégias de adaptabilidade, quantidade e tipos de materiais utilizados.

## **2.6 Análise da adaptabilidade**

A análise da adaptabilidade é importante pelo fato de permitir correlacionar o desempenho energético das unidades com a presença ou ausência de estratégias de adaptabilidade.

Moffatti (2001) afirma que uma das maneiras existentes de se avaliar a adaptabilidade de uma edificação é definindo os critérios de adaptabilidade que se pretende avaliar com base em uma pesquisa bibliográfica e, em seguida,

verificando por meio de um check-list se estes são ou não verificados no projeto.

Os critérios de adaptabilidade a serem utilizados foram pesquisados e seguem as recomendações de ADAPTABLE FUTURES (2011), conforme mostradas na Figura 2, a seguir.

**Figura 2 – Estratégias de adaptabilidade**



Fonte: ADAPTABLE FUTURES (2009)

Em um único edifício podem elementos e materiais que são e que não são adaptáveis. Portanto, uma avaliação da adaptabilidade genérica, considerando o edifício como um todo, geraria resultados imprecisos.

Idealmente, para uma maior precisão no resultado, tal avaliação deve ser conduzida considerando-se separadamente cada material que compõe o edifício. No entanto, devido às restrições práticas e de tempo deste estudo, a avaliação da adaptabilidade foi feita considerando-se as diferentes camadas das edificações, conforme Brand (1994) – ver Figura 3 a seguir.

**Figura 3** – Camadas que compõem uma edificação



Fonte: BRAND (1994)

A avaliação por camadas permite obter resultados relativamente precisos, minimizando-se assim distorções. Isto ocorre porque um elemento adaptável, por exemplo, cuja durabilidade técnica é mais longa do que a durabilidade funcional do espaço que ele define tem a possibilidade de ser reutilizado ou rearranjado, de maneira a ter todo seu potencial aproveitado.

Neste exemplo, assumir que uma edificação é inteiramente adaptável, mesmo possuindo elementos que não são, implicaria em dizer que todos os elementos poderiam eventualmente ser reutilizados em novas edificações - o que não corresponderia à realidade e interferiria diretamente nos resultados obtidos.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Projeto Parâmetro

Com base no item 2.4 foram realizadas as simulações de adaptações ao longo do ciclo de vida, considerando as características dos respectivos estágios, na habitação de interesse social tradicional – o PROJETO PARÂMETRO -, definido no item 2.2.

A Figura 4 demonstra a evolução espacial da unidade habitacional a partir do desenho de suas plantas. O projeto se inicia com os 42 m<sup>2</sup> originalmente previstos pelos arquitetos da CAIXA (2007) e, ao final dos 50 anos do ciclo de vida, o mesmo acaba com uma área de 106,8 m<sup>2</sup>. Conforme

estudos já indicavam, a área inicial deste tipo de edifício pode sofrer um acréscimo de área de quase três vezes em relação à inicial (FISCHER, 2003).

**Figura 4** – Simulação de adaptações no PROJETO PARÂMETRO



Fonte: AUTOR (2017)

O Quadro 1 traz o quantitativo de materiais obtidos a partir de BRASIL (2007) e de um modelo 3D das simulações realizadas de cada um dos estágios do ciclo de vida simulado. Este quantitativo tornou possível efetuar a análise de ciclo de vida energética, cujos resultados são apresentados a partir do item 4 deste trabalho.

### 3.2 Artefato

O projeto de uma HIS adaptável – o ARTEFATO – foi concebido respeitando-se os critérios definidos no item 2.3. O projeto foi concebido levando-se em consideração as estratégias de adaptabilidade de ADAPTABLE FUTURES (2011), bem como estudos relativos à adaptabilidade na habitação de interesse social brasileira (SZÜCS, 2002; FISCHER, 2003; DIGIÁCOMO, 2004; LARCHER, 2005; MARROQUIM, 2007; BRANDÃO, 2011; BRASIL, 2015).

**Figura 5** – ARTEFATO



Fonte: AUTOR (2017)

**Quadro 1 – Quantitativo do Projeto Parâmetro**

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

Fonte: AUTOR (2017)

O ARTEFATO, representado na Figura 5, possui uma área inicial de aproximadamente 35 m<sup>2</sup>. Ele é inspirado em projetos como o Incremental Housing, de Alejandro Aravena e a PopUp House. Seus elementos são modulares e redundantes, sendo que a maior parte das peças é em madeira, de maneira a propiciar partes leves, de fácil manuseio e baixa energia embutida inicial - conforme recomendações encontradas na bibliografia.

Sempre que possível, mobiliário, *shafts* e aberturas foram embutidos nas divisórias internas e externas.

Da mesma forma, conforme o item 2.4, foi realizado as simulações de adaptações ao longo do ciclo de vida – respeitando-se seus respectivos estágios - para a habitação de interesse social adaptável – o PROJETO PARÂMETRO -, definido no item 2.2.

Na figura 6 é demonstrada a evolução espacial da unidade habitacional a partir dos desenhos de suas plantas.

**Figura 6** – Simulação de adaptações no ARTEFATO



Fonte: AUTOR (2017)

O Quadro 2 evidencia o quantitativo de materiais, obtido a partir de um modelo 3D desenvolvido pelo autor em SketchUP e quantificado manualmente com o auxílio de uma planilha no Excel. A partir deste quantitativo foi possível efetuar a análise de ciclo de vida energética, cujos resultados são apresentados a partir do item 4 deste trabalho.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análise de ciclo de vida energético

Assim que as simulações das adaptações foram finalizadas em ambos o PROJETO PARÂMETRO e o ARTEFATO, foi possível então conduzir a análise de ciclo de vida energético das duas unidades baseada nos dados quantitativos obtidos.

Levando-se em consideração o somatório das quantidades de energia pré-operacional, operacional e pós-operacional de ambas as unidades, concluiu-se que o PROJETO PARÂMETRO consome 250,3 GJ ao longo do

ciclo de vida, enquanto que o ARTEFATO consome o valor de 113,62 GJ para a mesma análise, conforme demonstrado no Gráfico 1.

**Quadro 2 – Quantitativo do Artefato**

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

Fonte: AUTOR (2017)

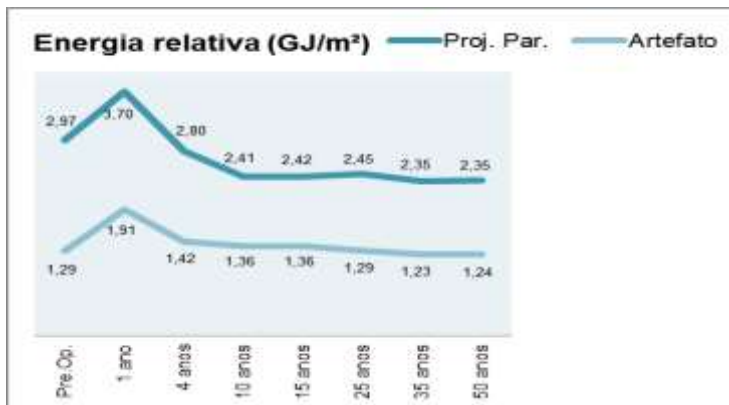
**Gráfico 1 – Comparativo de energia total**



Fonte: AUTOR (2017)

No entanto, como existem variações na área de cada unidade ao longo dos estágios do ciclo de vida, é importante comparar os valores de energia relativos, onde a quantidade absoluta de energia é dividida pela área de cada unidade. Os resultados obtidos são demonstrados no gráfico 2.

**Gráfico 2 – Comparativo de energia relativa**



Fonte: AUTOR (2017)

Como pode ser observado, o ARTEFATO tem um desempenho energético aproximadamente duas vezes superior ao do PROJETO PARÂMETRO, consumindo 1,23 GJ/m² na ACVe enquanto que sua versão tradicional atinge o valor de 2,35 GJ/m².



## 4.2 Análise da adaptabilidade

Conforme definido no item 2.6, a adaptabilidade de ambas as unidades foi analisada utilizando-se a recomendação de Moffatti (2001), verificando-se por meio de um *check-list* a presença ou ausência dos critérios de adaptabilidade. Estes critérios foram definidos como sendo as estratégias de adaptabilidade.

A análise das duas edificações foi feita levando-se em conta as camadas que os constituem, conforme as recomendações de Brand (1994). Os resultados obtidos são expostos na Tabela 5.

**Tabela 5** – Análises de adaptabilidade

| ARTEFATO - ADAPTÁVEL |             |                 |             |                 | PROJETO PARÂMETRO - NÃO ADAPTÁVEL |             |                 |             |                 |
|----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| TERRENO              | ESTRUTURA   | VEDAÇÃO EXTERNA | INSTALAÇÕES | VEDAÇÃO INTERNA | TERRENO                           | ESTRUTURA   | VEDAÇÃO EXTERNA | INSTALAÇÕES | VEDAÇÃO INTERNA |
| Ajustável            | Ajustável   | Ajustável       | Ajustável   | Ajustável       | Ajustável                         | Ajustável   | Ajustável       | Ajustável   | Ajustável       |
| Versátil             | Versátil    | Versátil        | Versátil    | Versátil        | Versátil                          | Versátil    | Versátil        | Versátil    | Versátil        |
| Reparável            | Reparável   | Reparável       | Reparável   | Reparável       | Reparável                         | Reparável   | Reparável       | Reparável   | Reparável       |
| Conversível          | Conversível | Conversível     | Conversível | Conversível     | Conversível                       | Conversível | Conversível     | Conversível | Conversível     |
| Escalável            | Escalável   | Escalável       | Escalável   | Escalável       | Escalável                         | Escalável   | Escalável       | Escalável   | Escalável       |
| Móvel                | Móvel       | Móvel           | Móvel       | Móvel           | Móvel                             | Móvel       | Móvel           | Móvel       | Móvel           |

Fonte: AUTOR (2017)

As estratégias que foram consideradas presentes estão pintadas em cinza claro. As consideradas parcialmente presentes em cinza médio e as ausentes, em cinza escuro. Para uma camada ser julgada como adaptável ele necessitaria possuir ao menos quatro das seis estratégias presentes.

Findada a análise, pode-se perceber que três camadas do ARTEFATO – *skin*, *services* e *space* – foram consideradas como sendo adaptáveis, enquanto que duas – *site* e *structure* – não. Para o PROJETO PARÂMETRO, todas as camadas foram consideradas como não sendo adaptáveis, uma vez que não apresentaram características suficientes para que fossem caracterizadas como adaptáveis durante a realização da avaliação por meio do check-list.

### 4.3 Energia Residual

Um dado bastante interessante que foi possível ser mensurado a partir da maneira com a qual a pesquisa foi estruturada é a quantidade de energia residual. Todo material possui certa quantidade de energia embutida inicial e essa energia embutida inicial corresponde à sua durabilidade técnica (DURMISEVIC, 2006).

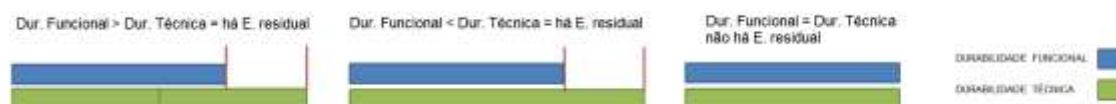
Isto significa que se há a pretensão de utilizar de uma maneira mais eficiente e eficaz possível o material, a obsolescência funcional do espaço formado por ele deve ser a mais próxima possível da obsolescência técnica do mesmo.

Em outras palavras, se um determinado material tem vida útil técnica de 50 anos, mas é utilizado em um edifício cuja vida útil funcional é de 25 anos, há um potencial de que o mesmo material continue sendo utilizado por mais 25 anos desempenhando sua função.

Caso existam estratégias de adaptabilidade que permitam que este material se apresente em forma de elementos móveis, desmontáveis e remontáveis, por exemplo, há uma maior probabilidade de que todo o potencial energético do mesmo seja explorado. Caso os elementos não tenham sido pensados levando-se em conta a adaptabilidade, essa energia residual, ou seja, que teria o potencial de continuar sendo utilizada, mas devido à obsolescência funcional não é, seria perdida (DURMISEVIC, 2006; TAVARES, 2006; ADAPTABLE FUTURES, 2009).

A Figura 8 demonstra esta relação entre durabilidades e energia residual.

**Figura 8** – Relação entre durabilidade técnica e funcional dos materiais

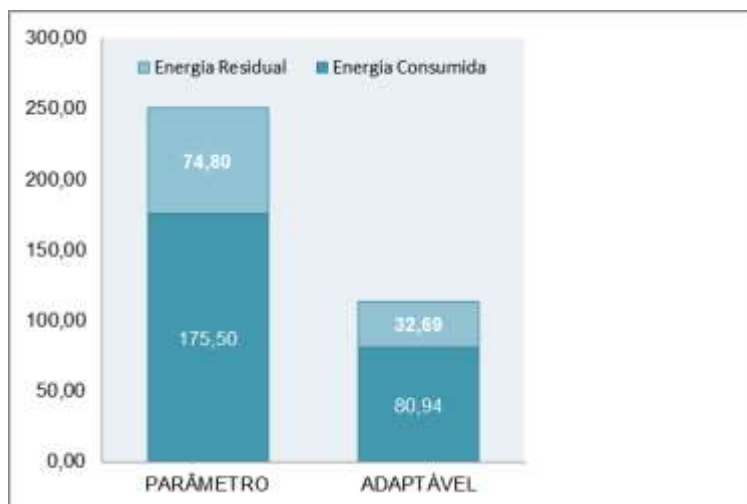


Fonte: AUTOR (2017)

A quantidade de energia residual foi então calculada para os projetos. Ambos tiveram valores relativos proporcionalmente parecidos de energia

residual (29 % para o PROJETO PARÂMETRO e 28% para o ARTEFATO), conforme demonstrado no Gráfico 3. Em termos absolutos, no entanto, a diferença foi significativa: 74 GJ de energia residual foram identificados para o PROJETO PARÂMETRO e 32 GJ para o ARTEFATO.

**Gráfico 3** – Energia residual X Energia Consumida (GJ)

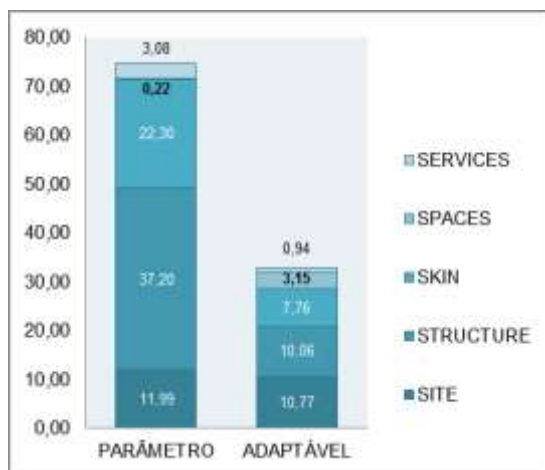


Fonte: AUTOR (2017)

Quando se analisa essa quantidade de energia residual por camada – ver Gráfico 4 -, é possível identificar a parte dessa energia que poderia ser reutilizada em uma nova edificação em função da existência das estratégias de adaptabilidade, já avaliada no Quadro 7.

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.

**Gráfico 4 – Energia residual por camada (GJ)**



Fonte: AUTOR (2017)

O Gráfico 5 permite observarmos que 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, todos os 74,8 GJ de energia residual seriam perdidos.

**Gráfico 5 – Energia residual utilizável (GJ)**



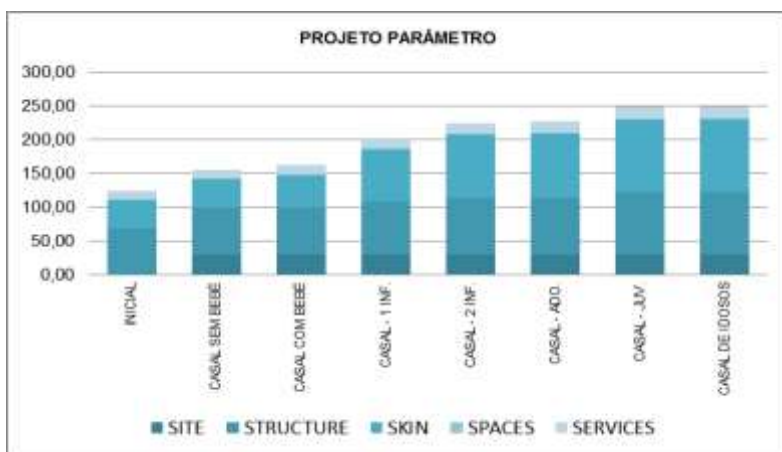
Fonte: AUTOR (2017)

#### 4.4 Adaptações e ACVe

Os Gráficos 6 e 7 tornam evidente como houve variação na quantidade de energia por cada uma das camadas que constituem as unidades habitacionais simuladas ao longo do ciclo de vida – conforme as adaptações

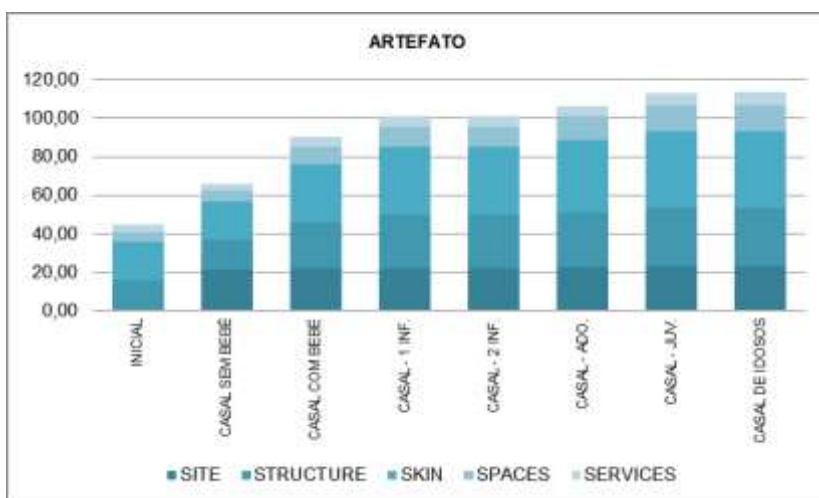
eram realizadas. Uma vez que a área inicial das unidades praticamente triplicou de tamanho, desconsiderar tais valores para o cálculo final poderia ter gerado resultados bastante distorcidos em relação à realidade.

**Gráfico 6** – Energia por camada ao longo do ciclo de vida no Projeto Parâmetro



Fonte: AUTOR (2017)

**Gráfico 7** – Energia por camada ao longo do ciclo de vida no ARTEFATO



Fonte: AUTOR (2017)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista da análise do ciclo de vida energético, foi possível verificar que o ARTEFATO – adaptável – teve um desempenho superior em duas vezes em relação ao PROJETO PARÂMETRO – não-adaptável.

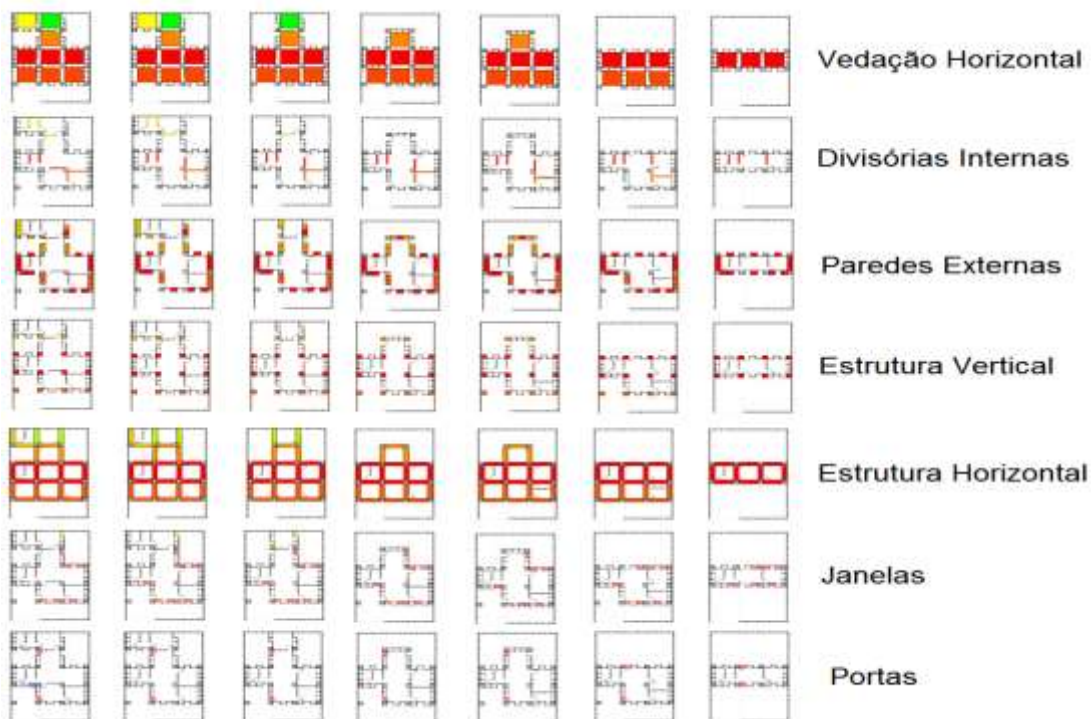
Em relação à análise de adaptabilidade, o ARTEFATO apresentou mais camadas com características adaptáveis do que o PROJETO PARÂMETRO, onde não foi verificada nenhuma.

É possível dizer que a presença das estratégias de adaptabilidade foram componentes responsáveis para a redução do consumo energético ao final do ciclo de vida no projeto adaptável: o ARTEFATO.

As estratégias de adaptabilidade permitiram que a introdução de novos materiais para a realização das expansões fosse evitada, permitindo a reutilização e rearranjo de materiais já existentes no sistema. No projeto tradicional, sempre que era necessário fazer uma adaptação, novos materiais deveriam ser inseridos no sistema, o que fez com que muitos elementos e materiais que ainda tinham um potencial de serem utilizados devido a sua extensa durabilidade técnica tivessem que ser simplesmente descartados.

A Figura 7 exemplifica bem como vários elementos presentes no projeto do ARTEFATO puderam ser reaproveitados ao longo do ciclo de vida.

**Figura 7** – Reutilização dos mesmos elementos no ARTEFATO (cada cor representa a etapa distinta na qual os elementos foram introduzidos)



Fonte: AUTOR (2017)

Dentre as estratégias de adaptabilidade, a necessidade de que fossem utilizados materiais e elementos construtivos leves, de fácil montagem e desmontagem e modulares acabou sugerindo o uso da madeira. Pelo fato deste material possuir uma quantidade de energia embutida inicial bastante inferior ao concreto armado ou à alvenaria de tijolos cerâmicos, bem como gerar construções com massa significativamente menor aos referidos materiais, é importante ressaltar que seu uso também contribuiu para que o ARTEFATO tivesse um desempenho energético melhor que o PROJETO PARÂMETRO.

No entanto, como as próprias estratégias de adaptabilidade sugerem características de materiais e elementos muito particulares à madeira, seu uso acaba sendo uma recomendação indireta para que projetos mais adaptáveis sejam concebidos. Se a madeira tivesse sido utilizada sem que seus elementos fossem móveis, reutilizáveis e reaproveitáveis, por exemplo, a quantidade de energia consumida seria certamente mais elevada do que os valores constatados, já que aconteceria o mesmo fenômeno identificado no PROJETO PARÂMETRO: novos materiais teriam que ser adicionados sempre que expansões fossem feitas e materiais seriam descartados sem que tivessem tido todo seu potencial de uso exercido.

Por fim, 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 ao longo do ciclo de vida. Embora as mesmas sejam difíceis de serem previstas, tentar estimar como elas ocorrerão e considera-las nos cálculos é extremamente importante para que se tenha um resultado mais próximo da realidade.

## REFERÊNCIAS

ADAPTABLE FUTURES. **Estratégias de Adaptabilidade**. Loughborough University. Em: <<http://adaptablefutures.com/our-work/toolkit/>>. Acesso em maio de 2016. 2009.

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

**Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**. Curitiba, PR, v.2, n.1,38 ,jan. / jun., 2017.

BRASIL. **Cadernos Caixa: Projeto Padrão – casas populares 42 m<sup>2</sup>**. Vitória: Gidur/Caixa Econômica Federal, 2007.

BRASIL. **Demanda futura por moradias no Brasil 2003 – 2013: uma abordagem demográfica**. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

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

BRASIL. **Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida**. Brasília: Ministério das Cidades; SNH; SAE-PR; IPEA. 2015.

BRAND, S. **How buildings learn: what happens after they're built**. Livro. New York: Penguin Books.

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.

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.

FISCHER, S.; SANTOS, A. **Implicações da expansão das habitações de interesse social no design do equipamento interno**. Em: Workshop brasileiro de gestão do processo de projeto na construção de edifícios, Belo Horizonte, UFMG e USP. 2003.

LACERDA, D.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. **Design Science Research: método de pesquisa para engenharia de produção**. Gestão de Produção, São Carlos, v. 20, n.4, p. 741-761, 2013.

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

MARROQUIM, F. M. G.. **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, R.; BASSO, A. **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.

MOFFATTI, S.; RUSSEL, P. **Assessing the adaptability of buildings.** Annex 31. Energy-Related Environmental impacts of buildings. 2001.

NASCIMENTO, D.; TOSTES, S. **Programa Minha Casa Minha Vida: a (mesma) política habitacional no Brasil.** Arqtextos, 133.03, ano 12, Brasil, 2011.

PALERMO, C. **Habitação Social: uma visão projetual.** Em: Colóquio de Pesquisas em Habitação. Florianópolis, 2007.

PEREIRA, G. **Funcionalidade e qualidade dimensional na habitação: Contribuição à NBR 15.575/2013.** Tese. Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

SZÜCS, C. **O ensino sobre projeto habitacional como veículo de conscientização do futuro arquiteto.** Em: X Encontro anual da união latino-americana de cátedras de vivenda, Florianópolis, Brasil, 2004.

TAVARES, S. **Metodologia de análise de ciclo de vida de edificações residencial brasileiras.** Tese. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

Enviado em: 15 mai. 2017

Aceito em: 18 ago. 2017

Editores responsáveis: Mateus das Neves Gomes