

## HABITAÇÃO EM CONTAINER: UM ESTUDO PARAMÉTRICO PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 3

Lisandra Fachinello Krebs<sup>21</sup>

Paula Wrague Moura<sup>22</sup>

Eduardo Grala da Cunha<sup>23</sup>

### RESUMO

Dado o crescente interesse em soluções construtivas mais sustentáveis, as oportunidades de reciclagem de componentes vêm ganhando cada vez mais espaço em construções no Brasil. Assim, diversos estudos vêm sendo realizados no sentido de investigar as potencialidades de adaptação dos containers navais para diferentes usos na construção civil, incluindo o uso residencial. Este artigo apresenta um estudo paramétrico de dois projetos de container adaptados à moradia unifamiliar: um originalmente proposto e outro modificado, visando aumentar seu desempenho termoenergético pela qualificação do envelope construtivo. O projeto está localizado na cidade de Porto Alegre - RS (Zona Bioclimática 03). Para a modelagem e apuração do consumo energético do edifício foram adotados os programas *SketchUp* e *EnergyPlus*, com o *plugin Legacy OpenStudio*. Os resultados permitiram confirmar a importância das estratégias projetuais (decisões arquitetônicas) para o aumento do conforto interno aliado à redução de consumo energético. Este trabalho busca contribuir para a avaliação de soluções mais sustentáveis em edificações, em especial aquelas que se utilizam de estratégias passivas para o incremento no desempenho termoenergético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho termoenergético de edificações; conforto ambiental; simulação computacional; projetos em container.

---

<sup>21</sup> Lisandra Fachinello Krebs: Arquiteta e Urbanista pela UFRGS, Mestre em Engenharia Civil e Doutoranda em Arquitetura UFRGS. Professora na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

E-mail: liskrebs@gmail.com

<sup>22</sup> Paula Wrague Moura: Arquiteta e Urbanista pela Universidade Católica de Pelotas e Especialista em Gestão Ambiental em Municípios pela Universidade Federal do Rio Grande. Arquiteta e Urbanista da Universidade Federal do Rio Grande.

E-mail: pwmoura@yahoo.com.br

<sup>23</sup> Eduardo Grala da Cunha: Arquiteto e Urbanista, Mestre e Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor na Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal de Pelotas.

E-mail: eduardogralacunha@yahoo.com.br



## 1 INTRODUÇÃO

Na busca por uma maior sustentabilidade no ambiente construído, o incremento na eficiência energética das edificações constitui uma das principais metas. Projetar edificações que ofereçam alto grau de conforto aos usuários com reduzido consumo energético é um desafio aos projetistas e recebe crescente atenção nacional e internacional.

O curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas desenvolve um trabalho multidisciplinar na área de eficiência energética. Professores do Laboratório de Conforto e Eficiência Energética (LABCEE) convergem esforços em investigações e exercícios, na busca pelo atendimento a esta importante meta da sustentabilidade.

A partir do exercício desenvolvido na disciplina Arquitetura de Interiores<sup>24</sup>, onde o tema abordado foi a moradia em container, um estudo foi selecionado para ter seu desempenho termoenergético avaliado. Assim, o trabalho desenvolvido pelos autores deste artigo na disciplina de Simulação de Eficiência Energética<sup>25</sup> adotou o modelo original de habitação em container (Fig. 01) desenvolvido pela aluna Vitória Avila.

Figura 01: Projeto de moradia adaptada a um container: imagens editadas a partir do exercício desenvolvido na disciplina de Arquitetura de Interiores



Fonte: FAURB UFPel, 2015.

<sup>24</sup> Disciplina do Curso de graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>25</sup> Disciplina do Curso de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

Este estudo tem como objetivo avaliar o desempenho termoenergético de um container adaptado à habitação, comparando a influência de diferentes parâmetros projetuais.

## 2 METODOLOGIA

Para este estudo paramétrico foi realizada a modelagem e apuração do consumo energético do edifício, sendo para isto adotados os programas *SketchUp* e *EnergyPlus*, com o *plugin Legacy OpenStudio*. O container estudado possui as dimensões de 2,440m (largura) x 12,116m (profundidade) x 2,591m (altura). Internamente há apenas uma divisão: sala, cozinha e dormitório estão em um mesmo cômodo e o banheiro é um ambiente separado. Assim, configurou-se no modelo duas zonas térmicas, conforme a Figura 2. A cidade para a qual o estudo foi realizado é Porto Alegre – RS, que pertence a Zona Bioclimática 3, conforme a NBR 15.220-3 (ABNT, 2005).

Foram avaliados os seguintes parâmetros: orientação solar, características termofísicas dos fechamentos opacos e transparentes, dimensões e sombreamento das aberturas. Ao final do trabalho foram elencadas novas características para o modelo em estudo (conforme os melhores resultados obtidos em cada um dos parâmetros analisados), e um modelo otimizado foi simulado. Os resultados obtidos em ambos os containers (o originalmente proposto e o projeto otimizado) foram então comparados, utilizando-se os indicadores de graus-hora de desconforto e consumo energético. Para esta análise foi empregado o *plugin EP-Compare*, do *software EnergyPlus*.

### 2.1 Procedimento para determinação da eficiência da envoltória pelo RTQ-R: método de simulação

A entrada de dados para a modelagem do projeto original, bem como de suas alterações, seguiu os requisitos de configuração para a simulação computacional do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQ-R (INMETRO, 2012), incluindo as cargas internas de equipamentos, padrão de ocupação e iluminação artificial. O modelo foi simulado para

o período de 8760 horas (um ano de duração). Como o container é elevado do piso (pode variar conforme o modelo, ficando geralmente entre 10 a 20cm do solo), a temperatura do solo não entrou nestes parâmetros. O piso do container foi configurado sem exposição ao sol, mas com exposição ao vento.

A metodologia de avaliação do RTQ-R compara os indicadores de graus-hora de resfriamento (GHR) dos ambientes de permanência prolongada da UH com os níveis de eficiência das tabelas do arquivo climático utilizado na simulação. O Dia Típico (*Design Day*) para a cidade de Porto Alegre foi utilizado para a simulação. O cálculo da temperatura operativa horária foi realizado por meio do programa computacional de simulação (*Energy Plus*). A modelagem do sistema de condicionamento de ar da UH deve considerar:

- Sistema de condicionamento de ar instalado nos ambientes de permanência prolongada das UHs, excluindo dormitórios de serviço. Para a sala utilizou-se o mesmo padrão adotado nos dormitórios;
- Temperatura do termostato de refrigeração de 24°C (utilizada para todas as Zona Bioclimáticas);
- Temperatura do termostato de aquecimento de 22°C (utilizada para as Zonas Bioclimáticas 1 a 4);
- Condicionamento artificial no período das 21 h às 8 h;
- Edificação ventilada naturalmente no período das 9 h às 20 h.

## 2.2 Descrição dos modelos estudados

A fim de realizar o estudo paramétrico foi realizado um total de 22 simulações, dentre as diferentes variações propostas nos modelos. As descrições dos modelos simulados durante o processo são apresentadas na tabela 01:

Tabela 01: Alterações paramétricas simuladas a partir do projeto original

Modelo	Características
<b>01) Tradicional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação a altura da abertura.</li> </ul>
<b>02) Cobertura Vegetada 01</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Com cobertura vegetada do tipo 1 (0,1m altura das plantas e 0,12m de substrato);</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>
<b>03) Cobertura Vegetada 02</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Com cobertura vegetada do tipo 2 (0,5m altura das plantas e 0,16m de substrato);</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>
<b>04) Cobertura Vegetada 03</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Com cobertura vegetada do tipo 3 (1m altura das plantas e 0,20m de substrato);</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>
<b>05) Tradicional ISOL_PISO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Com isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>
<b>06) Tradicional Eixo N/S</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo norte/sul;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>
<b>07) Tradicional Sombream. Aberturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com todas as aberturas sombreadas, através de marquises com 50% de profundidade em relação à altura das aberturas, com exceção do banheiro.</li> </ul>
<b>08) Tradicional Vidro Verde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas Verde 3mm e Porta Externa Verde 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>

<p><b>09) Tradicional</b> <b>Vidro Dobro</b> <b>Espessura</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 6mm e Porta Externa 12mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>
<p><b>10) Tradicional</b> <b>Aberturas</b> <b>médias 15%</b> <b>área de piso</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura;</li> <li>- Esquadrias 50% da dimensão original, para enquadrar-se na taxa de 15% da área do piso, recomendada para ZB3 (esquadrias médias).</li> </ul>
<p><b>11) Tradicional</b> <b>Aberturas</b> <b>médias 20%</b> <b>área de piso</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquadrias 62,5% da dimensão original, para enquadrar-se na taxa de 20% da área do piso, recomendada para ZB3 (esquadrias médias).</li> <li>- Demais parâmetros idênticos ao item anterior.</li> </ul>
<p><b>12) Tradicional</b> <b>Aberturas</b> <b>médias 25%</b> <b>área de piso</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquadrias 75% da dimensão original, para enquadrar-se na taxa de 25% da área do piso, recomendada para ZB3 (esquadrias médias).</li> <li>- Demais parâmetros idênticos ao item anterior.</li> </ul>
<p><b>13) Tradicional</b> <b>Eixo 180</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste <b>rotacionado em 180</b>;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação a altura da abertura.</li> </ul>
<p><b>14) Vidro</b> <b>Duplo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas vidro duplo e Porta Externa vidro duplo;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>
<p><b>15) Cobertura</b> <b>50% + isolada</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha (12cm) e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação à altura da abertura.</li> </ul>

<b>16)</b> <b>Rotacionado</b> <b>180°</b> <b>Sombreamento</b> <b>o Aberturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste <b>rotacionado 180°</b>;</li> <li>- Com todas as aberturas sombreadas, através de marquises com 50% de profundidade em relação à altura das aberturas, com exceção do banheiro.</li> </ul>
<b>17) Parede 50% + isoladas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura com chapa metálica, lã de rocha e gesso acartonado;</li> <li>- Sem isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas 3mm e Porta Externa 6mm;</li> <li>- Eixo leste/oeste;</li> <li>- Com apenas a porta externa sombreada, através de marquise com 50% de profundidade em relação a altura da abertura.;</li> <li>- Com paredes mais isoladas (internas e externas - 12cm).</li> </ul>
<b>18) Projeto Otimizado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura vegetada do tipo 3 (1m altura das plantas e 0,20m de substrato);</li> <li>- Com isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas vidro duplo e Porta Externa vidro duplo;</li> <li>- Eixo leste/oeste rotacionado 180°;</li> <li>- Com todas as aberturas sombreadas, através de marquises com 50% de profundidade em relação à altura das aberturas, com exceção do banheiro.</li> </ul>
<b>20) Projeto Otimizado Abertura Oeste</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inserção de abertura a oeste (não aumentou o conforto, então foi desconsiderado).</li> </ul>
<b>21) Projeto Otimizado 02</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Aberturas médias (15% área do piso)</b>;</li> <li>- Cobertura vegetada do tipo 4 (1m altura das plantas e 0,30m de substrato);</li> <li>- Com o <b>dobro</b> de isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas vidro duplo e Porta Externa vidro duplo;</li> <li>- Eixo leste/oeste rotacionado 180°;</li> <li>- Com todas as aberturas sombreadas, através de marquises com 50% de profundidade em relação à altura das aberturas, com exceção do banheiro;</li> <li>- Com paredes mais isoladas (internas-15cm e externas-12cm).</li> </ul>
<b>22) Projeto Otimizado 03</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aberturas médias (15% área do piso);</li> <li>- Cobertura vegetada do tipo 4 (1m altura das plantas e 0,30m de substrato);</li> <li>- Com <b>4 vezes</b> mais o isolamento (manta térmica) no piso;</li> <li>- Vidros: Janelas vidro duplo e Porta Externa vidro duplo;</li> <li>- Eixo leste/oeste rotacionado 180°;</li> <li>- Com todas as aberturas sombreadas, através de marquises com 50% de profundidade em relação a altura das aberturas, com exceção do banheiro;</li> <li>- Com paredes mais isoladas (internas-18cm e externas-15cm).</li> </ul>

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

### 3 ANÁLISES DOS RESULTADOS

#### 3.1 Análise das horas de desconforto

As saídas dos resultados foram solicitadas para o atendimento das horas de conforto estabelecidas pela Norma americana ASHRAE55-2004 em 80% dos limites (ASHRAE, 2004), a temperatura operativa da zona e a temperatura externa de bulbo seco (em frequência horária e mensal). A tabela 02 apresenta os dados do desempenho do projeto original e o das modificações realizadas, expressos sob a forma de percentual de horas em conforto e em desconforto por frio e por calor.

Tabela 02: Alterações e respectivas horas em conforto e em desconforto.

Variações do modelo	Item	Modelo de container	% de hora desconforto		% horas conforto
			Frio	Calor	
	1	Projeto original	49,17	12,76	38,07
Orientação	2	Eixo N/S (fachadas L/O)	37,02	13,12	49,86
	3	Rotacionado 180º	37,10	11,96	50,94
Cob. vegetada	4	Cobertura vegetada 1	34,33	12,12	53,55
	5	Cobertura vegetada 2	34,08	12,11	53,81
	6	Cobertura vegetada 3	33,41	12,18	54,41
Isolamento	7	Cobertura 50% mais isolada	35,98	12,69	51,32
	8	Piso Isolado	28,76	13,53	52,72
	9	Aumento isolamento paredes	35,86	12,71	51,44
Dimensões das aberturas	10	75% do tamanho original	35,56	12,28	52,16
	11	62.5% do tamanho original	35,09	11,96	52,95
	12	50% do tamanho original	34,55	11,56	53,88
	13	Sombreamento das aberturas N	37,50	11,60	50,90
Vidros	14	Vidros dobro da espessura original	37,01	12,64	50,35
	15	Vidro verde	37,32	12,53	50,15
	16	Vidros duplos	34,94	12,53	52,52
Combinação	17	Projeto otimizado	21,14	11,60	67,26

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Para a construção do modelo otimizado, as alternativas que apresentaram melhorias em horas de conforto foram selecionadas em cada grupo de variações do modelo. Estas alternativas indicaram o caminho para as alterações a serem realizadas e, a partir daí, construiu-se um novo projeto com as seguintes alterações:

- Orientação: o modelo original continha as maiores aberturas voltadas para a fachada Sul. Foi realizada uma rotação de 180º, para que estas aberturas ficassem voltadas para Norte. Esta modificação possibilitou aumentar a entrada



de sol direto nos meses frios. Adicionalmente, projetou-se dispositivos de sombreamento externo (marquises) para as aberturas nesta orientação, a fim de sombrear as aberturas nos meses quentes;

- A cobertura original foi inicialmente substituída pela Cobertura Vegetada 3, que apresenta um substrato vegetal de 20cm de altura. Para o modelo otimizado, houve um acréscimo em 10cm de substrato (resultando em 30cm de altura), aumentando ainda mais a inércia térmica da cobertura;
- O isolamento das paredes e forro também foi outro item que sofreu um acréscimo: paredes mais isoladas (internas com 18cm e externas com 15cm de lã de rocha, respectivamente);
- As dimensões das aberturas foram reduzidas para 15% da área de piso, classificando-se como o percentual mínimo para aberturas médias pela NBR15220 - parte3 (ABNT, 2005). Esta alteração permitiu a redução das perdas do calor interno nos meses frios;
- Foram adotados vidros duplos em todas as esquadrias.

A figura 02 apresenta os dados de saída da comparação em horas em conforto e desconforto apenas dos modelos inicial (projeto original) e final (projeto otimizado), a fim de facilitar uma rápida comparação direta. Apesar de os dados gerais apontarem para uma redução nas horas totais de desconforto, percebe-se que as opções feitas acarretaram um pequeno aumento nas horas de desconforto durante o resfriamento (no verão).

Figura 02: Comparação direta das horas em conforto e desconforto entre o projeto inicial e final.



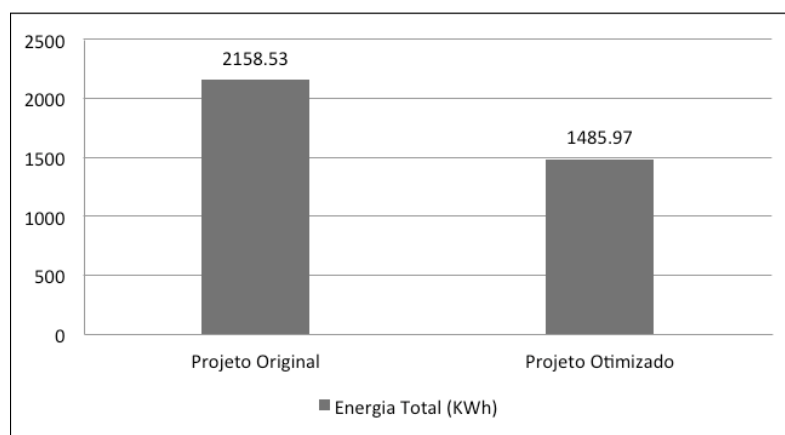
Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.90-101, dez. 2015.

### 3.2 Análise do consumo energético

A figura 03 apresenta os dados de saída em consumo energético total (anual) para o projeto original e para o projeto otimizado. As alterações nas características do envelope resultaram em uma redução de 672,56 kW/ano, representando 21,59 % de redução no consumo energético total.

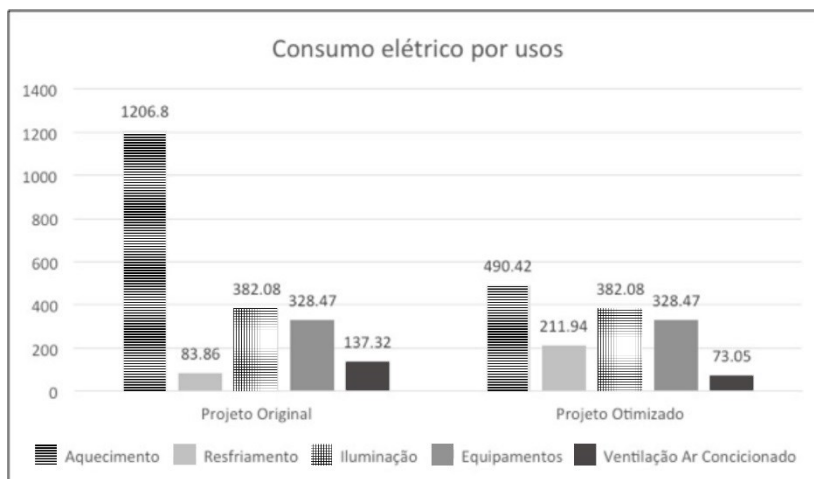
Figura 03: Redução no consumo energético total obtido com as alterações projetuais.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Na figura 04 é possível verificar a sensível redução no consumo elétrico com aquecimento, apesar do pequeno aumento no consumo com refrigeração. Os dados relativos a equipamentos e iluminação não foram alterados, por isso o consumo permanece o mesmo nos dois projetos.

Figura 04: Consumo elétrico por uso.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo permitiram confirmar o esperado: o investimento na qualificação do envelope – através da revisão de seu projeto visando uma melhor adequação bioclimática – resulta em um efetivo incremento no conforto dos usuários (explicitado na redução das horas de desconforto), ao mesmo tempo em que resulta em uma redução do consumo energético anual. Esta combinação é o desejado em qualquer projeto arquitetônico que vise uma boa eficiência termoenergética, independente de sua tipologia.

O projeto original do container apresentou um desempenho muito baixo (apenas 38,07% das horas anuais em conforto). Com as alterações estudadas, houve um incremento significativo nestas horas, que praticamente dobraram (67,26%) no projeto otimizado. Este resultado, porém, ainda pode e deve ser melhorado.

Espera-se que os resultados deste estudo forneçam subsídios para análises futuras em projetos que visem a adaptação de containers para habitação unifamiliar. De forma imediata, trarão novos dados às discussões desenvolvidas na disciplina de Arquitetura de Interiores<sup>26</sup>, que trabalha com este tema.

Da mesma forma que foi analisado o desempenho termoenergético dos projetos, cruzando-se os dados de aumento em horas de conforto e redução de consumo energético, outro aspecto a ser explorado em estudos futuros é o custo destas decisões. Assim, indica-se para investigações futuras uma análise do tempo de retorno dos investimentos na qualificação da envoltória do container.

Os autores agradecem à Universidade Federal de Pelotas, aos professores Celina Brito Correa e Eduardo Rocha, pela oportunidade de trabalho multidisciplinar, e à acadêmica Vitória Avila – autora do projeto arquitetônico analisado na disciplina de Arquitetura de Interiores.

### HOUSING IN CONTAINER: A PARAMETRIC STUDY FOR BIOCLIMATIC ZONE 3

#### ABSTRACT

---

<sup>26</sup> Da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

Given the increasing interest in more sustainable constructive solutions, the recycled components use is gaining more space in Brazilian construction sector. Therefore, several studies have been made to evaluate the potential of naval containers to a variety of uses in the construction sector, including residential sector. This paper presents a parametric study of two containers used for a single-family dwelling: one originally projected and another one, modified searching to increase the thermo-energetic performance of the constructive envelope. The Project is located at Porto Alegre-RS (Bioclimatic Zone 03). In order to build a dwelling model and quantify its energetic consumption, the software SketchUp and the software EnergyPlus were used, with the plugin Legacy OpenStudio. The results allowed confirming the importance of design strategies (architectural decisions) to the internal comfort increase, with energetic consumption decrease. This article seeks to contribute to the evaluation of more sustainable solutions for buildings, specially those with passive strategies to increase the thermo-energetic performance.

**KEYWORDS:** Thermal performance of buildings; environmental comfort; computational simulation; container projects.

## REFERÊNCIAS

ASHRAE. **Standard 55:** thermal environment conditions for human occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações** – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BRASIL. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia. **Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de eficiência energética de Edificações Residenciais** – RTQ-R. Rio de Janeiro: INMETRO, 2012.

EnergyPlus. **EnergyplusEngineeringReference:** The Reference to Energy Plus Calculations. New York, 2012.

*Software EnergyPlus e plug-in OpenStudio.* Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus>>. Acesso em: 09 Abr. 2015.

*Software Google SketchUp 2015.* Disponível em:<<http://www.sketchup.com/intl/pt-BR>>. Acesso em: 09 Abr. 2015.