COMPARATIVO DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DO SISTEMA DE CONCRETO E PVC COM O SISTEMA DE ALVENARIA CONVENCIONAL[1]

BARROS, L., Universidade de Brasília, email: laisbandeirab@gmail.com; LIRA, J., Universidade de Brasília, email: juliasanttiago@gmail.com; MIRANDA, L., Universidade de Brasília, e-mail: luizarodriguesmm@gmail.com; FERREIRA, K., Universidade de Brasília, e-mail: karyne.ferreira@gmail.com.

ABSTRACT

A new construction system of concrete and PVC is being implemented in Brazil due to its rapid execution and rationalization of the materials. The system consists on modulated profiles according to the design, reducing the consumption and waste in the construction, and not needing finishing. Due to these positive characteristics, it was raised the hypothesis of this system to be more sustainable than the conventional masonry in ceramic blocks. Thus justifying its use in the national project "My house my life", in which thousands of popular houses are built quickly. However, an analysis is needed, to perceive if this system reduces the consumption of energy and emissions, and if its replacement by the conventional system is really viable. An energy life cycle analysis was performed comparing the concrete and PVC systems, thickness of 150 mm, with conventional masonry. Although the market offers profiles of different thickness, only this one meets all the requirements of the Brazilian standard NBR 15220 with respect to the thermal performance for Brasília, bioclimatic zone 4. It was concluded that the concrete and PVC system is a sustainable solution, because it obtained an energy consumption and emissions almost half lower than the conventional masonry system.

***Keywords**: Concrete PVC system. Conventional masonry system. Energy life cycle analysis.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem exigido uma maior preocupação com o meio ambiente e, portanto, a construção civil tem se tornado um fator crucial, pois há uma grande utilização de volume de materiais e geração de resíduos. A racionalização e industrialização da construção são apontadas como a chave para a reformulação dos métodos construtivos e para a melhoria da produtividade, em que o ponto inicial seria a mudança de cultura do setor. Ainda são apontados vários índices de consumo exagerado, perdas excessivas e ineficiência produtiva e esses demonstrativos apontam a necessidade de adoção de novos sistemas construtivos (MOURA e SÁ, 2013).

A crescente industrialização do processo construtivo tende a otimizar a sustentabilidade na construção nos cenários social, econômico e ambiental (MATEUS, 2004). Nesse contexto, pretende-se que a maior parte dos elementos sejam produzidos em fábrica, ou seja, utilizando a técnica da coordenação modular para atender as dimensões necessárias de acordo

[1] BARROS, L., LIRA, J., MIRANDA, L., FERREIRA, K. Comparativo do ciclo de vida energético do sistema de concreto e PVC com o sistema de alvenaria convencional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

com o projeto, evitando a geração de resíduos e economizando recursos naturais.

O sistema construtivo em concreto e PVC reduz em 97% os desperdícios e entulhos, economia de até 73% no consumo de água e de até 75% no consumo de energia na obra, além de redução de até 7% da área construída e ganho de produtividade em até 40% (BRASKEM, 2014). Isso tendo como referência o sistema construtivo convencional, utilizando alvenaria de tijolo cerâmico.

Porém, para avaliar se esse sistema é realmente sustentável, é necessária uma avaliação do seu ciclo de vida para comparação com o sistema convencional. Como a avaliação de ciclo de vida (ACV) é muito complexa e dispendiosa, optou-se por fazer uma avaliação de ciclo de vida enérgico (ACVE), a qual já vem sendo implementada na construção civil na avaliação de habitações, como mostram os estudos de Fay *et al*. (2000), Ramesh *et al*. (2010), Cabeza *et al*. (2014), Pereira (2014), Gouveia e Sposto (2015) e Oliveira (2015).

2 MÉTODO CONSTRUTIVO

O sistema de concreto e PVC é constituído por painéis de PVC ocos encaixados verticalmente e, após montados, os perfis são preenchidos com concreto. Os painéis de PVC já possuem acabamento final, podendo também receber pintura, revestimentos texturizados e cerâmicos.

São utilizados em construções de estruturas de até cinco pavimentos, seu uso é diversificado, independente da região, do clima e da topografia. O preenchimento em concreto das paredes tem função de resistência mecânica, suportando até lajes sem colunas, além de não rachar, não estufar, não deformar e não absorver água.

São utilizados diversos módulos para melhor adequação da estrutura, com diferentes funções. Porém, neste trabalho, será utilizado apenas o módulo básico. Os fornecedores entregam os perfis de PVC com as dimensões exatas do projeto, os quais são etiquetados com a paginação da montagem descrita em planta para que as peças não sejam trocadas.

A sequência de montagem do sistema convencional até o acabamento é muito mais lenta, pois os blocos cerâmicos são assentados individualmente com argamassa constituindo juntas. Quando a parede está levantada, algumas partes são rasgadas para embutir as tubulações das instalações, e então será novamente fechada com argamassa, evidenciando características de retrabalho. Na próxima etapa serão necessárias argamassas de chapisco e emboço para revestimento, e em seguida aplicação do acabamento que pode ser a pintura ou revestimento cerâmico.

3 METODOLOGIA

Em uma análise de ciclo de vida energético (ACVE) é normalmente contabilizada toda a energia usada no ciclo de vida de um produto. Entretanto, um recorte foi feito e considerou-se no cálculo energético somente a fase de pré-uso, conforme ilustrado na Figura 1.

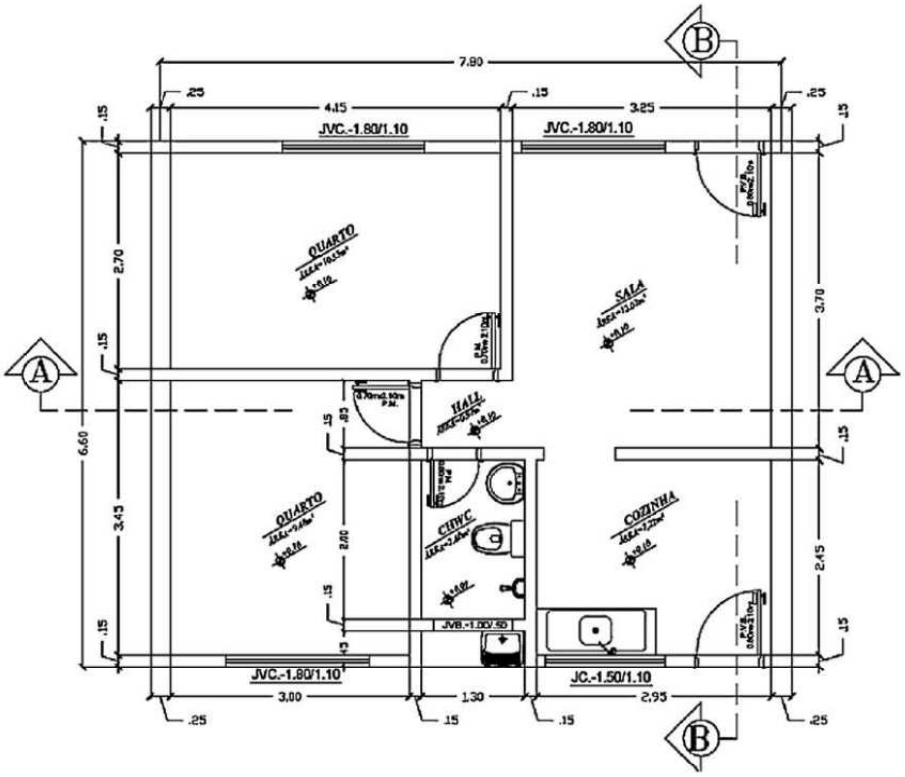
Figura 1 - Fluxograma de ACVE para a fase de pré-uso



Fonte: Autores

Nessa análise, a unidade funcional foi de1m² de vedação vertical (1 m de altura por 1 m de largura) e aplicada para uma habitação estudada por Paulsen e Sposto (2013), do projeto nacional "Minha casa, minha vida", com o objetivo de verificar qual dos dois sistemas é mais sustentável e viável a uma aplicação em larga escala e rápida execução. A casa possui 48 m² de área e 125,1 m² de parede (Figura 2).

Figura 2 - Planta baixa da habitação



Fonte: Paulsen e Sposto (2013)

3.1 Cálculo energético da vedação vertical de PVC e concreto

Para a unidade funcional foi utilizado o módulo básico do sistema construtivo que possui as seguintes especificações: espessura de 150 mm, perfil com 200

mm de largura, com duas nervuras internas a cada 65 mm, resultando em seção transversal compartimentada em três divisões. A altura é definida de acordo com o projeto. A espessura das faces externas do perfil de PVC é de 1,80 mm e das nervuras é de 1,40 mm. As nervuras, também de PVC, têm seção longitudinal vazada, com furos elípticos de 120 mm de altura por 38 mm de largura. Esses furos servem para passagem de armaduras, além de permitir a comunicação entre módulos e entre painéis, permitindo o preenchimento horizontal com concreto dos painéis justapostos (GLOBAL HOUSING, 2015).

Portanto, para essa unidade funcional foram utilizados 5 módulos básicos (cada perfil com 200 mm) e 15 nervuras, todos com altura de 1 m. Para o cálculo do volume de PVC da nervura, os furos foram descontados.

Conforme os estudos de Gonçalves e Bode (2015), Scheuer *et al.* (2003), Chen *et al.* (2000) e Paulsen e Sposto (2013) a energia incorporada do PVC rígido utilizado em forro para teto é de 70 MJ/kg. Para o concreto, foi utilizado o valor encontrado por Tavares (2006), que considera a energia embutida de 2760 MJ/m^3. Essa metodologia, dentro de uma ACV, é denominada análise híbrida, onde o total energético é o produto do valor em massa e dos valores de energia embutida já consistentes na literatura local (CHAU et al, 2015).

3.2 Cálculo energético da vedação vertical convencional

Para a vedação de alvenaria foram utilizadas as seguintes especificações: tijolo de oito furos 9x19x19 cm, chapisco com espessura de 0,5 cm, emboço com 2 cm e pintura de tinta PVA látex para cada face da parede.

Os valores de energia embutida utilizados estão apresentados no Quadro 1. Todos retirados da mesma fonte, Tavares (2006). Um detalhe para o cálculo da pintura foi que o quantitativo de massa de tinta e massa corrida foi obtido pelas indicações de Lukscolor (2016), juntamente com Tavares (2006) que especificou 2 demãos de tinta e 3 de caiação.

Quadro 1 - Fatores de Energia embutida para os componentes do sistema de vedação vertical convencional

Item	Energia embutida (MJ/m³)
Bloco cerâmico	4060
Argamassa de assentamento	3906
Areia média (chapisco)	75,75
Cimento CP II E - 32 (chapisco)	8190
Areia média (emboço)	75,75
Cal hidratada (emboço)	4500
Cimento CP II E - 32 (emboço)	8190
Tinta PVA látex	65

Caiação (pintura)	60

Fonte: Autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a metodologia descrita anteriormente, os resultados para a vedação do sistema concreto e PVC está detalhada separadamente. Para o PVC, a descrição do volume até a energia embutida total (por unidade funcional) está no Quadro 2.

Quadro 2 - Resultados da energia embutida do PVC, dentro do sistema concreto e PVC para a unidade funcional

Volume de PVC Módulo Básico	360000 mm³
Volume de PVC total para unidade funcional (cinco módulos)	1800000 mm³
Volume de PVC total para unidade funcional	1800 cm³
Massa de PVC total para unidade funcional[1]	2520 g
Energia embutida do PVC (unidade funcional)	176,4 MJ

[1]Conforme Braskem (2014) e a NBR 15220:2 (ABNT, 2005), a densidade (ρ) do PVC é de 1,40 g/cm³.

Fonte: Autores

Para o concreto, a descrição da energia embutida total (por unidade funcional) está no Quadro 2.

Quadro 2 - Resultados da energia embutida do concreto, dentro do sistema concreto e PVC para a unidade funcional

Espessura do concreto	146,4 mm
Volume total de concreto por unidade funcional	0,1464 m³
Energia embutida do concreto (unidade funcional)	404,1 MJ

Fonte: Autores

Considerando toda a vedação vertical da edificação em questão, o resultado do sistema concreto e PVC está detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da energia embutida do sistema concreto e PVC

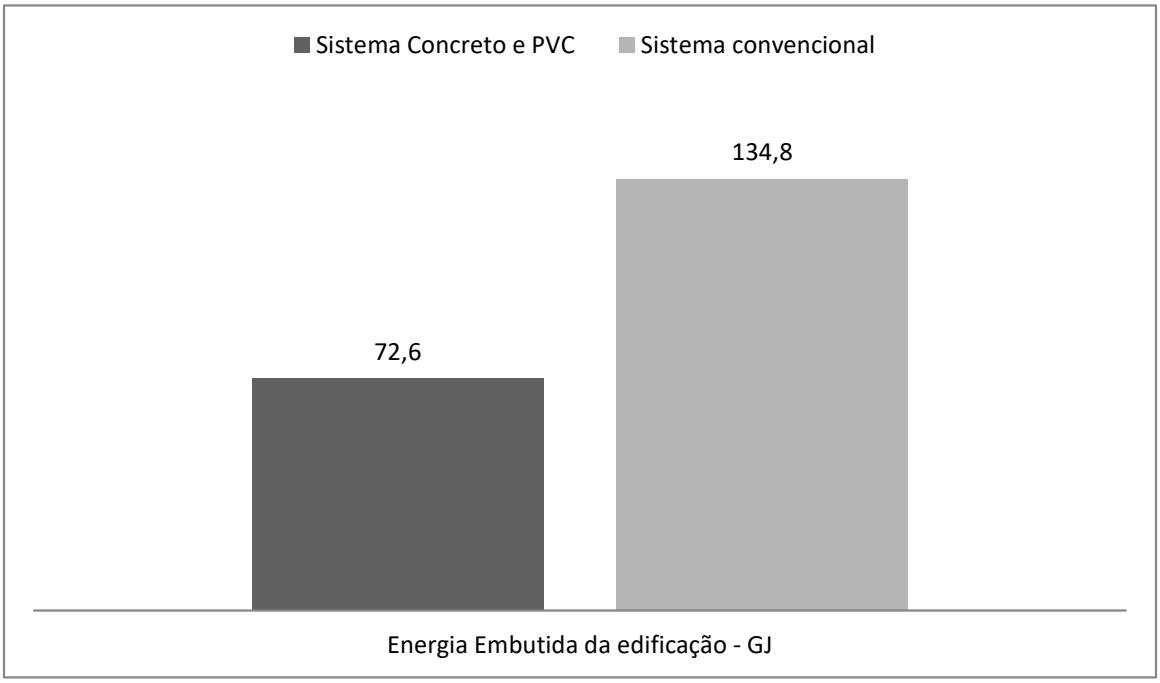
Energia embutida por unidade funcional (m² de	Energia embutida em toda a edificação - GJ

vedação) - MJ/m²	
580,5	72,6

Fonte: Autores

Considerando o sistema de vedação convencional, tem-se para a edificação, considerando esse o sistema construtivo, o valor total de 134,8 GJ. Em termos comparativos e para melhor visualização, o resultado global dos dois sistemas são apresentados na Figura 3.

Figura 3 - Resultado global da energia embutida do sistema concreto e PVC e do sistema convencional



Fonte: Autores

4 CONCLUSÕES

O sistema de concreto e PVC pode ser considerado uma inovação sustentável, já que o gasto energético é quase metade em relação ao sistema convencional. Assim, este sistema para a especificação avaliada apresentou siginificativa redução do impacto ambiental com relação ao

sistema convencional de alvenaria em bloco cerâmico, viabilizando a sua utilização no projeto "Minha casa, minha vida".

A construção de conjuntos habitacionais aumenta a diferença de economia energética pelo sistema inovador, além de melhorar a agilidade na execução e gerar menos desperdícios devido a sua modulação. Vale salientar que cada projeto deve ser analisado indivualmente de acordo com suas especificidades e zona bioclimática.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR. 15220-2**: Desempenho Térmico de Edificações-Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR. 15220-3:** Desempenho térmico de edificações, parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BRASKEM. Sistema construtivo concreto e PVC, 2014. Disponível em: <http://www.concretopvc.com.br/upload/sites_braskem/pt/concreto_pvc/publicacoes/Concreto_PVC1.pdf>. Acesso em: 21 dez 2014.

CABEZA, L. F.; RINCÓN L.; VILARIÑO V.; PÉREZ G.; CASTELL A. Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 29, p. 394-416, 2014.

CHEN, T. Y.; BURNETT, J.; CHAU, C. K. Analysis of embodied energy use in the residential building of Hong Kong**. Energy**, v. 26, n. 4, p. 323-340, 2001.

FAY, R.; TRELOAR, G.; IYER-RANIGA, U. Life-cycle energy analysis of buildings: a case study. **Building Research & Information**, v. 28, n. 1, p. 31-41, 2000.

GLOBAL HOUSING. Global Housing System , 2010. Manual de montagem. Disponivel em: <www.globalhousing.com.br>.Acesso em 15 de abril de 2015.

GONÇALVES, Joana C.; BODE, Klaus. **O Edifício Ambiental**. São Paulo, Oficina de Textos, 2015.

GOUVEIA, Graziela Moreno Monteiro Martins; SPOSTO, Rosa Maria. Análise energético-ambiental de fachadas com foco na reciclagem. Estudo de caso com painéis de alumínio composto "ACM" em Brasília. Arquitextos, São Paulo, ano 16, n. 181.06, **Vitruvius,** jun. 2015

LUKSCOLOR, 2016. Disponível em: <www.lukscolor.com.br>. Acesso em 24 de novembro de 2016.

MATEOS, D. C. Conjunto modular de perfis para a formação de edificações, com sistema de montagem. BR 1O2012 014586-3 A2, 12 agosto 2014.

MATEUS, R. Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2004.

MOURA, A.; SÁ, M. D. V. V. A. D. Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável. **Revista Tecnologia & Informação**, 2013.

OLIVEIRA, Luciana B. A influência do sistema de fachada viva em manta no ciclo de vida energético de uma residência unifamiliar em clima tropical. Dissertação de mestrado. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2015.

PAULSEN, J. S.; SPOSTO, R. M. A life cycle energy analysis of social housing in Brazil: Case study for the program "My house my life". **Energy and buildings**, v. 57, p. 95-102, 2013.

PEREIRA, Marcos F. Conteúdo energético e emissões de CO2 em coberturas verdes, de telha cerâmica e de fibrocimento: estudo de caso. Dissertação de mestrado. Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, 2014.