

TECNOLOGIA

MUDANÇA DE PARADIGMAS NOS PROJETOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ARQUITETURA RESILIENTE E AVALIAÇÃO NO CICLO DE VIDA

MARÍA ANDREA TRIANA MONTES

ARQUITETA, DOUTORA EM ENGENHARIA CIVIL, DUX ARQUITETURA E
ENGENHARIA BIOCLIMÁTICA
MANDREAT@HOTMAIL.COM

As habitações de interesse social têm uma grande importância na atualidade para o país e várias pesquisas nacionais tem demonstrado a necessidade do uso de medidas de eficiência energética para os projetos. Contudo, a política de desenvolvimento de projetos do setor tem sido associada geralmente a crescimento com menor custo inicial, onde muitos dos projetos elaborados para HIS desconsideram características do contexto e arquitetura bioclimática. O objetivo do artigo é propor uma reflexão sobre a importância da integração dos conceitos de ciclo de vida energético e mudanças climáticas nos projetos de arquitetura de habitações de interesse social. Estudos no ciclo de vida energético mostram a importância das escolhas nos projetos com relação ao consumo de energia, emissões de CO₂ e desempenho termoenergético ao longo da operação da edificação.

Palavras-chave: habitação de interesse social; ciclo de vida energético; mudanças climáticas.

As edificações possuem, de forma geral, uma longa vida útil. As características dos projetos influenciam no desempenho termoenergético da edificação construída, podendo gerar maior ou menor consumo de energia e emissões de CO₂, associadas ao uso dos materiais, tal qual ao consumo energético operacional, entre outros impactos.

O setor residencial tem destaque, mundialmente, pela sua importância e proporção. Isso fica evidente tanto no consumo de recursos quanto nas políticas públicas que estão sendo exigidas nele. O desempenho termoenergético das edificações junto com suas emissões de CO₂ associadas torna-se um item importante tanto para o futuro usuário e operador da edificação, como para o país, na medida em que pode potencializar um maior ou menor consumo de recursos.

No Brasil, o setor residencial também tem preponderância no setor de edificações, com relação ao consumo energético.

Dentro dele, se destaca o setor de habitações de interesse social (HIS), por conta do déficit habitacional, e o programa atual de governo “Minha Casa, Minha Vida”. Contudo, no país, a política de desenvolvimento de projetos do setor de HIS tem sido associada, geralmente, a crescimento com menor custo (BRASIL; MINCIDADES, 2011). Dessa forma, muitos dos projetos elaborados para HIS desconsideram características do contexto, de arquitetura bioclimática e acabam repetindo padrões de Norte ao Sul do país em função de tipologias e materiais. Edifícios ineficientes causam desconforto aos usuários e potencializam o uso de condicionamento ambiental.

Um estudo realizado com 108 projetos do Programa Minha Casa Minha Vida

mostrou o uso de projetos e tipologias similares em todo o país e definiu cinco projetos representativos por tipologia, considerando as faixas de renda presentes no Programa. O estudo investigou o comportamento dos projetos representativos frente à Etiqueta Nacional de Energia do PBE Edifica com relação a duas zonas bioclimáticas no Brasil, sendo uma delas a zona bioclimática 8, onde se encontra a cidade de Maceió. Os resultados na zona bioclimática 8, mostraram desempenho baixo com relação à Etiqueta de Energia, em especial, nos modelos de menor renda, sendo que, na maior parte dos casos, a avaliação da envoltória variou entre os níveis D e E (TRIANA, LAMBERTS, SASSI, 2015).

O setor de habitação de interesse social é, sem dúvida, um dos mais importantes, na atualidade, para o país e várias pesquisas nacionais têm demonstrado a necessidade do uso de medidas de eficiência energética para os projetos desse setor. Algumas metodologias de certificação nacional, com destaque para o Selo Casa Azul da Caixa, buscam promover estratégias de sustentabilidade nas edificações residenciais. Com relação ao desempenho termoenergético, a Norma de desempenho NBR 15575 apresenta alguns parâmetros relacionados às características da envoltória da edificação, e, a Etiqueta Nacional de Energia do PBE Edifica proporciona uma metodologia que ajuda o projetista na elaboração de projetos adequados para as diferentes zonas bioclimáticas do país, dando diretrizes para o desempenho termoenergético da edificação.

Nesse contexto, cabe aos arquitetos, a definição das características da envoltória, o que determina o desempenho termoenergético da edificação no seu ciclo de vida. Contudo, os parâmetros que abordam as metodologias mencionadas

acima são focados na energia operacional e consideram avaliações que tomam em conta o contexto climático atual.

Os projetos, normalmente, aprovados para o setor de habitação de interesse social consideram avaliações igualmente focadas no contexto climático atual, e, ainda, conforme colocado anteriormente, premissas iniciais de menor custo. Entretanto, e dada a longa vida útil da edificação, deveria ser uma premissa, a consideração dos impactos ou benefícios dos projetos no longo prazo, levando em conta o conceito do ciclo de vida nas edificações e o desempenho futuro das mesmas num mundo em mudança.

Quando se considera a vida útil da edificação e o seu desempenho termoenergético em 50 anos, várias variáveis podem entrar em jogo, entre elas, as mudanças climáticas, mudanças no comportamento dos usuários, flexibilidade, entre outras. Dessa forma, muitas das estratégias adotadas nos projetos podem ser abordadas e julgadas a partir de uma outra perspectiva. Isto é de particular importância em projetos de habitação de interesse social, em que a perspectiva do menor custo ainda se torna muito presente. Ao mesmo tempo, os projetistas de arquitetura são colocados continuamente frente a novos desafios, pois as decisões de projeto vão ter influência no desempenho termoenergético da edificação e no conforto do usuário, assim como no impacto ambiental e energético dos materiais especificados.

Sendo os arquitetos que determinam as escolhas de projeto, coloca-se como importante, o conhecimento desses temas para a elaboração dos projetos de habitações de interesse social de forma a optar por escolhas mais conscientes desde o ponto de vista da sustentabilidade. Isso levanta algumas perguntas com relação

à necessidade de conhecimentos específicos e à melhor forma de integração dos conceitos nos projetos e na atuação dos arquitetos. Dessa forma, o objetivo neste artigo é propor uma reflexão sobre a importância da integração dos conceitos de ciclo de vida, levantando a questão energética e de mudanças climáticas nos projetos de arquitetura de habitações de interesse social. Toma-se como base da discussão alguns dos resultados obtidos na tese da autora, a qual propôs uma abordagem integrada para projetos de habitações de interesse social considerando parâmetros de sustentabilidade.

CICLO DE VIDA NAS EDIFICAÇÕES

O conceito de sustentabilidade tem, intrínseco, o conceito do ciclo de vida, sendo essencial, para os projetistas, o seu entendimento e das variáveis que influenciam. De forma geral são consideradas nas etapas do ciclo de vida das edificações a manufatura dos materiais, construção, uso e manutenção e fim da vida (Figura 1).

A metodologia de avaliação do ciclo de vida, conhecida como ACV, foi desenvolvida para avaliar os impactos ambientais associados aos produtos, considerando a fabricação e o consumo. Encontra-se fundamentada na ISO 14040 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura - e na ISO 14044 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Na ACV se tem diversos métodos de avaliação que consideram algumas categorias de impacto, entre elas, a de mudanças climáticas. Mui-

tos estudos têm se focado na demanda de energia primária e emissões de CO₂ como indicador de impacto, sendo, dessa forma, considerada uma avaliação do ciclo de vida energético (ACVE).

A ACVE tem sido mais usada para a avaliação das edificações e autores como Paulsen e Sposito (2013) defendem o seu uso nas edificações por conta de a produção de energia gerar a maioria das emissões e, também, o uso de recursos não renováveis. Igualmente, algumas pesquisas têm considerado somente o impacto da envoltória da edificação para a ACVE, pois dela deriva o desempenho termoeenergético da edificação.

Para os projetos de habitações de interesse social, é muito importante, na situação atual, o entendimento do peso das decisões de projeto com relação a esses impactos no meio ambiente.

O ciclo de vida energético de uma edificação pode ser calculado como a soma de três fases: pré-uso, uso e pós-uso. Toma-se como base o fluxo de materiais e/ou energia em cada etapa e o transporte. A fase de pré-uso considera a energia incorporada na fabricação dos materiais, o desperdício dos materiais na construção e o transporte associado aos mate-

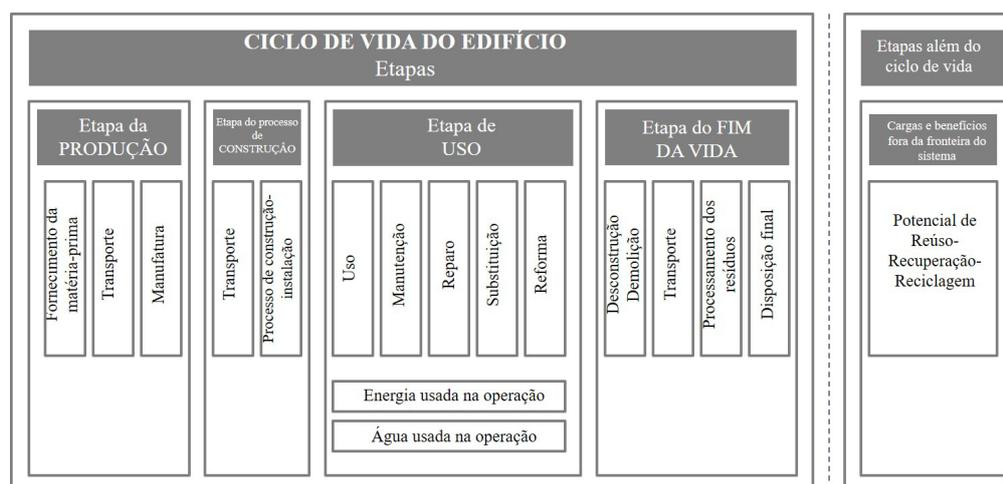


Figura 1:
BS EM
15978:2011
Avaliação de desempenho ambiental de edifícios
Fonte: Baseada em RICS, 2012.

riais. A fase de uso declara o consumo para condicionamento ambiental, outros equipamentos e iluminação, os materiais para manutenção e/ou reposição, o desperdício dos materiais de manutenção e o transporte associado aos materiais. A fase de pós-uso considera a energia para desconstrução do edifício, na qual, idealmente, deveria entrar o cenário de reciclagem.

No contexto da ACVE é imprescindível o entendimento do impacto dos materiais em termos energéticos e de emissões de CO₂, em que os impactos podem mudar entre um mesmo material conforme os fornecedores. Igualmente, é importante considerar a influência do transporte no ciclo de vida, as diferentes fases, o conceito de desperdício, no qual o detalhamento do projeto tem papel fundamental, e a importância da manutenção e do conceito de vida útil de projeto explícito na NBR 15575. Neste último quesito, é de grande importância, a qualidade dos produtos. Ao mesmo tempo, é importante o entendimento das mudanças climáticas que vão influenciar na etapa de operação da edificação.

No Brasil, há alguns estudos que abordaram o tema de análise de ciclo de vida energético em habitações de interesse social, entre eles, Tavares (2006) e Paulsen e Sposto (2013). Os autores concordam com o fato de um dos problemas

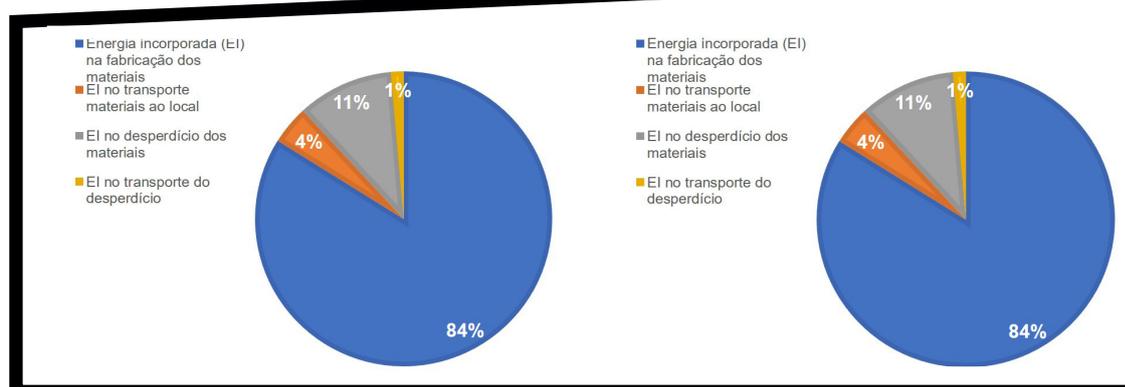
para a sua maior expansão é a carência com relação à base de dados de impactos de materiais. Contudo, já se conta com resultados de algumas pesquisas nacionais. Triana Montes (2016) compilou vários desses dados nacionais de impactos de materiais. Resultados dessa pesquisa são mostrados nas Figuras 2 e 3. A Figura 2 mostra a fase de pré-uso de uma edificação típica unifamiliar de HIS na faixa de renda 1 do Programa Minha Casa, Minha Vida analisada para as cidades de São Paulo e Salvador. Todas as considerações foram mantidas iguais, com exceção das distâncias dos fornecedores que foram aplicadas para cada cidade. Observa-se a diferença nas porcentagens por etapa para ambas as cidades onde o peso de transporte é maior para a cidade de Salvador com relação à habitação em São Paulo.

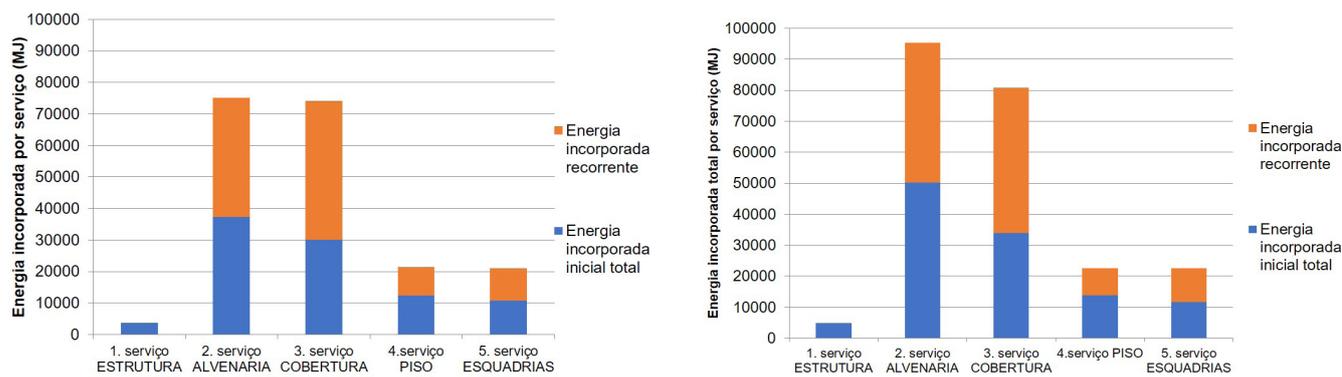
A Figura 3 mostra os pesos da energia incorporada inicial total (na fase de pré-uso) e a energia incorporada recorrente (na etapa de manutenção) ao longo da vida útil. Observa-se um peso maior nos componentes dos serviços de alvenaria e cobertura, e, de forma geral, um consumo energético maior para a habitação na cidade de Salvador.

Programas de certificação ambiental de edificações no país, como o LEED, BREEM e Processo AQUA, começam a incorporar temas com relação à análise de

Figura 2:
Composição do consumo energético para uma habitação de interesse social unifamiliar típica nas cidades de São Paulo (a) e Salvador (b) – Fase de pré-uso.

Fonte: Triana Montes, 2016.





ciclo de vida de materiais. Por sua parte, a certificação alemã DGNB destaca-se, pois tem, na sua base, o conceito de ciclo de vida. A avaliação no ciclo de vida começa a entrar, ainda de forma tímida, nos programas de certificação nacionais, além do que falta por entrar no universo dos arquitetos e estudantes de arquitetura. Observa-se que este conhecimento também não é passado aos arquitetos de forma que possam incorporá-los nos seus projetos, em especial os de habitações de interesse social.

Precisamos avançar em sustentabilidade com relação a não limitar o estudo do desempenho termoenergético das edificações somente à fase da operação no contexto climático atual. Os projetistas e a cadeia da construção em geral precisam ir mais a fundo no estudo do conceito de ciclo de vida, pois é imperativo saber o impacto do que está sendo especificado nos projetos. Isto leva à determinação da diferença na escolha de diversos sistemas construtivos, ou, ainda, acabamentos na superfície das edificações, entre outras estratégias. Igualmente é necessário um processo mais integrado nos projetos com outras disciplinas, o que passa desde a formação nas escolas até a atuação profissional. Os projetos de habitações de interesse social deveriam poder ser avaliados nos termos do desempenho no ciclo de vida.

Por conta da vida útil das edificações, para autores como Williams et al. (2012), as mudanças climáticas podem influenciar no consumo energético e emissões de CO₂ das edificações por conta do condicionamento ambiental, e influenciar nos resultados do ciclo de vida da edificação e as relações entre energia incorporada e operacional.

Em 2009, foi criado o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), o qual contém estudos para o país relacionados às mudanças climáticas. Os resultados do primeiro relatório publicado mostram aumento da temperatura e extremos de calor para o Brasil (MARENGO, 2014).

Embora, nesse contexto, esteja-se associando as mudanças climáticas ao aumento de temperatura, o tema é muito mais amplo do que isso e precisa-se pensar em edificações de interesse social resilientes.

Fora poucos estudos, na atualidade, no país, não se leva em consideração as mudanças climáticas para pesquisas do comportamento termoenergético das edificações realizadas com simulação computacional. Os projetos, no geral, são concebidos para condições estáticas, clima atual com relação à temperatura, umidade, ventos, usuários que não mudam, custos iniciais, impactos iniciais.

Mudanças se tornam necessárias como forma de prever uma maior integração nos projetos de arquitetura. Algumas

Figura 3: Energia incorporada total por serviço para São Paulo (a) e Salvador (b).
Fonte: Triana Montes, 2016.

pesquisas internacionais mostram o início dessa integração nas escolas de arquitetura. Autores como Laboy e Fannon (2015) consideram crítico para a arquitetura contemporânea, um marco conceitual para edificações resilientes, de forma a desenhar edifícios que se mantenham num futuro ainda incerto. Os autores propõem um marco conceitual como um guia prático que organize decisões de projeto e estratégias que levem a soluções específicas, ou seja, considerando a resiliência como um processo. Os autores colocam esse marco como fundamento para seus cursos de projeto na graduação e enfatizam, também, desenhos que considerem as premissas do ciclo de vida.

A integração com mudanças climáticas e abordagem do ciclo de vida energético pode proporcionar pautas para desempenho termoenergético em longo prazo, conforme a Figura 4, da pesquisa de Triana Montes (2016), a qual mostra resultados para a avaliação no ciclo de vida do projeto unifamiliar representativo de HIS para a cidade de Salvador com dados do clima atual e do cenário climático de 2050. É considerado o cenário A2 do IPCC no modelo HAdCM3. A Figura apresenta o caso base típico de uma edificação de HIS e ou-

tros casos com estratégias de eficiência energética relacionadas com a envoltória.

Observa-se redução no consumo energético no ciclo de vida em torno de 25%, considerando o caso base e o melhor caso, mesmo com aumento da energia incorporada inicial dos casos avaliados frente ao caso base. Igualmente observou-se diferenças nos rankings dos casos conforme o cenário climático.

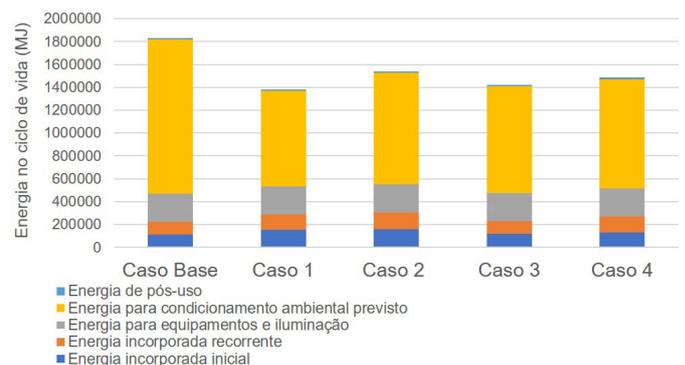
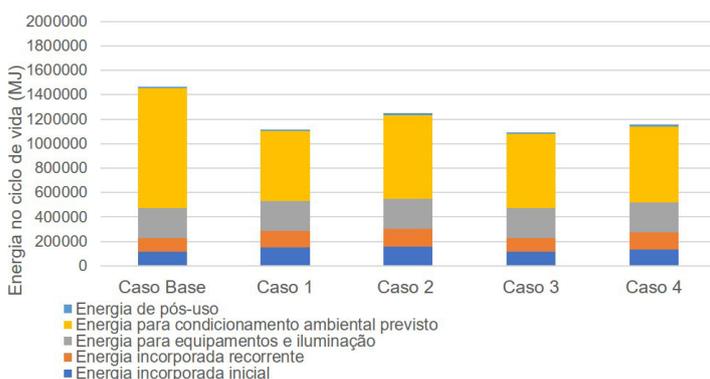
CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração dos conceitos do ciclo de vida e das mudanças climáticas torna-se imperativa, no momento atual, para avaliação do desempenho termoenergético dos projetos de habitações de interesse social.

Dessa forma, poderiam ser justificados maiores investimentos nos projetos do setor. Estudos no ciclo de vida mostram a importância das escolhas nos projetos, tanto com relação a impactos energéticos e ambientais associados, quanto ao desempenho termoenergético ao longo da operação da edificação. Nesse sentido, são recomendados estudos mais

Figura 4: Resultados para consumo de energia no ciclo de vida casos em Salvador (cenário climático atual (a) e 2050 (b)).

Fonte: Triana Montes, 2016.



abrangentes, que colocam parâmetros ambientais, econômicos e sociais. Igualmente, podem mostrar as diferenças entre edificações nas cidades, com relação a valores absolutos no ciclo de vida.

Finalmente, a incorporação de variáveis com relação às mudanças climáticas pode proporcionar soluções diferentes em projetos, o aumento do conforto do usuário e o aumento da vida útil da edificação.

REFERÊNCIAS

BRASIL; MINCIDADES. **Portaria N. 465 de 3 de outubro de 2011**. 2011.

JENTSCH, M. F. et al. Transforming existing weather data for worldwide locations to enable energy and building performance simulation under future climates. **Renewable Energy**, v. 55, p. 514–524, jul. 2013.

LABOY, M.; FANNON, D. (2015). **Learning Comprehensive Building Design through a Resilience Framework**. **Proceedings: Architecture and resilience in the human scale**. Universidad de Sheffield. Disponível em: www.sheffield.ac.uk/polo-poly_fs/1.504063!/file/Proceedings_27mb.pdf

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, n. 2013, p. 95–102, fev. 2013.

RICS – ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS. **Methodology to calculate embodied carbon of materials**. 1 ed. Londres, 2012.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise de ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, n. December 2014, p. 524–541, 2015.

TRIANA MONTES, M.A. **Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social**

considerando mudanças climáticas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

WILLIAMS, D. et al. Climate change influence on building lifecycle greenhouse gas emissions: Case study of a UK mixed-use development. **Energy and Buildings**, v. 48, p. 112–126, maio 2012.