



## Analysis of social interest housing as an efficient model for Betim / MG

---

André Emanuel Gonçalves Belo, Bárbara Guimarães Gomes,  
Luiza Belico Domingues and Raquel Diniz Oliveira

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

May 15, 2020



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

## ANÁLISE DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL COMO MODELO EFICIENTE PARA BETIM/MG<sup>1</sup>

### AUTORES

### RESUMO

*No Brasil, empreendimentos são projetados com características semelhantes em diversas cidades, independentemente do seu clima. Na maioria das vezes, verifica-se que o custo se mostra prioritário em detrimento ao conforto térmico e sua eficiência energética, especialmente na categoria de interesse social. Contudo, o setor da construção civil apresenta significativo potencial de contribuição para o alcance de metas globais de eficiência energética e sustentabilidade, considerando o planejamento, execução e operação das edificações. O presente artigo objetivou diagnosticar o desempenho térmico e eficiência energética de uma proposta modelo de habitação de interesse social a ser implantada em Betim/MG. Para tanto adotou-se como referencial a NBR 15.220:2005, NBR 15.575:2013, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) e o Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Obteve-se a classificação "B" e "SILVER" nas certificações RTQ-R e LEED, respectivamente, sem qualquer mudança no projeto original. Os resultados encontrados indicaram atendimento do desempenho térmico normativo e pontuações elevadas no quesito eficiência energética, se comparados com de outras pesquisas. Assim, por se tratar de empreendimento em fase de projeto, ainda seria possível implementar estratégias complementares que poderiam resultar em melhores pontuações para tais certificações.*

**Palavras-chave:** RTQ-R. LEED. Eficiência Energética. Desempenho Térmico. HIS.

### ABSTRACT

*In Brazil, building constructions are designed with similar characteristics in different cities, regardless of their climate. Most of the time, the cost is prioritized over thermal comfort and its energy efficiency, especially in the social interest category. However, the civil construction sector has a significant potential to contribute to global energy-saving and sustainability goals, considering the planning, execution, and operation of buildings. The main objective of this paper is to evaluate the energy efficiency and the thermal performance of a social housing proposal implemented in Betim, Brazil. The NBR 15,220/2005, NBR 15,575/2013 as well as the RTQ-R and LEED requirements were used as a reference. The building class was "B" and "SILVER" for the RTQ-R and LEED certifications, respectively, without any changes in its original design. The results indicate compliance with thermal performance regulations and high scores in energy efficiency level, against other studies. Thus, as it is a design phase project, it is still possible to implement additional alternatives that can result in better scores for these certifications.*

**Keywords:** RTQ-R. LEED. Energy Efficiency. Building Thermal Performance. Social housing.

<sup>1</sup> AUTORES. Análise de habitação de interesse social como modelo eficiente para Betim/MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a redução do consumo de energia e combustíveis, e a mitigação das mudanças climáticas são os principais desafios do setor de construção. (SANTAMOURIS, 2016). A Agenda 2030, definida pela reunião da Cúpula das Nações Unidas em 2015, define objetivos de desenvolvimento sustentável com a prerrogativa de transformar o mundo nos próximos anos. O seu objetivo de número treze trata exclusivamente da preocupação em tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (PNUD, 2020).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2020), o nível atual de emissão de gases de efeito estufa foi 50% em relação aos dados obtidos em 1990. Diante disso, o Governo Federal vem tomando medidas para reduzir a emissão desses gases. O Plano Nacional de Energia (PNE 2030) apresenta como meta 10% de redução da demanda por eletricidade sendo 5% por meio de progresso autônomo e 5% por induzido. Em 2018, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) alcançou a economia de 22,99 bilhões de kWh, equivalente a 4,87% do consumo nacional de eletricidade no período bem como a postergação de investimentos da ordem de R\$ 5,378 bilhões além da redução da emissão de 1,701 milhão tCO<sup>2</sup> equivalentes na atmosfera. A redução da demanda de eletricidade, proporcionada por estratégias de eficiência energética das edificações pode, portanto, contribuir de forma significativa para este objetivo. Estima-se que 18,93 GWh tenha sido evitado desde 2015 por parte das edificações agraciadas com o Selo Procel Edificações (ELETROBRAS; PROCEL, 2019).

A edificação deve proporcionar, entre outras qualidades, conforto térmico e lumínico para desenvolvimento das atividades no ambiente, independentemente, das condições climáticas externas e dos materiais utilizados nas superfícies. Assim, os parâmetros previstos nas normas técnicas podem contribuir para a escolha correta de materiais e estratégias para adequação dos edifícios, para as diferentes condições climáticas. Em relação ao desempenho térmico destaca-se a NBR 15.220 (2005) que trata de diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social com até três pavimentos e a NBR 15.575 (2013) que trata de parâmetros de desempenho de habitações de forma geral. A adequação da envoltória ao clima juntamente com o aproveitamento das potencialidades do clima local pode contribuir para a minimização do consumo de energia para climatização e iluminação artificiais garantindo, portanto, condições adequadas de conforto térmico aos usuários, naturalmente, e, também, menor consumo de energia.

De forma complementar, as certificações de edifícios desempenham um importante papel em regulamentar o processo de avaliação da sua eficiência e publicizar os seus resultados. No Brasil, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE Edifica) disponibiliza o RTQ-R (2012) para etiquetagem voluntária dos edifícios residenciais e, também, regulamentação específica para edificações comerciais, de serviços e públicas. De forma complementar, a certificação voluntária americana LEED também tem contribuído para melhorar a eficiência do uso de recursos naturais do acervo edificado nacional. Em 2018 o Brasil foi listado na quarta posição do *ranking* mundial em número construções sustentáveis certificadas LEED (GBC Brasil, 2020).

Por outro lado, o aumento da demanda por habitação no Brasil alavancou planos de aceleração do crescimento tal como o programa Minha Casa, Minha Vida"

(MCMV) com objetivo de minimizar o déficit de moradias no país. Neste cenário verifica-se que o principal problema relacionado as habitações de interesse social construídas no âmbito do MCMV diz respeito a adoção de projeto padrão em diversas cidades brasileiras com climas distintos, o que resulta em classificações de níveis de eficiência energética variando entre o "C" e "E" no PBE (RODRIGUES *et al.*, 2015; TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015). A classificação varia de "A" (mais eficiente) até "E" (menos eficiente).

A concepção de projetos focada no custo do empreendimento pode prejudicar o desempenho das edificações e, conseqüentemente, as condições de conforto térmico e lumínico propiciadas bem como o consumo de energia para este fim. Dessa forma, o presente trabalho analisa a proposta de habitação de interesse social como opção de modelo eficiente para a cidade de Betim, em Minas Gerais.

## 2 OBJETIVO

Diagnosticar o desempenho térmico e a eficiência energética de proposta de edificação unifamiliar de interesse social para Betim/MG.

## 3 MÉTODO

A metodologia desta pesquisa se baseia no modelo prescritivo de análise e segue a seguinte ordem: (i) análise do projeto arquitetônico conforme requisitos da NBR 15.220 (2005) e da NBR 15.575 (2013); (ii) avaliação do projeto arquitetônico por meio do método prescritivo do RTQ-R (2012); e por fim, (iii) avaliação do projeto arquitetônico por meio da aplicação do referencial LEED V.4 (2019).

### 3.1 Caracterização do objeto de estudo

O objeto em estudo refere-se a uma edificação unifamiliar de dois pavimentos em fase de projeto, a ser construída em Betim, Minas Gerais (Figura 1). Trata-se do projeto arquitetônico de um conjunto de habitações de interesse social com 198 unidades e área bruta a construir de 157,17m<sup>2</sup> por habitação (82,54m<sup>2</sup> no térreo e 74,63m<sup>2</sup> no segundo pavimento) conforme se observa na Figura 2.

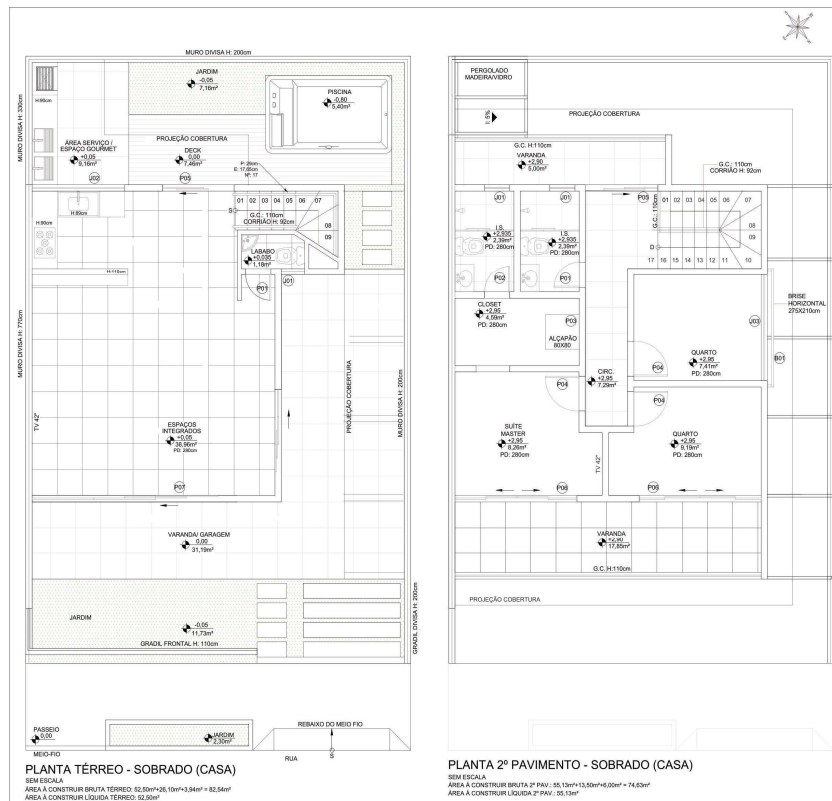
Figura 1 – Perspectiva 3D da habitação unifamiliar



Fonte: Gtop, 2019.

A edificação possui como ambientes de permanência prolongada: uma sala com 38,96m<sup>2</sup> no primeiro pavimento, uma suíte com 8,26m<sup>2</sup> e dois dormitórios com 9,19m<sup>2</sup> e 7,41m<sup>2</sup>, todos no segundo pavimento.

Figura 2 – Layout 1º e 2º pavimento



Fonte: Gtop, 2019.

### 3.2 Diretrizes construtivas ABNT NBR 15.220:2005

Conforme memorial descritivo do estudo de caso, a vedação vertical é composta por tijolos cerâmicos de 9x19x19cm com 8 furos quadrados, 1cm de argamassa de assentamento e 2,5cm de emboço, totalizando 14cm. A Tabela 1 sintetiza o cálculo da transmitância térmica (U), da capacidade térmica (CT) e do atraso térmico (φ) da vedação vertical bem como a variação dos valores da sua absorvância à radiação solar, conforme referência da ABNT (2005). As propriedades térmicas da vedação horizontal composta por laje pré-moldada (12cm) e telhas metálicas (0,1cm) foram extraídos do Anexo da portaria nº50/2013 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2013).

Tabela 1 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para alvenaria de tijolos cerâmicos

Sistema Construtivo	U [W/(m².K)]	C <sub>T</sub> [kJ/(m².K)]	φ [horas]	α Pintura Externa
Vedação vertical	2,49	158	3,3	0,20 (branca), 0,30 (amarela), 0,70 (verde escura) e 0,74 (vermelha)
Vedação horizontal	0,53	176	-	0,20

Fonte: Adaptado da NBR 15.220 (2005) e INMETRO (2013).

Conforme o zoneamento bioclimático (ZB) brasileiro definido na parte 3 da NBR 15.220 (2005) a cidade de Betim/MG, situada na região metropolitana de Belo

Horizonte, localiza-se na ZB3. Desta forma, as diretrizes construtivas sugeridas são: aberturas médias para ventilação; sombreamento de aberturas que permita a incidência de sol no inverno; vedações verticais externas leves e refletoras e coberturas levemente isoladas. Para estratégias de condicionamento térmico passivo são indicadas a ventilação cruzada no verão; o aquecimento solar da edificação no inverno; vedações internas pesadas (inércia térmica) no inverno.

### 3.3 Diretrizes construtivas ABNT NBR 15.575:2013

No que se refere às diretrizes previstas na parte 4 da NBR 15.575 (2013) para a ZB3, aplicável ao estudo de caso, as aberturas para ventilação dos ambientes de permanência prolongada devem ser médias sendo a sua área mínima de 7% em relação a área de piso. A Tabela 2 sintetiza os valores de referência apresentados na parte 5 para desempenho térmico das vedações externas:

Tabela 2 – Transmitância térmica e capacidade térmica para vedação externa

Vedações externas	U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	C <sub>T</sub> [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]
Vertical	≤ 3,7 se a ≤ 0,6 ou ≤ 2,50 se a > 0,6	≥ 130
Horizontal	≤ 2,3 se a ≤ 0,6 ou ≤ 1,5 se a > 0,6	Sem exigência

Fonte: Adaptado da NBR 15.575 (2013)

### 3.4 Cálculo do método prescritivo do RTQ-R

O RTQ-R (2012) avalia o edifício quanto aos pré-requisitos gerais e específicos (sistema de iluminação), condicionamento de ar além do desempenho térmico da envoltória para verão e inverno aplicável a ZB3, zona em que se situa o presente estudo. Caso algum pré-requisito não seja atendido a classificação pode ser limitada a classe "C". Quanto às propriedades térmicas da envoltória os critérios exigidos são semelhantes àqueles estabelecidos na NBR 15.575 (2013). A classificação final da edificação será obtida por meio do desempenho da sua envoltória juntamente com a pontuação relativa ao aquecimento de água e bonificações, se houver.

### 3.5 Aplicação do LEED

O referencial LEED apresenta pré-requisitos obrigatório e créditos que geram pontuações proporcionais ao seu atendimento. Sua avaliação engloba a localização do empreendimento, o espaço sustentável, a eficiência no uso da água, qualidade interna do ambiente, inovação, entre outros. A avaliação não possui pesos diferentes para as suas subdivisões, porém, aquela de maior quantidade de itens a serem avaliados também contém maior valor. Conforme se observa na Tabela 3 a certificação apresenta 4 categorias:

Tabela 3 – Parâmetros para certificação LEED

Certificação	Pontuação
Certificado	40 a 49
Prata	50 a 59
Ouro	60 a 79
Platina	mais de 80

Fonte: USGBC, 2019.

## 4 RESULTADOS

A análise do estudo de caso (ZB3) em relação aos requisitos de desempenho térmico estabelecidos pela NBR 15.220 (2005) e NBR 15.575 (2013) indicou conformidade da edificação para ambas as normas. Grandes aberturas contribuíram para aproveitamento da luz natural e, também, para a ventilação cruzada. De acordo com memorial, a vedação vertical externa poderá ter cores variadas. Dessa forma, serão analisadas a influência dos 4 tons utilizados na classificação do edifício.

A avaliação pelo método prescritivo do RTQ-R indicou influência da cor da vedação vertical externa no desempenho da envoltória da edificação bem como sua eficiência. Desta forma, sintetizou-se na Tabela 4 as possibilidades de classificação que variaram de “A” à “C”, para a situação naturalmente ventilada e, entre “C” e “D”, caso a edificação seja refrigerada artificialmente. Verifica-se melhoria da classificação caso a pintura da vedação externa apresente tons mais claros (branco ou amarelo) em comparação com àqueles mais escuros (verde escuro ou vermelho). Contudo, a troca das cores de branco para amarelo ou de verde escuro para o vermelho não influenciou a classificação da edificação.

Tabela 4 – Classificação segundo a pontuação obtida para a envoltória da edificação e os pré-requisitos dos ambientes de permanência prolongada

Cor da pintura externa	Classificação		
	Envoltória para verão	Envoltória para inverno	Envoltória se refrigerada artificialmente
Branco	A	B	C
Amarelo	A	B	C
Verde Escuro	C	B	D
Vermelho	C	B	D

Os pré-requisitos gerais, de ventilação cruzada e de ventilação natural dos banheiros foram atendidos. Em relação ao aquecimento de água, considerou-se o uso de chuveiros elétricos tendo sido, portanto, atribuída a edificação a pior classificação possível, “E”. Cumpre destacar que não foram fornecidos os projetos complementares da unidade habitacional, fato que poderia resultar em uma classificação diferente. Complementarmente, foram obtidos 0,84 ponto referente às bonificações alcançadas por meio da adoção de dispositivos de sombreamento como brises e varandas, aproveitamento da luz natural e medição individualizada de água. A Tabela 5 sintetiza a classificação final da unidade habitacional e sua pontuação total de acordo com a cor da vedação vertical externa aplicada.

Tabela 5 – Classificação final da unidade habitacional de acordo com a planilha de cálculo do desempenho aplicada ao RTQ-R

Cor da pintura externa	Classificação final	Pontuação final
Branco	B	4,04
Amarelo	B	4,04
Verde Escuro	C	3,43

Vermelho	C	3,43
----------	---	------

Considerando a categoria *New Construction* do referencial LEED, concluiu-se que o bairro da implantação, pouco adensado, não apresenta impactos significativos ao solo e ao meio ambiente além de dispor de fácil acesso aos meios de transporte públicos. Não existe, contudo, ciclovias ou veículos verdes na região do empreendimento. Além disso, o bairro não é evidenciado como “local de alta prioridade”. Assim, obteve-se 75% da pontuação no quesito “Locação e Transportes”.

Para a avaliação de Locais Sustentáveis, considerou-se que a edificação em análise não faz reaproveitamento das águas pluviais. Desta forma, a COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), responsável pelo abastecimento de água da cidade realizaria o manejo destas águas por meio da rede de coleta pluvial junto às vias de acesso. Porém, tal quesito seria de fácil instalação, bastando o auxílio de cisternas para águas pluviais com possibilidade de irrigação do jardim, ou então reutilização de águas cinzas para limpeza de pisos, entre outros. Outro quesito a ser melhorado seria a ventilação interna com facilidade de adaptação perante esquadrias da edificação. Esse item possui uma avaliação de 8 pontos (somados à adaptação fácil para reuso de águas pluviais), totalizando em 80%.

Para a torre de resfriamento, acredita-se que não há necessidade de aplicação devido a zona bioclimática em que Betim está situada. Apenas uma mudança sobre a ventilação do local atenderia à edificação. Essa avaliação atingiu uma pontuação de 9 pontos, ou seja, aproximadamente 82%. Ademais, considerou-se que o empreendimento comporta a demanda de seus usuários e não possui compensação ambiental pelos gases gerados e, também, não utiliza fontes de energias renováveis. Assim, para este quesito obteve-se 21 pontos, totalizando, aproximadamente, 64%.

A envoltória da edificação está sob controle da gestão e segue as metodologias estratégicas, totalizando em 100% neste quesito. Por fim, verificou-se a possibilidade de obtenção de 50 pontos conforme especificações do projeto permitindo a edificação ser certificada como SILVER. Nota-se que apesar da edificação não ter sido planejada para atender os requisitos específicos da NBR 15.220 (2005), NBR 15.575, RTQ-R (2012) e o referencial LEED (2019), além de figurar na categoria de interesse social, foi possível obter resultados acima da média em comparação com estudos prévios (RODRIGUES *et al.*, 2015; TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015).

## 5 CONCLUSÕES

A análise da habitação de interesse social proposta para a cidade de Betim possibilitou a verificação do atendimento quanto aos critérios de desempenho térmico estabelecidos na NBR 15.220 (2005) e NBR 15.575 (2013) bem como o alcance de resultados significativos no quesito eficiência de acordo com o RTQ-R (2012) e LEED (2019). Contudo, verificou-se que a cor aplicada na vedação vertical externa apresentou influência direta no desempenho da envoltória conforme avaliação pelo método prescritivo do RTQ-R (2012). Desse modo, indica-se o uso das opções de cores claras, como o branco e o amarelo.

O projeto analisado se mostrou relevante como referência para edificações similares nesta localidade que objetivam alcançar maiores níveis de desempenho térmico e eficiência energética. Porém, apesar dos bons resultados, verificou-se que a edificação não alcançou o nível máximo de eficiência e desempenho conforme RTQ-R (2012) e/ou LEED (2019). Contudo, considerando que o empreendimento se encontra em fase de projeto, ainda é possível implementar novas estratégias que



resultem em melhores pontuações nestas certificações, tais como o uso aquecimento solar da água, dispositivos hidráulicos economizadores, aplicação de técnicas de reuso para águas cinzas e/ou pluviais, entre outras. A avaliação do custo/benefício gerados com as possíveis modificações de projeto, poderá contribuir para demonstrar o custo de um edifício otimizado, do ponto de vista térmico e de eficiência, em trabalhos futuros, complementando o assunto abordado.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

ELETOBRAS. Resultados Procel 2019 ano base 2018. Rio de Janeiro: ELETOBRAS, 2019.

GBC BRASIL - GREEN BUILDING COUNCIL. **Anuário especial**: construindo um futuro sustentável. Barueri: Vib Editora, ano 4, ago. 2017. 14ed.

\_\_\_\_\_. Barueri, 2020. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/>. Acesso em: 12 maio 2020.

Gtop Construtora S/A. Projeto Arquitetônico e memorial construtivo de conjunto habitacional unifamiliar de interesse social. Betim: Gtop, 2019.

INMETRO - INMETRO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros. Anexo da Portaria INMETRO nº 50/2013. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 01 fev. 2013.

\_\_\_\_\_. **RTQ-R** - *Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais*. Rio de Janeiro, 2012.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)** - Premissas e diretrizes básicas. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Brasília, 2011.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo**: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 12 maio 2020.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Objetivo 13**: Ação contra a mudança global do clima. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-13-climate-action.html>. Acesso em: 12 maio 2020.

RODRIGUES, T. T.; OLIVEIRA, de C.; CARLO, J. Níveis de eficiência da envoltória de unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida em zonas bioclimáticas de 5 a 8. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ENTAC, 2015. **Anais...** São Paulo: PUC Campinas, 2015.

SANTAMOURIS, M. Innovating to zero the building sector in Europe: Minimizing the energy consumption, eradication of the energy poverty and mitigating the local climate change. **Solar Energy**, 2016, vol. 128, pp. 61-94.

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

USGBC - UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED** - *Leadership in Energy and Environmental Design*: Reference guide for building design and construction. Washington: USGBC, 2019. V4.1.