USO DO ENERGYPLUS EM PESQUISAS BRASILEIRAS[1]

SANTOS, A.C., Universidade Estadual Paulista (Unesp), email: santoscarol2109@gmail.com; LIMA, J.V.S., Universidade Estadual Paulista (Unesp), email: arq.jvlima@gmail.com; FARIA, J.R.G, Universidade Estadual Paulista (Unesp), email: joaofari@faac.unesp.br; FONTES, M.S.G.C., Universidade Estadual Paulista (Unesp), email: sgfontes@faac.unesp.br

ABSTRACT

Thermal and energetic performance of buildings are important issues on scientific and technological research of the built environment. Simulation software is a very common tool in these studies, both in the search for new knowledge and for aiding decision-making. The aim of this study was to investigate the scientific applicability of one of these tools, EnergyPlus, evidencing questions about its usability, applicability and operation. An exploratory methodological approach involved the systematic review of the full papers in the ENTAC proceedings and a subsequent bibliometric analysis. The results show a trend of increasing use of that software in scientific experiments in recent years, mainly with an inductive approach. Currently its predominant utilization is evaluation of bioclimatic strategies, construction systems and prescriptive methods. It was also observed that the level of complexity of the research has increased over the years, and studies directed to aid the software operation have intensified, which demonstrates more familiarity of the researchers with the tool.

Keywords*: Thermal performance. Energetic performance. EnergyPlus. Systematic review. Scientific applicability.*

1 INTRODUÇÃO

No universo da pesquisa sobre tecnologia do ambiente construído, é perceptível a importância dos estudos sobre o desempenho termoenergético das edificações. Dentro deste contexto, ferramentas computacionais de auxílio às tomadas de decisão mostram-se importantes instrumentos experimentais.

Shaviv (1999) classifica essas ferramentas em duas categorias principais: ferramentas geradoras, que auxiliam nas definições geométricas, sendo ainda bastante escassas; e ferramentas de análise de desempenho, úteis na avaliação quantitativa de desempenho do projeto já consolidado. Entretanto, as últimas requerem uma grande quantidade de dados de entrada, e dessa forma se restringem a pesquisas acadêmicas (LIMA, 2012).

Dentre as ferramentas mais utilizadas pelos profissionais de áreas afins à arquitetura, Venâncio e Pedrini (2011) destacam: o ECOTECT, desenvolvido pela Autodesk e descontinuado em 2015 (AUTODESK, 2018), tendo sido mais utilizado por arquitetos; e o EnergyPlus, mais utilizado por pesquisadores, até os dias atuais.

O EnergyPlus, criado a partir dos programas BLAST e DOE-2, é um software que foi distribuido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos e teve sua

[1] SANTOS, A.C.; LIMA, J.V.S; FARIA, J.R.G; FONTES, M.S.G.C. Uso do EnergyPlus em pesquisas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

primeira versão lançada em 2001 (CRAWLEY *et al.*, 2001). O programa, de licença gratuita, permite a simulação do comportamento termoenergético de edificações, levando-se em consideração critérios de aquecimento, resfriamento, iluminação, ventilação e gastos energéticos. Também é capaz de executar simulações diferenciadas, como "time step" de cálculo menor que uma hora, cálculos de infiltração de ar diferenciada por zona térmica, cálculo de índices de conforto térmico, entre outras. Além disso, apresenta caraterísticas que o colocam à frente de outros programas de simulação termoenergética, como o uso de técnica de solução baseada no balanço de energia para cargas térmicas prediais, sistemas de condicionamento de ar configuráveis, etc (ENERGYPLUS, 2018). Entretanto, segundo Silva (2010), o programa não apresenta uma interface amigável ao usuário, sendo necessária a introdução de uma série de dados (*input*) para se obter os resultados pretendidos (*outputs*).

Dentro deste contexto, o objetivo desta pesquisa foi identificar uma tendência na utilização do *EnergyPlus* por pesquisadores brasileiros, enquanto ferramenta de estudo científico no âmbito do desempenho termoenergético das edificações. Evidenciou-se questões sobre sua usabilidade, aplicabilidade, operação, limites e potencialidades em novas descobertas e avanços neste meio.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A estratégia metodológica, exploratória, consistiu na revisão sistemática dos trabalhos completos publicados nos anais do ENTAC e em uma posterior análise bibliométrica.

2.1 Levantamento do acervo bibliográfico

Foram considerados relevantes para a pesquisa artigos nos quais o software foi utilizado em análises de desempenho termoenergético das edificações, desconsiderando-se os artigos que apenas o citaram.

2.2 Catalogação do acervo bibliográfico

Os artigos selecionados foram catalogados quanto ao: ano e local do ENTAC; número ou página do artigo; título; autores; universidade na qual foi realizado; local do experimento; objetivos; métodos; principais resultados; principais lacunas; referência bibliográfica.

2.3 Análise bibliométrica

Para a análise bibliométrica, os artigos selecionados foram classificados quanto aos seguintes critérios:

- Cronologia de utilização do software na pesquisa;
- Instituições que realizaram as pesquisas;
- Caráter das pesquisas: indutivo ou dedutivo. As pesquisas de caráter indutivo buscam identificar generalizações (regras gerais) para

determinados fenômenos com base em análises particulares, enquanto as pesquisas de caráter dedutivo se embasam em regras já estabelecidas e conhecidas para analisarem determinado objeto de estudo, e constatarem sua relação, negativa ou positiva, com essas regras (MARCONI; LAKATOS, 2003).

- Categorias de objetivos e métodos comuns identificados nas pesquisas, dentro de cada caráter (indutivo ou dedutivo).
- Principais conclusões no âmbito da usabilidade, aplicabilidade e operação do software, dentro de cada categoria de objetivos e métodos.

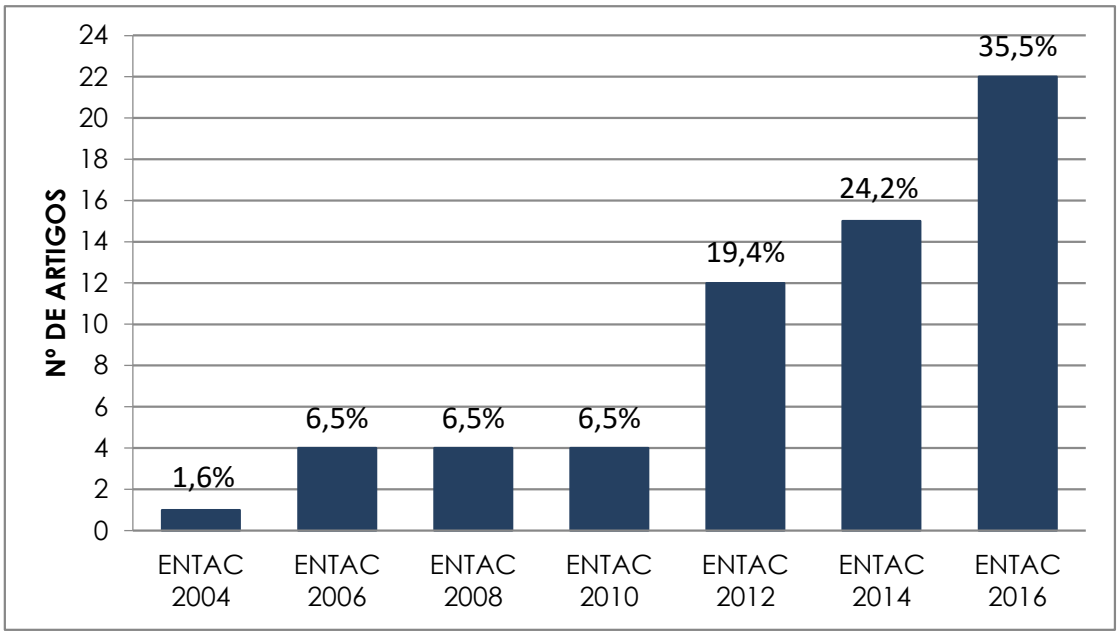
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão apresentados e discutidos os resultados quanto à cronologia de utilização do software (3.1), instituições que realizaram as pesquisas (3.2), caráter das pesquisas (indutivas ou dedutivas), e, dentro disso, as categorias de objetivos e métodos comuns identificados, juntamente com suas principais conclusões (3.3).

3.1 Cronologia de utilização do software

No ENTAC 2002 não foi identificado nenhum artigo que utilizasse o EnergyPlus. A partir de 2004, sua utilização começou a ser identificada, intensificando-se com o passar dos anos, indicando assim uma tendência de sua maior utilização em pesquisas futuras (Figura 1).

Figura 1 – Cronologia de utilização do EnergyPlus em pesquisas publicadas no ENTAC entre 2004 e 2016

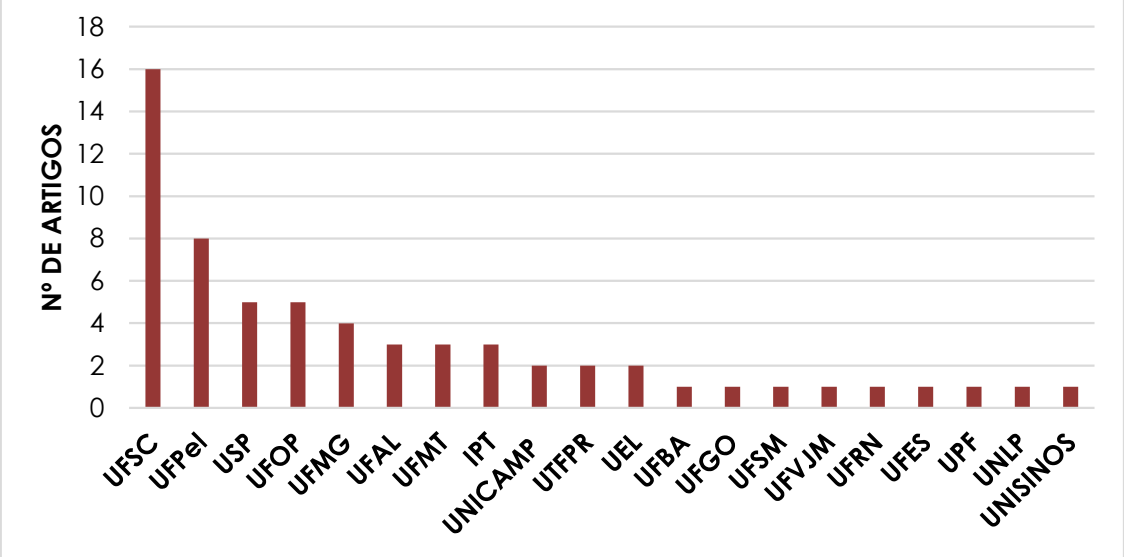


Fonte: Os autores (2017)

3.2 Instituições que realizaram as pesquisas

Observa-se que a instituição mais atuante nas pesquisas que utilizam o EnergyPlus é a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (Figura 2), através da linha de pesquisa em Conforto Ambiental e Energia do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (Labeee). Todas as pesquisas identificadas dessa universidade assumem caráter indutivo.

Figura 2 – Artigos publicados por instituição



Fonte: Os autores (2017)

3.3 Caráter, objetivos e métodos das pesquisas

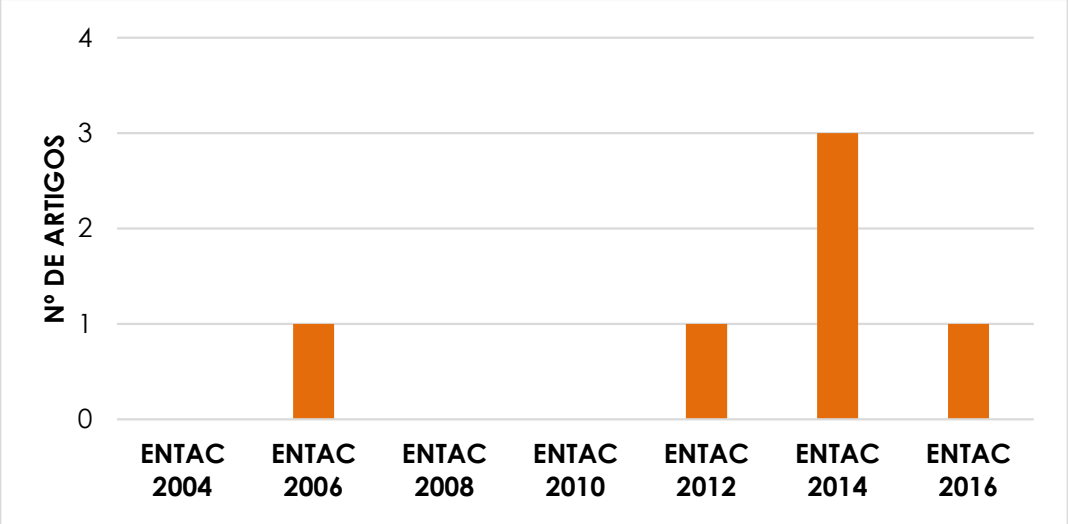
Percebe-se uma predominância de pesquisas de caráter indutivo (90% dos casos). Estes estudos buscam generalizar os fenômenos identificados, contribuindo para os conhecimentos no âmbito da arquitetura bioclimática. Já as pesquisas de caráter dedutivo assumem uma postura mais crítica, ao avaliar a autonomia de adaptação bioclimática de projetos específicos.

3.3.1 Caráter dedutivo

É possível classificar as pesquisas identificadas com caráter dedutivo em apenas uma categoria, a qual segue descrita abaixo.

I. Avaliação de projetos padrão (6 casos): avaliam o desempenho termoenergético de um objeto de estudo baseado em projetos padrão, estando ele já edificado ou apenas em fase de projeto. O intuito geral é elaborar uma crítica, evidenciando a dificuldade de sua adaptação aos diferentes contextos climáticos. Os projetos escolhidos são modelados e simulados em uma situação climática (DOERFLER; KRUEGER, 2014; GARCIA; PRADO, 2014; MENEZES; KALIL; CUNHA, 2006) ou mais situações climáticas (DÖRFLER; KRÜEGER, 2016; TORRES; BATISTA, 2014; FERREIRA; PEREIRA, 2012), de modo que, no último caso, os resultados possam ser comparados. Nota-se a concentração dessa categoria de pesquisa nos últimos anos (Figura 3).

Figura 3 – Cronologia da categoria I (dedutiva) entre 2004 e 2016

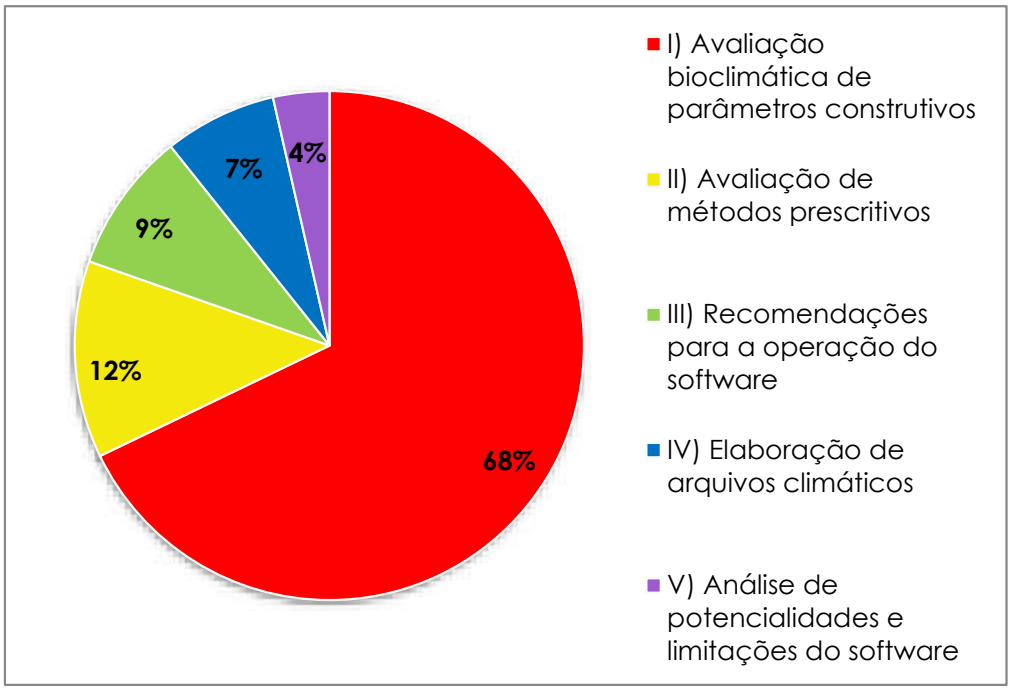


Fonte: Os autores (2017)

3.3.2 Caráter indutivo

É possível classificar as pesquisas identificadas com caráter indutivo em cinco categorias de objetivos e métodos de abordagem (Figura 4).

Figura 4 – Categorias de caráter indutivo identificadas nos artigos publicados no ENTAC entre 2004 e 2016



Fonte: Os autores (2017)

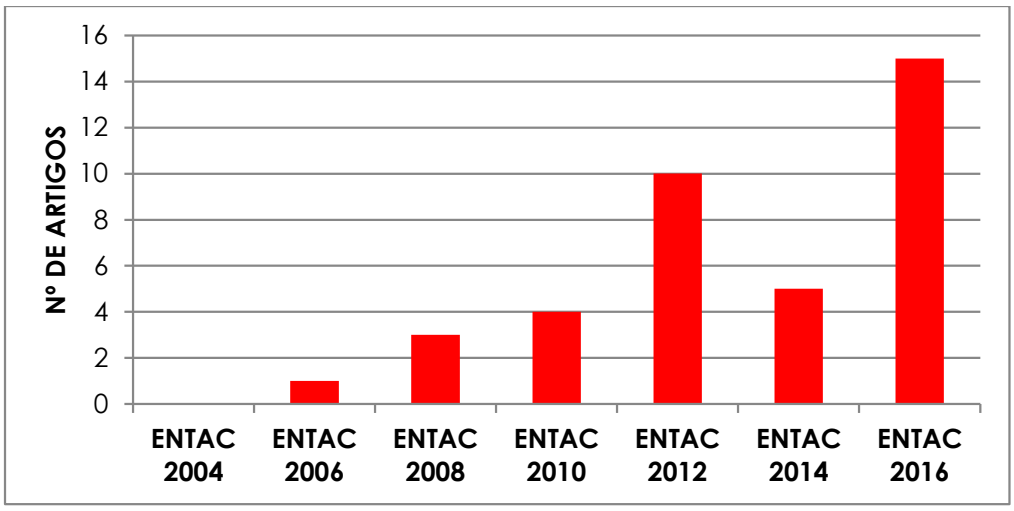
I. Avaliação bioclimática de parâmetros construtivos: avaliam os efeitos de parâmetros construtivos no desempenho termoenergético das edificações. Parte dos estudos qualificam estratégias bioclimáticas e/ou sistemas construtivos específicos, individualmente (GONÇALVES; TREICHEL; CUNHA, 2016; MIZGIER; PENSO, 2016; ATAÍDE e SOUZA, 2010) ou comparativamente, para climas específicos (CECHINEL; HACKENBER; TONDO, 2016; SALES; BRITO; AKUTSU, 2014; PIRES *et al.*, 2012; AMPARO; SOUZA; GOMES, 2010; GOMES; SOUZA, 2008; LARA; ALUCCI, 2006), ou para mais de um clima (INVIDIATA *et al.*, 2016; PIRES; WESTPHAL, 2014; SILVEIRA; LABAKI, 2012; BESEN; WESTPHAL, 2012; MELO; LAMBERTS, 2008; BRITO; VITTORINO, 2008).

Outros estudos avaliam os efeitos que alguns fenômenos construtivos provocam no desempenho termoenergético das edificações, através de modelagem e simulação comparativa com modelo de controle, destacando-se os artigos que abordam os efeitos das pontes térmicas (FREITAS *et al.*, 2016; GIOIELLI; CUNHA, 2014).

Por fim, alguns estudos utilizam o software para análise de sensibilidade, avaliando o peso de influência de parâmetros específicos no desempenho termoenergético das edificações, por meio de alterações de configurações geométricas ou dados de entrada. Destacam-se as pesquisas de Souza *et al.* (2016), Silva *et al.* (2014) e Sorgato e Lamberts (2012).

Essa é a categoria mais frequente entre as identificadas, observando-se uma tendência para os últimos anos (Figura 5).

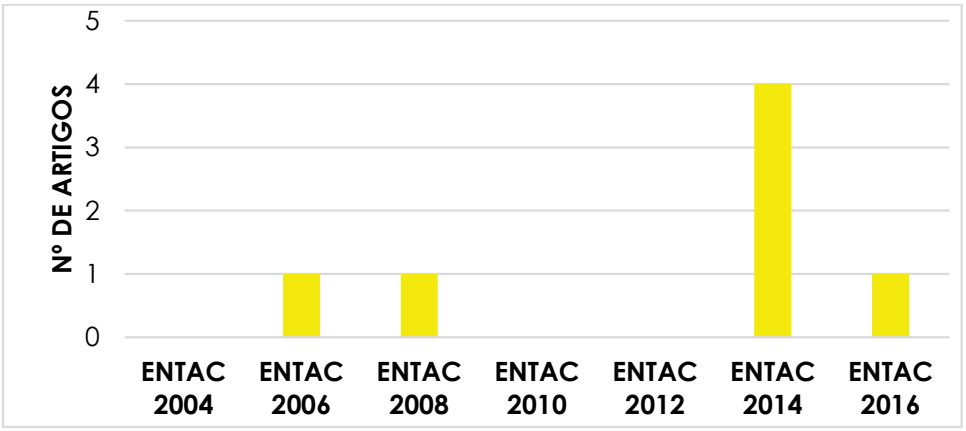
Figura 5 – Cronologia da categoria I entre 2004 e 2016



Fonte: Os autores (2017)

II. Avaliação de métodos prescritivos: avaliam métodos prescritivos e normativos de desempenho termoenergético, quanto à sua real eficácia e aplicabilidade, através de modelagens e simulações em conformidade ou não a eles. Destacam-se as pesquisas de Barbosa *et al.* (2016), Oliveira, Silva e Pinto (2014) e de Matos *et al.* (2006). Em alguns casos, é realizada a análise comparativa entre duas normas distintas (BATISTA *et al.*, 2014), ou são feitas análises comparativas entre um regulamento e a simulação (ALVIM *et al.*, 2014). Dentre as normas e regulamentos avaliados, destacam-se: NBR15220, NBR15575, e o RTQ-R. A NBR15220 teve sua última revisão em 2005, enquanto o RTQ-R e a NBR15575 tiveram suas últimas revisões em 2012 e 2013, respectivamente. Isso justifica a concentração de pesquisas avaliativas nos anos 2006, 2008, 2016, e principalmente em 2014, ano posterior às últimas revisões do RTQ-R e da NBR15575 (Figura 6).

Figura 6 – Cronologia da categoria II entre 2004 e 2016

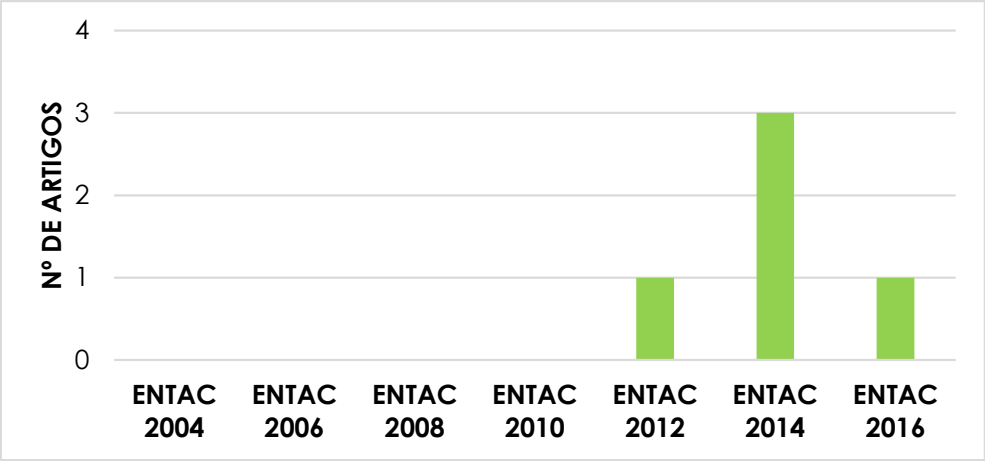


Fonte: Os autores (2017)

III. Recomendações para a operação do software: avaliam os métodos de modelagem, inserção de dados de entrada, configuração, e simulação no EnergyPlus, por meio de simulações comparativas, a fim de definir

recomendações para sua operação que resultem em maior grau de confiabilidade da simulação. De maneira geral, os métodos simplificados, tanto de modelagem geométrica (MAZAFERRO *et al.*, 2014), quanto de inserção de dados de entrada (SORGATO *et al.*, 2014), mostraram-se ineficientes em relação aos métodos não simplificados, podendo acarretar em erros que tornam os resultados inconclusivos. Observa-se a concentração dessa categoria nos últimos anos (Figura 7), indicando uma atual preocupação no aperfeiçoamento dos métodos de simulação.

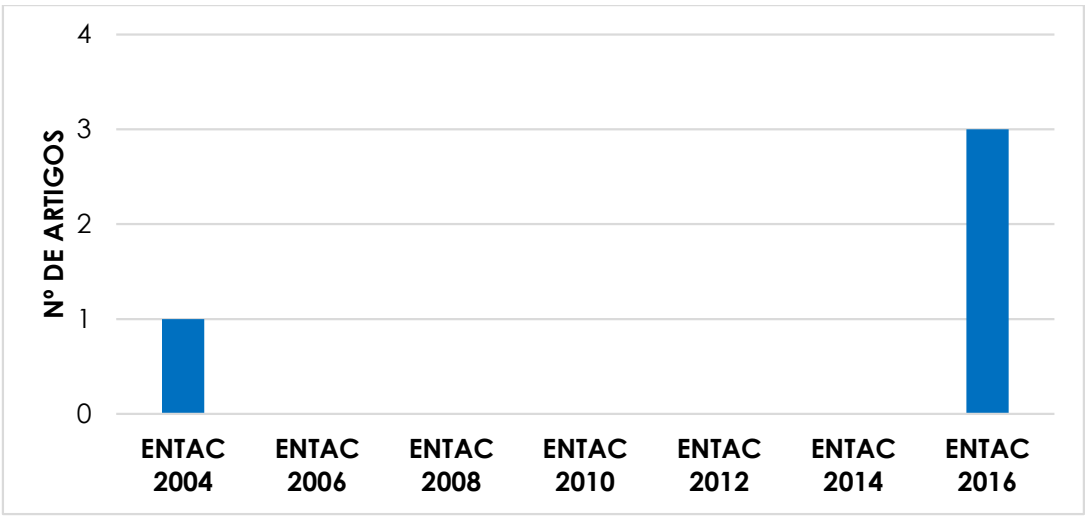
Figura 7 – Cronologia da categoria III entre 2004 e 2016



Fonte: Os autores (2017)

IV. Elaboração de arquivos climáticos: identificam o ano climático de referência (TRY) para elaborar arquivos climáticos utilizáveis em softwares de simulação, dentre eles o EnergyPlus. Destaca-se a pesquisa elaborada por Pereira *et al.* (2004), que detalha sistemicamente o processo de elaboração do arquivo. Pesquisa similar, desenvolvida por Triana, Lamberts e Sassi (2016), foi realizada apenas 12 anos depois (Figura 8).

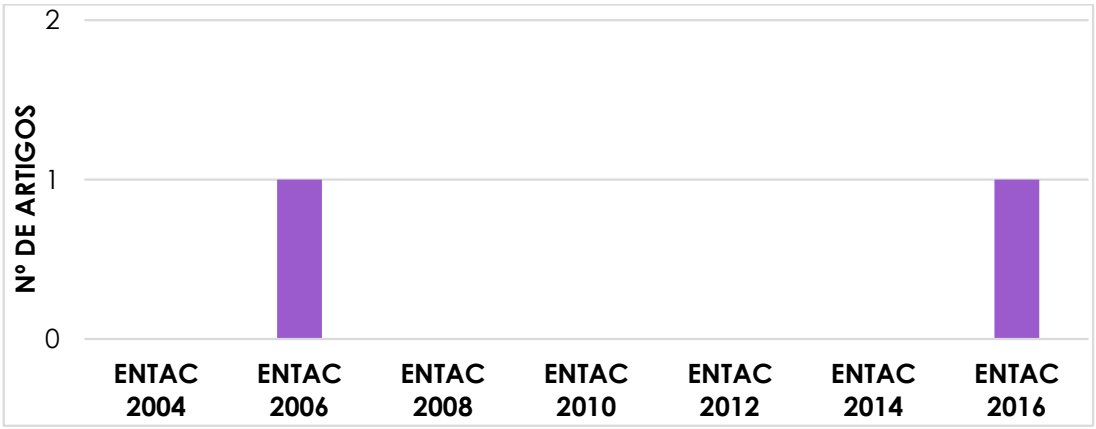
Figura 8 – Cronologia da categoria IV entre 2004 e 2016



Fonte: Os autores (2017)

V. Análise de potencialidades e limitações do software: uma das pesquisas (OLIVEIRA; CUNHA, 2016) avalia sua eficácia como ferramenta de gestão para o controle de consumo de energia elétrica. A outra pesquisa (BUORO *et al.*, 2006), compara sua eficácia à de outra ferramenta de simulação (Tas, disponível em http://www.edsl.net/main/) por meio do método desenvolvido pelo IPT (2004). É importante ressaltar que essa pesquisa foi desenvolvida há mais de 10 anos (Figura 9), quando o software ainda estava em processo de validação. As pesquisas atuais já não se preocupam com essa validação, sendo o software já considerado bastante confiável.

Figura 9 – Cronologia da categoria V entre 2004 e 2016



Fonte: Os autores (2017)

4 CONCLUSÕES

Os resultados desta revisão bibliográfica apontam para uma tendência de maior utilização do software EnergyPlus nos próximos anos, principalmente no âmbito indutivo. Sua maior utilização concentra-se na avaliação de estratégias bioclimáticas, sistemas construtivos, e métodos prescritivos, no que diz respeito às suas influências no desempenho termoenergético da edificação.

Observou-se que o nível de complexidade das pesquisas tem aumentado, e que, nos últimos anos, as pesquisas voltadas para o auxílio na operação do software também têm se intensificado. Entretanto, ainda é necessário maior produção no âmbito da operação do software, para que pesquisadores iniciantes na linguagem de programação possam ter maior apoio para a utilização do EnergyPlus em suas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ALVIM, Leila; MOTTA, Silvio; MAGALHÃES, Aldo; AGUILAR, Maria Teresa. Avaliação do desempenho térmico de uma residência em Formiga – MG utilizando a NBR 15.575. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

AMPARO, Lucas Roquete; SOUZA, Henor Artur de; GOMES, Adriano Pinto. Influência da inércia do solo e da ventilação natural no desempenho térmico: estudo de caso

de um projeto residencial em light steel framing para Belo Horizonte - MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2010, São Paulo. **Anais...** Canela: ENTAC, 2010.

ATAÍDE, Élen Silva; SOUZA, Henor Artur de. Avaliação numérica do desempenho térmico do prédio sede da prefeitura municipal de Mariana - MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2010, São Paulo. **Anais...** Canela: ENTAC, 2010.

AUTODESK. **Perguntas frequentes sobre a descontinuação do Ecotect Analysis.** Disponível em: https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/ecotect-analysis/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/PTB/Ecotect-Analysis-Discontinuation-FAQ.html. Acesso em: Junho de 2018.

BARBOSA, Gabriele L.; ARAÚJO, Mayna L. T. de; SANTOS, Daniela N.; BATISTA, Juliana O. Desempenho térmico de habitações populares em Alagoas: uma aplicação da NBR 15575. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

BATISTA, Juliana Oliveira; PEIXOTO, Ithiane Maria Leite; CAVALCANTE, Kherolyn Ellen Lopes; LIMA, Izabella Medeiros de. Desempenho térmico de habitação multifamiliar do programa Minha Casa Minha Vida em Maceió - AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

BESEN, Priscila; WESTPHAL, Fernando Simon. Uso de vidro duplo e vidro laminado no Brasil: avaliação do desempenho energético e conforto térmico por meio de simulação computacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, São Paulo. **Anais...** Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

BRITO, Adriana C. de; VITTORINO, Fúlvio. Desempenho térmico de pré fabricados de concreto para vedações verticais em seis zonas bioclimáticas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, São Paulo. **Anais...** Fortaleza: ENTAC, 2008.

BUORO, Anarrita Bueno; VOSGUERITCHIAN, Andrea Bazarian; DE BENEDETTO, Gisele Saveriano; VITTORINO, Fulvio. Análise comparativa na simulação de modelo habitacional nos softwares EnergyPlus e TAS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, São Paulo. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006.

CECHINEL, Rodrigo J.; HACKENBERG, Ana M.; TONDO, Gabriela H. Desempenho térmico em habitações de interesse social inseridas na cidade de Joinville e recomendações para melhoria dos parâmetros mínimos construtivos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

CRAWLEY, Drury B.; LAWRIE, Linda K.; WINKELMANN, Frederick C.; BUHL, W.F.; HUANG, Y. Joe; PEDERSEN, Curtis O.; STRAND, Richard K.; LIESEN, Richard J.; FISHER, Daniel E.; WITTE, Michael J.; GLAZER, Jason. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. **Energy and buildings**, v. 33, n. 4, p. 319-331, 2001.

DOERFLER, Marianna A.; KRUEGER, Eduardo L. Avaliação dos impactos termo-energéticos da orientação solar em habitação de interesse social na zona bioclimática 01. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

DÖRFLER, Marianna; KRÜGER, Eduardo. Simulações de desempenho térmico de moradias do PMCMV em diferentes zonas bioclimáticas quanto aos aspectos de implantação, materialidade e sombreamento de aberturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

ENERGYPLUS. Disponível em: https://energyplus.net/. Acesso em: Junho de 2018.

FERREIRA, Camila Carvalho; PEREIRA, Iraci Miranda. Avaliação do desempenho térmico de habitação de interesse social de acordo com a NBR 15575, para as diversas zonas bioclimáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, São Paulo. **Anais...** Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

FREITAS, Julye M. R.; LEITZKE, Rodrigo K.; GIOIELLI, Beatriz. I.; CUNHA, Eduardo G. Análise do impacto de pontes térmicas no consumo de energia em edificações nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ENTAC, 2016.

GARCIA, Thiago dos Santos; PRADO, Racine Tadeu Araujo. Avaliação do conforto térmico dos apartamentos do BNH Castelo Branco da cidade de Santos- SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

GIOIELLI, Beatriz; CUNHA, Eduardo Grala. Estudo do efeito de pontes térmicas em estruturas de concreto armado no desempenho energético de edifício hoteleiro para 6 zonas bioclimáticas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

GOMES, Adriano Pinto; SOUZA, Henor Artur de. Desempenho térmico de edificações residenciais em light steel framing. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, São Paulo. **Anais...** Fortaleza: ENTAC, 2008.

GONÇALVES, Isabel Piúma; TREICHEL, Suzana; CUNHA, Eduardo Grala. Contribuição para o processo de retrofit de edifício de escritórios: eficiência de sistema de proteção solar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

INVIDIATA, Andrea; MELO, Ana Paula; VERSAGE, Rogério; SOUSA, Raquel Fernandes de; LAMBERTS, Roberto. Análise de agrupamento de 411 cidades brasileiras baseado em indicadores de desempenho de edificações residenciais naturalmente ventiladas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

IPT. Relatório Técnico de no. 72.919-205. **Validação de softwares aplicativos para simulação do comportamento técnico de habitações.** Divisão de Engenharia Civil,

Agrupamento de Componentes e sistemas Construtivos. São Paulo, outubro de 2004.

LARA, Valéria Cristina Diniz; ALUCCI, Márcia Peinado. O uso de tecnologias passivas e a eficiência energética no edifício sede dos Correios, em Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, São Paulo. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006.

LIMA, Raoni Venâncio dos Santos. **Modos projetuais de simulação:** uso de ferramentas de simulação térmica no processo projetual de arquitetura. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.- São Paulo: Atlas, 2003.

MATOS, Michele; WESTPHAL, Fernando Simon; SCARDUELLI, Franck Alves; LAMBERTS, Roberto. Análise do desempenho térmico de edificações residenciais através de simulação computacional no EnergyPlus baseada nos requisitos da norma NBR 15220. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, São Paulo. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006.

MAZZAFERRO, Leonardo; SORGATO, Marcio José; MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto. Análise comparativa de modelagem de ático e zonas subterrâneas no programa EnergyPlus. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto. Análise da influência do desempenho térmico dos fechamentos opacos através do balanço térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, São Paulo. **Anais...** Fortaleza: ENTAC, 2008.

MENEZES, Milton Serpa; KALIL, Rosa Maria Locatelli; CUNHA, Eduardo Grala da. Avaliação do desempenho térmico de habitações sociais de passo fundo - RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, São Paulo. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006.

MIZGIER, Martin; PENSO, Emerson. Desempenho térmico de fachadas ventiladas como proposta de retrofit em edifícios comerciais na cidade de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

OLIVEIRA, Liader; SILVA, Antônio César S. B.; PINTO, Mônica Martins. Avaliação dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos da NBR 15220-3, para habitações de interesse social, da zona bioclimática 2. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

OLIVEIRA, Wagner Costa; CUNHA, Eduardo Grala da. Uso da simulação computacional na gestão pública como ferramenta auxiliar para contratação de tarifas de energia elétrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

PEREIRA, Iraci; ALVES, Tatiana; PINHEIRO, Ricardo; ASSIS, Eleonora. Metodologia de tratamento de dados climáticos para inserção em softwares de simulação energética de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENTAC, 2004.

PIRES, Josiane Reschke; GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf; ROOS, Luciana Silva; BRENNER, Bruna Liliane; KERN, Andrea Parisi. Investigação da viabilidade da redução do consumo de energia elétrica em edificações residenciais verticais através de soluções de conforto ambiental passivo - Bento Gonçalves/RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, São Paulo. **Anais...** Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

PIRES, Maíra; WESTPHAL, Fernando. Avaliação do impacto de subcoberturas no desempenho térmico de uma edificação residencial. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

SALES, Elisa M.; BRITO, Adriana C.; AKUTSU, Maria. Efeito de variações no projeto de arquitetura de uma habitação no seu desempenho térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceio: ENTAC, 2014.

SHAVIV, Edna. Design Tools for Bio-climatic and passive solar building. **Solar Energy**, v.67, p.189-204. 1999.

SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane Susan Silva; SCHAEFER, Aline; BALVEDI, Bruna; GHISI, Enedir. Análise de variância em simulação computacional do desempenho térmico de habitações unifamiliares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

SILVA, Priscila Manuela Almeida. **Aplicação do programa EnergyPlus como ferramenta do projecto de comportamento térmico de edifícios de habitação.** Dissertação parcial (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

SILVEIRA, Francisco Massucci; LABAKI, Lucila Chebel. Análise do desempenho térmico para edificações residenciais ventiladas naturalmente através de simulação computacional baseada em abordagem adaptativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, São Paulo. **Anais...** Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

SORGATO, Marcio José; LAMBERTS, Roberto. Análise de sensibilidade dos parâmetros utilizados para a simulação computacional de ventilação natural, no desempenho térmico de uma edificação residencial unifamiliar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, São Paulo. **Anais...** Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

SORGATO, Marcio José; MELO, Ana Paula; MARINOSKI, Deivis Luis; LAMBERTS, Roberto. Análise comparativa entre os resultados de simulações termoenergéticas de edificações sob diferentes condições de entrada das propriedades dos vidros.

In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. Anais... Maceió: ENTAC, 2014.

SOUZA, Camila Rocha de; ARAÚJO, Nicolas de Aquino; SOUZA, Sandra Helena Miranda de; GONÇALVES, Jardel Pereira. Análise das propriedades termofísicas de blocos de concreto através de simulação computacional, visando a otimização do seu desempenho térmico quando adotado na envoltória de edificação na cidade de Salvador - BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

TORRES, Daniela; BATISTA, Juliana. Desempenho térmico de habitação popular no estado de Alagoas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, São Paulo. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014.

TRIANA, Maria Andrea; LAMBERTS, Roberto; SASSI, Paola. Desempenho de habitações de interesse social frente às mudanças climáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

VENÂNCIO, Raoni.; PEDRINI, Aldomar. Investigando o projeto de envoltória: questionário sobre prática arquitetônica e desempenho térmico. XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído (ELACAC). **Anais...,** 2011. Búzios, RJ, Brasil.