

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE DO PROJETO DE ARQUITETURA: OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE UMA EMEI PARA ZONA BIOCLIMÁTICA 2

THALITA DOS SANTOS MACIEL¹; PAULO AFONSO RHEINGANTZ²; EDUARDO GRALA DA CUNHA³

¹Universidade Federal de Pelotas – thalita-maciel@hotmail.com

²Universidade Federal do Rio de Janeiro – parheingantz@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – eduardogralacunha@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa aborda o tema do processo de projeto de arquitetura e aplicação de análise multiobjetivo. Com natureza experimental, está inserida na área de conhecimento das Ciências Sociais Aplicadas e é vinculada à linha de pesquisa Conforto e Sustentabilidade do Ambiente Construído.

O direito de atendimento, em creches e pré-escolas às crianças de zero a cinco anos de idade, foi estipulado como dever do Estado a partir da Promulgação da Constituição Federal do Brasil (BRASIL, 1988). Desde 2007, com a criação do Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância), o Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação (FNDE) é responsável por coordenar o programa, elaborar e disponibilizar os projetos-padrão de arquitetura e complementares.

Segundo Kowaltowski (2011), a prática da padronização é comum em instituições públicas que visam a otimização no custo da obra e no tempo de elaboração do projeto. Nessa situação, os projetos-padrão tornaram-se referência para a concepção dos espaços e ambientes de educação infantil. Contudo, adotar essa sistematização em um país de dimensões continentais pode acabar resultando em problemáticas de conforto ambiental, refletindo diretamente no desempenho de aspectos pedagógicos e funcionais.

Por consistir na interface entre o interior e exterior da edificação, o envelope construtivo deve apresentar capacidade de adaptação ao meio inserido, evitando um possível desempenho insatisfatório. Logo, para ser considerada qualitativa, a arquitetura deve responder simultaneamente à eficiência energética e às necessidades de conforto do usuário.

Diante desse contexto, a preocupação com o desempenho das edificações tem ganho destaque no país e originado transformações significativas nos setores da construção civil. Nos últimos anos, inovações tecnológicas buscam propostas para o desenvolvimento de uma nova geração de edifícios, averiguando a capacidade de manter parâmetros otimizados às possíveis mudanças de condições do meio (VERGAUWEN et. al., 2013). A parametrização da forma aliada às técnicas de simulação computacional, por exemplo, é capaz de integrar o processo de projeto com parâmetros baseados em desempenho. Para isso, o ambiente construído é considerado como um sistema, altamente complexo e com muitos subsistemas interdependentes.

No entanto, a parametrização não se trata de um processo totalmente iterativo, o que pode acabar omitindo a descoberta de soluções ótimas, já que, apresenta soluções de desempenho não lineares. Porém, a associação à otimização baseada em simulação (OBS) pode ser o caminho para alcançar projetos de edificações com melhor desempenho (FONSECA et. al., 2017).

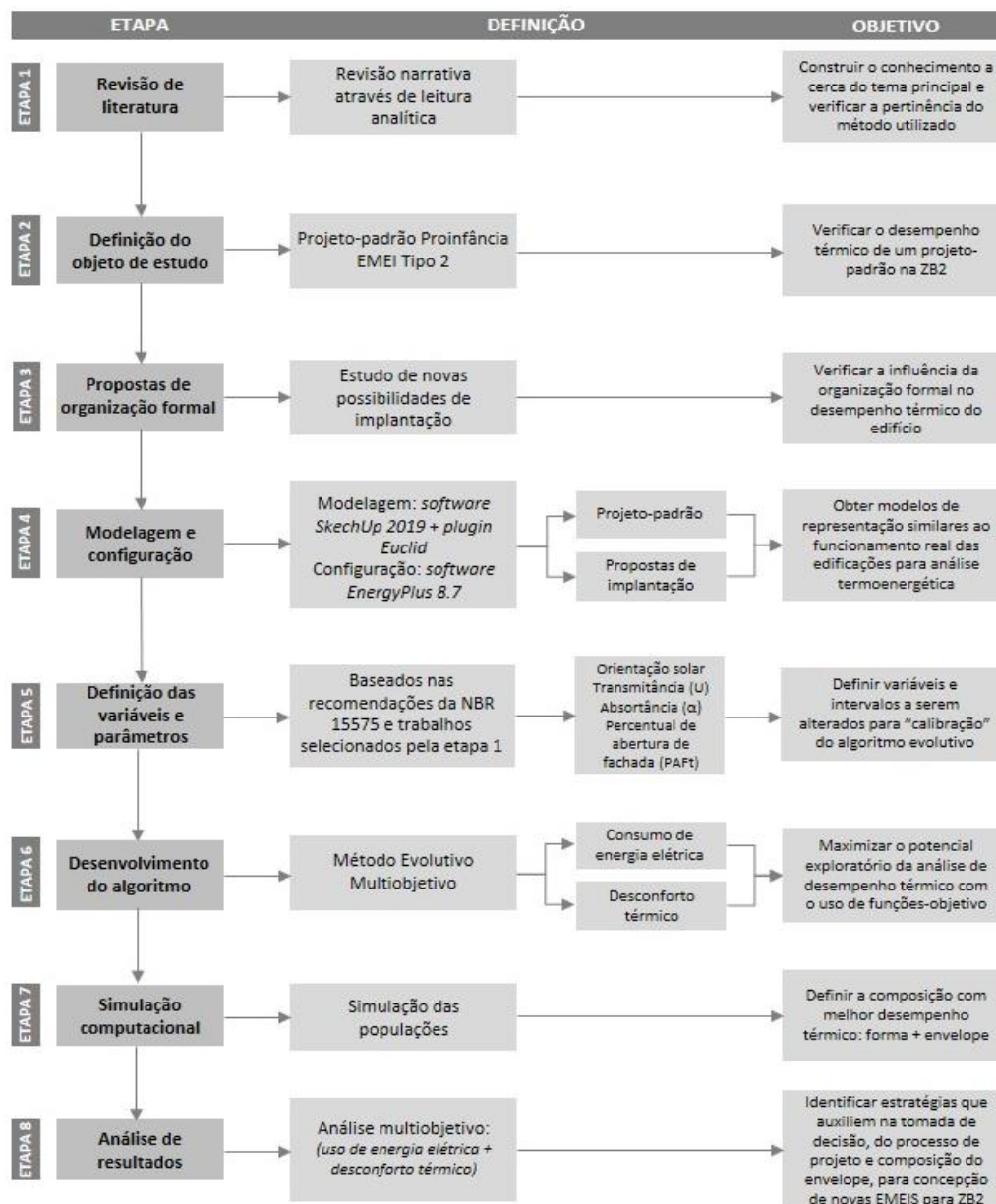
Na OBS, busca-se uma estratégia que passe a atender mais adequadamente a um objetivo específico já determinado. Para isso, a análise multiobjetivo é utilizada na definição de resultados relevantes, com a aplicação de duas ou mais funções-objetivo que possam auxiliar na análise de comportamento do objeto de estudo (MIETTINEN, 2012). Os algoritmos evolutivos são utilizados em grande maioria dos estudos baseados em otimização (EVINS, 2013) e surgiram como vertente da Programação Evolutiva (FOGEL, 1962), fundamentados nos mesmos princípios da evolução natural das espécies.

Nessa circunstância, considera-se necessário o estudo de uma nova cultura de projeto, não exatamente transitória, no sentido de determinar uma futura substituição dos métodos tradicionais. Mas sim, uma cultura paralela, por se entender evidente a potencialização mútua no âmbito de cada método (VASCONSELOS et. al., 2014). Isso evidencia o incontestável fato de que o estudo da forma é essencial para analisar as organizações do espaço arquitetônico (CHING, 2013) e também sua provável influência no desempenho térmico do envelope.

O resumo apresenta o desenvolvimento de uma pesquisa em andamento, como parte do estudo para uma dissertação de mestrado. Possui como objetivo geral a investigação de estratégias que auxiliem na tomada de decisão, das etapas iniciais do processo de projeto à composição do envelope, para concepção e implantação de novas Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEI) na zona bioclimática 2. Para isso, serão aplicados princípios de inteligência artificial com o desenvolvimento de um algoritmo genético evolutivo multiobjetivo que permita a otimização das variáveis definidas para caracterização do desempenho da edificação.

2. METODOLOGIA

Seguindo o método experimental, o trabalho será desenvolvido em oito etapas (Figura 1): (i) revisão de literatura; (ii) definição do objeto de estudo, utilizando o modelo de projeto-padrão de uma EMEI correspondente ao tipo 2, considerando a tipologia das EMEIs Proinfância com que Pelotas/RS foi contemplada; (iii) estudo de novas propostas de organização formal, com o objetivo de investigar a influência da forma no desempenho térmico do edifício; (iv) modelagem e configuração, realizadas com o apoio de *softwares* como *SketchUp*, *EnergyPlus* e *plugin Euclid*; (v) desenvolvimento do algoritmo, de método evolutivo multiobjetivo com o uso de duas funções-objetivo; (vi) definição das variáveis e parâmetros, os quais serão alterados para análise multiobjetivo; (vii) simulação computacional e (viii) análise de resultados, onde serão consideradas como funções-objetivo para análise o consumo de energia elétrica e o desconforto térmico.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento, a etapa de revisão de literatura (etapa 1) está sendo desenvolvida em conjunto com o estudo para definição das propostas de organização formal (etapa 3). Como resultado, espera-se identificar propostas de projeto que sejam coerentes às necessidades de implantação para ZB2, evidenciando as dificuldades de inserção de um único projeto-padrão em todo país. Sobretudo, pretende-se que a pesquisa demonstre a aplicabilidade de um método que una os conceitos de projeto e inteligência artificial, já que, o ato de projetar é imprevisível e a análise multiobjetivo possibilita predefinições a partir do estudo de múltiplas alternativas, o que torna o processo mais preciso.

Para investigação da aplicação de um algoritmo evolutivo multiobjetivo, um estudo-piloto foi realizado com uma Habitação de Interesse Social unifamiliar (HIS). Os parâmetros alterados foram as transmitâncias térmicas $[W/(m^2.K)]$ da parede externa, cobertura e piso, orientação solar e absortância das paredes externas e cobertura. Foram consideradas como funções-objetivo a intensidade do uso de energia elétrica e o desconforto térmico.

Nos resultados, ao considerar um recorte dos indivíduos de 1%, os mesmos indicaram uma transmitância térmica média $[W/(m^2.K)]$ de 0,75, 0,64 e 2,54 para paredes, cobertura e piso, respectivamente. Além disso, apontaram também à utilização de cores mais escuras (absortância alta), tanto para paredes quanto para cobertura, e orientação do maior eixo do edifício voltado para norte, nordeste e noroeste, demonstrando a aplicabilidade do método.

4. CONCLUSÕES

Espera-se que o trabalho possa demonstrar a finalidade de aplicação de inteligência artificial aos projetos de arquitetura. A definição de estratégias, para concepção e implantação, de projetos de EMEIS adequados à ZB2, possibilitará o estudo de edifícios com o menor consumo de energia possível e um melhor desempenho térmico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial curricular nacional para a educação infantil**. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. — Brasília: MEC/SEF, 1998.

CHING, F. D. K. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2013.

EVINS, R. A Review of Computational Optimisation Methods Applied to Sustainable Building design. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 22, p. 230-245, 2013.

FONSECA, L. P. G. *et al.* Otimização multiobjetivo das dimensões dos ambientes de uma residência unifamiliar baseada em simulação energética e estrutural. **Ambiente Construído**, v. 17, n.1, p 267-288, 2017.

FOGEL, L. J. **Autonomous automata**. Industrial research, v. 4, p. 14-19, 1962.

KOWALTOWSKI, D. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MIETTINEN, K. **Nonlinear multiobjective optimization**. Springer Science & Business Media, 2012.

VASCONSELOS, T. B. *et al.* **A parametrização como experiência prévia para a estruturação de métodos projetuais em arquitetura**. In: SIGRADI 2014 XVIII Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital, 2014, Montevideo. Design in freedom. Montevideo: Manuel Carballa, 2014. v. 1. p. 295-301.

VERGAUWEN, A. *et al.* **Parametric design of adaptive shading elements based on Curved-line Folding**. In: Proceedings of the First Conference Transformables. Editorial Starbooks, 2013. p. 337 - 342.