

## **A UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS PARA OTIMIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES RELACIONADAS AO CONSUMO ENERGÉTICO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS.**

RODRIGO KARINI LEITZKE<sup>1</sup>; ANDERSON PRIEBE FERRUGEM<sup>2</sup>; EDUARDO  
GRALA DA CUNHA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [rkleitzke@inf.ufpel.edu.br](mailto:rkleitzke@inf.ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ferrugem@inf.ufpel.edu.br](mailto:ferrugem@inf.ufpel.edu.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardogralacunha@yahoo.com.br](mailto:eduardogralacunha@yahoo.com.br)

### **1. INTRODUÇÃO**

Existe hoje uma crescente preocupação com o nível de conforto dos usuários e, principalmente, com o consumo desnecessário de energia de edificações mal projetadas ou construídas com materiais não adequados. Tais situações criam a necessidade de que pesquisas relacionadas ao assunto, sejam discutidas e implementadas com maior frequência.

Para avaliar todas as possibilidades de lidar com o problema do conforto térmico e consumo energético, as simulações e aplicações computacionais se tornaram aliadas das pesquisas relacionadas ao conforto e consumo de energia.

A utilização de simulações proporcionam uma análise detalhada dos casos de testes gerados, já que com os resultados obtidos, é possível obter dados que garantam edificações mais eficientes energeticamente.

As simulações trabalhadas neste trabalho são realizadas nos arquivos gerados pelo software DesignBuilder, cada situação de teste passa por uma análise em algoritmos desenvolvidos na linguagem de programação Python, especialmente implementados para facilitar o processo de criação das variações utilizadas nos materiais, criando um caso de teste para cada conjunto destas variações. Outra característica da análise algorítmica dos casos de teste é otimizar a produção das variações, visto que para um conjunto extenso de modificações nos materiais utilizados, a automação presente no algoritmo garante que o trabalho necessário para quem irá criar o conjunto dados para testes, e posteriormente analisar os resultados, será feito de maneira simplificada.

Após a geração dos arquivos a serem estudados, o software EnergyPlus U.S realiza as simulações através de uma análise que mede o desempenho térmico e energético das edificações. Os dados utilizados para as simulações são as saídas obtidas através do DesignBuilder em conjunto com os arquivos gerados pelos Algoritmos em Python.

A utilização da linguagem de programação Python para as aplicações necessárias nas edificações, foi definida através da utilidade da linguagem em pesquisas acadêmicas em um âmbito geral (COELHO, 2007), bem como a simplicidade na questão de sintaxe e facilidade para o desenvolvimento do código. A linguagem possui características simples para o entendimento e análise, facilitando a comunicação entre diferentes áreas de pesquisa que utilizem os algoritmos implementados para a pesquisa em questão.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em três etapas, sendo a primeira parte referente a criação das edificações iniciais, criando os casos de testes base para a criação das demais variações que possam ser necessárias para uma melhor análise do desempenho energético. Neste trabalho, estão sendo estudados dois edifícios residenciais, um utilizando o conceito de pontes térmicas nos materiais das paredes e outro sem a utilização de pontes térmicas.

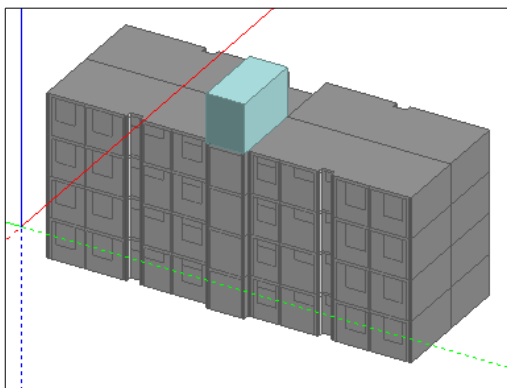


Figura 1: Um dos edifícios residenciais gerado pelo software DesignBuilder, utilizado como caso base para simulações.

Em seguida, são desenvolvidos os algoritmos utilizados para otimizar o processo de simulação, nestes algoritmos são criados os arquivos que alteram as propriedades térmicas da edificação de acordo com os dados presentes na tabela a seguir.

Cerâmica para casos sem Pontes Térmicas		
Casos analisados	Thickness (Espessura)	Solar Absorptance (Absortância solar)
Casos de 1 – 4	4cm	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente
Casos de 5 – 8	6cm	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente
Casos de 9 – 12	8cm	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente
Casos de 12 – 15	10cm	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente

Tabela 1: Alterações realizadas em cada caso de testes no Material Cerâmica da parede nos casos de testes sem Pontes térmicas.

Aglomerado para casos com Pontes Térmicas		
Casos analisados	Thickness (Espessura)	Solar Absorptance (Absortância solar)
Casos de 17 – 20	15cm	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente
Casos de 21 – 24	17cm	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente
Casos de 25 – 28	20cm	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente
Casos de 29 – 32	11	2cm, 4cm, 6cm e 8cm, respectivamente

Tabela 2: Alterações realizadas em cada caso de testes no Material Aglomerado da parede nos casos de testes sem Pontes térmicas.

O processo de implementação dos algoritmos para criação dos casos de testes utilizando a linguagem Python com suas variações, deu-se através de uma análise de ocorrência dos arquivos gerados inicialmente (arquivos bases disponibilizados pelo DesignBuilder). Para as variações de espessura e absorvância solar da parede foram definidos os materiais que seriam utilizados para avaliação. No caso com pontes térmicas, as alterações se deram no material aglomerado presente em cada caso de teste. Já nos casos sem pontes térmicas, as mudanças foram feitas na cerâmica.

Os algoritmos se baseiam em um conjunto de buscas pelos materiais e suas propriedades que precisam ser alteradas.

Após a primeira busca que visa encontrar o material, é feita uma nova busca, desta vez procurando propriedades que desejamos alterar no material encontrado. Tendo conhecimento da localidade das informações que precisam ser alteradas, é acionado o método replace (PRZYWÓSKI, 2015), presente na biblioteca padrão da linguagem de programação Python 3.0 (PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2009). Inicializado dentro da execução, o método replace recebe como parâmetros os dados antigos relacionados ao material, e o dado que deverá ser atualizado. Desta forma, conseguimos atualizar qualquer propriedade que proporcione uma alteração interessante para análise, de maneira prática e em tempo reduzido se comparado a alterações manuais (sem auxílio computacional).

Por fim, são realizadas as simulações no software EnergyPlus U.S., neste são recebidos dois parâmetros, sendo o primeiro um dos testes gerados pelo algoritmo com as alterações das propriedades de materiais já realizadas, e o segundo um arquivo bioclimático (AJUDA DO PROF. EDUARDO).

Os resultados gerados são apresentados através de um arquivo HTML (*HyperText Markup Language*) (W3C, 2014), que demonstra uma análise completa do consumo de energia do caso testado. Para cada caso de teste, é feita uma simulação e uma análise, visando comparar quais das situações obteve melhor desempenho de acordo com arquivos climáticos utilizados e dos contextos nos quais foram simulados (utilização ou não de pontes térmicas).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diálogos referentes aos casos de edifícios residenciais visa de uma maneira geral, a comparação entre os casos de testes que utilizam a edificação com e sem pontes térmicas.

Para critério de comparações entre as duas situação de testes, foram utilizadas 8 zonas bioclimáticas, para representação da zona bioclimática 1 o arquivo utilizado foi referente a cidade de Curitiba, para zona 2, a cidade de Santa Maria, para zona 3, a cidade de Florianópolis, para zona 4, a cidade de Brasília, para zona 5, a cidade de Vitória da Conquista, para zona 6, a cidade de Campo Grande, para zona 7, a cidade de Cuiabá, e finalmente para zona 8, a cidade de Manaus.

Em cada zona, foram simulados os 32 arquivos citados anteriormente, sendo os 16 primeiros, referentes aos casos de testes sem pontes térmicas, e os 16 restantes, referentes aos casos de testes com pontes térmicas. Totalizando 256 simulações (o produto de 32 casos por 8 zonas bioclimáticas).

Para cada zona bioclimática foram geradas as tabelas referentes aos 16 casos testados e gráficos de caixa que permitem uma análise de ocorrência precisa em critérios de comparações entre características semelhantes (DAWSON, 2011).

A etapa final da pesquisa busca a comparação com a utilização de gráficos de ocorrência que analisam os valores obtidos como resultados das simulações em cada gráfico de caixa gerado anteriormente (dos 32 casos possíveis), desta forma é possível obter uma comparação nítida dos resultados, tendo como respostas as situações em que a utilização ou não, de pontes térmicas nas paredes de edifícios residenciais, será interessante para um determinado contexto apresentado pela zona bioclimática em questão.

#### 4. CONCLUSÕES

Analisando a presente etapa do projeto, que se encontra no término das simulações, já é possível observar padrões nos resultados que estão sendo gerados. Desta forma, através de uma análise mais detalhada e completa dos resultados, será possível definir de maneira conclusiva os desempenhos obtidos com e sem a utilização de pontes térmicas nas paredes dos edifícios residenciais testados em cada zona bioclimática.

Salienta-se também, a praticidade proporcionada pela implementação dos algoritmos como ferramenta facilitadora para o aumento do desempenho de produção da pesquisa, e economia no tempo para geração das situações criadas.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, F. C. **Computação Científica com Python**. Petrópolis - RJ: Edição do autor, 2007.

DAWSON, R. How Significant Is A Boxplot Outlier?. **Journal of Statistics Education**, Saints Mary's University, v.19, n.2, 2011.

**HTML, The Web's Core Language**. W3C Online, 26 jan. 2014. Acessado em 4 jul. 2015. Online. Disponível em: <http://www.w3.org/html/>.

**Replace**. Python-reference, Reino Unido, 02 fev. 2015. Acessado em 06 jul. 2015. Online. Disponível em: <http://pythonreference.readthedocs.org/en/latest/docs/str/replace.html>.

**Python v3.0.1 Documentation**. Python-reference, 14 fev. 2009, Acessado em 3 jul. 2015. Online. Disponível em: <https://docs.python.org/release/3.0.1/>.