

## REDES NEURAIS APLICADA NA AUTOMAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA ENERGETICAMENTE EFICIENTE

FRANCO, Muriel<sup>1</sup>; FERRUGEM, Anderson<sup>2</sup>; SILVA, Antônio César da<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFPEL, Ciência da Computação; <sup>2</sup>UFPEL, CDTEC; <sup>3</sup>UFPEL, FAURB.

[mffranco@inf.ufpel.edu.br](mailto:mffranco@inf.ufpel.edu.br); [ferrugem@inf.ufpel.edu.br](mailto:ferrugem@inf.ufpel.edu.br); [acsbs@uol.com.br](mailto:acsbs@uol.com.br).

### 1 INTRODUÇÃO

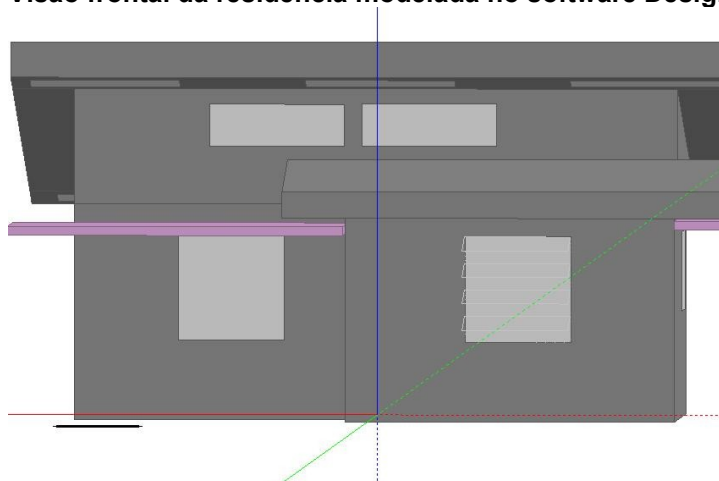
Este trabalho utiliza redes neurais na automação de uma residência energeticamente eficiente. A rede neural é uma técnica da inteligência artificial que visa trabalhar no processamento de dados de maneira semelhante ao cérebro humano, pode ser interpretada como um esquema de processamento capaz de armazenar conhecimento baseado em aprendizagem e disponibilizar esse conhecimento para a aplicação em questão.

Com a rede neural podemos criar um controle para a abertura e fechamento de seis janelas existentes a fim de estabelecer no interior da residência um estado de conforto térmico, baseado no Voto Médio Estimado (PMV) descrito por Fanger, que traduz a sensibilidade humana ao frio e a calor em um valor numérico, podendo variar entre o intervalo de -3 a 3. Quanto mais aproxima-se de zero melhor é o conforto térmico do ambiente. O cálculo do PMV baseia-se nas seguintes variáveis: temperatura média radiante, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura do ar, atividade física e vestimenta dos indivíduos da região

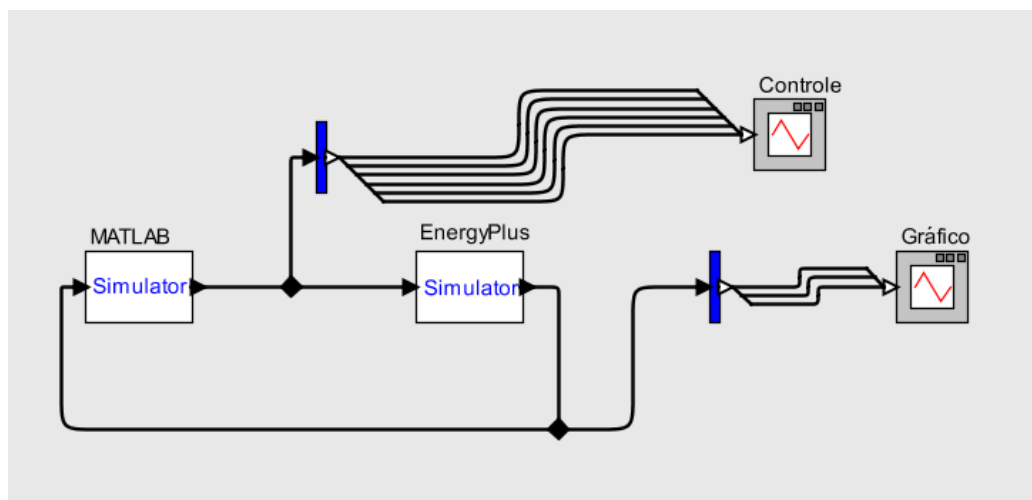
### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

A residência foi modelada utilizando o Software Design Builder como mostrado na Fig. 1 e então é gerado um Input Data File (IDF) que é um arquivo de entrada para o Energy Plus com todos os dados da construção. Foi utilizado o Building Virtual Test Bed (BCVTB), o qual possibilita a conexão em tempo de simulação entre modelos desenvolvidos através do Energy Plus e outros softwares, como o Matlab, visto na Fig. 2. O Matlab foi escolhido por já possuir módulos implementados para redes neurais multicamadas backpropagation, chamada Neural Toolbox.

Figura 1: Visão frontal da residência modelada no software Design Builder.



**Figura 2: Interface do controle no software BCVTB.**



Com a interface do BCVTB fazendo a conexão entre o Matlab e Energy Plus foi desenvolvida uma rede neural visando criar um controle otimizado das janelas da residência, utilizamos a definição de rede neural multicamada backpropagation. Que consiste na técnica de reajuste dos pesos da rede. Para cada propagação feita na rede, os pesos são ajustados na ordem contrária a propagação, utilizando como base os valores encontrados na camada de saída e o valor esperado. este modelo foi usado como referência por se tratar de um modelo simples e por atender todas necessidades requeridas quanto a capacidade de aprendizado.

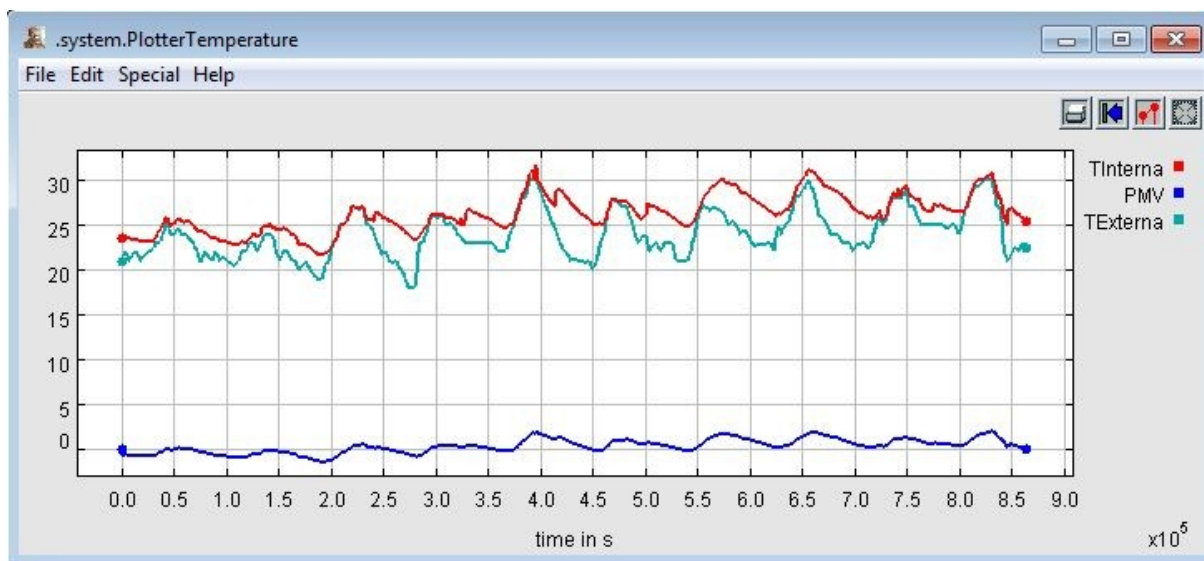
Através da simulação do Energy Plus dividimos os melhores resultados obtidos em dois grupos denominados respectivamente entrada e saída. Os dados climáticos temperatura externa, ponto de orvalho, direção e difusão solar, velocidade e direção do vento e pressão atmosférica são as entradas e os estados das janelas, aberto e fechado, são as saídas para o aprendizado da rede.

O treinamento da rede neural se dá através de uma função da ferramenta Neural Network Toolbox disponibilizada pelo Matlab chamada newff, a qual constrói uma rede neural do tipo multicamada backpropagation. Após o treinamento executamos o controle, os dados são simulados no Energy Plus e enviados para o Matlab que utiliza o conhecimento da rede neural para definir o melhor estado da janela para determinado momento, os resultados são mostrados em gráficos e enviados ao Energy Plus novamente, este processo é feito para todas horas e dias de um mês previamente definidos.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao terminar a simulação obtivemos um Fanger PMV muito próximo de zero, isso indica que foi obtido melhoras consideráveis no controle utilizando redes neurais. A Fig. 3 nos mostra um gráfico com os dados climáticos durante a simulação com o controle já ativo. Em vermelho temos a temperatura interna da residência, em verde a temperatura externa e em azul podemos observar o comportamento do PMV, que se manteve próximo do conforto térmico durante a maior parte da simulação, consequência do controle aplicando a abertura e fechamento das janelas conforme o conhecimento da rede neural.

Figura 3: Gráfico criado pelo BCVTB ao final da simulação.



A definição da rede multicamada backpropagation se mostrou a melhor opção para nosso controle, sua simplicidade e capacidade de aprendizado nos permitem a partir de então criar controles mais complexos mantendo-a como referência. Com o controle criado implementaremos outras técnicas de inteligência artificial como lógica difusa e também um controlador PID a fim de alcançar o conforto térmico.

#### 4 CONCLUSÃO

Com base na simulação podemos observar que foi fundamental a utilização da rede neural para aproximar-se do conforto térmico e com isso criar um controle bastante eficiente e simples que nos permitirá no futuro economizar energia na utilização de equipamentos de ventilação e aquecimento apenas controlando a abertura e fechamento das janelas durante o dia e noite de modo que a temperatura ambiente seja sempre agradável ao ser humano.

Com os resultados satisfatórios do controle obtidos através das redes neurais, poderemos no futuro criar novas regras de controle e utilizar outras técnicas de inteligência artificial como lógica difusa e também fazer a implementação de um controlador PID a fim de alcançar o conforto térmico.

#### 5 REFERÊNCIAS

FANGER, O. **Thermal Comfort – Analysis and application in environmental engineering**. Copenhagen, 244 p., 1970.

HAYKIN, Simon. **Redes Neurais: Princípios e Práticas**. 2 ed, 900p., 2007.

LAMBERTS, R. Dutra, L., Pereira, F.O.R., **Eficiência Energética na Arquitetura**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Laboratório de Conforto Ambiental, 1997

ABREU, Ana Lúcia Papst de. **Método Estimativo da Temperatura Interna de**

**Edificações Residenciais em Uso.** Florianópolis, 2004.

LUGER, George F. **Inteligência Artificial: Estruturas e Estratégias Para a solução.** 4 ed., 776 p., 2004.

MEDVEDOVSKI, Eduardo. **Técnicas de inteligência artificial aplicadas a um dispositivo de aquecimento natural para ambientes.** 2010. Dissertação – Bacharelado em Ciência da Computação - CDTEC, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Dezembro.