

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DE UMA EDIFICAÇÃO COM ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Thayane Lodete Bilésimo – thayanebilesimo@gmail.com

Giuliano Arns Rampinelli – giuliano.rampinelli@ufsc.br

Roderval Marcelino – roderval.marcelino@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde

Resumo. *O aumento do consumo de energia no contexto da sociedade atual provoca impactos ambientais, econômicos e sociais. A otimização do consumo energético no setor de edificações é de fundamental importância, uma vez que este setor é um dos maiores consumidores finais de energia, não só em âmbito nacional, mas também mundial. Um dos problemas do setor no país é a falta de preocupação com o desempenho termoenergético das edificações desde a fase de projeto. Neste sentido, a arquitetura bioclimática surge como uma opção para melhorar o desempenho termoenergético das edificações, melhorando o conforto térmico dos usuários e proporcionando redução do consumo de energia. Existem inúmeras estratégias bioclimáticas que podem ser aplicadas de acordo com a zona bioclimática em que a edificação se encontra. O Brasil, devido a sua grande extensão territorial, possui regiões com diferentes climas, e de acordo com a NBR 15220 pode ser dividido em oito zonas bioclimáticas. O presente trabalho tem por objetivo comparar o desempenho termoenergético de uma edificação bioclimática com outra sem o uso de estratégias bioclimáticas, situadas na zona bioclimática 2. Foram avaliados os impactos que as estratégias bioclimáticas apresentam sobre o consumo de energia das edificações, especialmente no que se refere a climatização de ambientes. A análise foi feita por meio do software eQUEST, e mostrou que a edificação bioclimática apresenta maior estabilidade térmica e menor consumo anual de energia, tanto para resfriamento quanto para aquecimento. Com isso, evidenciou-se a importância de levar em consideração, desde a fase de projeto, o entorno em que a edificação se encontra, visando otimizar seu desempenho.*

Palavras-chave: *Arquitetura bioclimática, Simulação termoenergética, Consumo de energia.*

1. INTRODUÇÃO

O atual modelo energético global é insustentável em termos sociais, econômicos e ambientais. Devido aos impactos envolvidos na produção e consumo de energia, é necessário que haja o gerenciamento da demanda e dos recursos, visando atingir a eficiência energética (Mena et al., 2014).

O setor de edificações é um grande consumidor de energia em âmbito mundial. Neste sentido, o uso de técnicas de arquitetura bioclimática se apresenta como uma forma inteligente de construir edificações mais eficientes energeticamente. Tais técnicas contribuem para atingir o conforto térmico no interior da edificação por meio da interação energética entre esta e as condições climáticas do meio em que se encontra (Manzano-Agugliaro et al., 2015; Missoum et al., 2016).

Estima-se que cerca de 70% do uso final de energia nas edificações seja destinado ao consumo com sistemas de condicionamento de ar e iluminação artificial (Rupp et al., 2015). A utilização de estratégias passivas pode auxiliar na redução do consumo energético das edificações, além de promover melhoria no conforto térmico dos usuários. Entre as estratégias mais comuns estão o aproveitamento de ventilação e iluminação natural, escolha adequada de cores e materiais construtivos, dispositivos de sombreamento, entre outros (Sorgato et al., 2016).

Na União Europeia, existe uma meta de que até 2020 todas as novas edificações utilizem conceitos de arquitetura bioclimática, visando melhorar o desempenho termoenergético e atingir o *status* de edificação autônoma com a instalação de sistemas de geração distribuída (Pacheco e Lamberts, 2013). No Brasil, por outro lado, a adoção de medidas de eficiência energética é facultativa para a maioria das edificações. Até o momento, a etiquetagem de eficiência energética é obrigatória apenas para novos prédios públicos federais, e é feita pelo PBE Edifica (Lopes et al., 2016). Observa-se, assim, que a maioria das edificações brasileiras apresenta desempenho termoenergético insatisfatório (Triana et al., 2015)

Dada a importância do uso eficiente de energia e a contribuição da arquitetura bioclimática na redução do consumo de energia de uma edificação, o presente trabalho tem como finalidade avaliar o desempenho termoenergético de uma edificação bioclimática localizada na zona bioclimática 2. A modelagem e simulação foram realizadas por meio de um *software* com base nas características construtivas da edificação. A modelagem e simulação para a mesma edificação sem o uso das estratégias bioclimáticas também foi realizada e o desempenho termoenergético das duas edificações foi analisado.

2. ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA, CONFORTO TÉRMICO E CONSUMO DE ENERGIA

Manzano-Agugliaro et al. (2015) destacam que a arquitetura bioclimática busca promover o conforto térmico a partir da interação energética entre a edificação e o meio em que se encontra. Devido a sua importância no conforto térmico e os consequentes impactos no consumo de energia, as estratégias bioclimáticas têm se popularizado e se tornado objeto de vários trabalhos atuais (Missoum et al., 2016).

Existe uma grande variedade de estratégias bioclimáticas, e estas podem ser combinadas a fim de garantir a uma edificação o melhor desempenho termoenergético dentro da zona bioclimática na qual está inserida (Barbosa e Ip, 2016). Em alguns casos, por conta do clima onde a edificação se encontra, as estratégias passivas podem não ser suficientes para garantir o conforto térmico (Castilla et al., 2012), entretanto, elas contribuem para a estabilidade térmica e redução do consumo de energia com sistemas de condicionamento de ar (Damjanovic et al., 2014; Soutullo et al., 2016; Thomsen et al., 2016).

As principais estratégias incluem, de acordo com cada zona bioclimática: orientação da edificação, espessura das paredes, escolha de materiais e cores, dispositivos de sombreamento, aspecto construtivo do telhado, aproveitamento da ventilação e iluminação natural, entre outros. Alguns autores ainda consideram o resfriamento evaporativo e sistemas de aquecimento solar como parte do projeto bioclimático, uma vez que o condicionamento passivo de ar não exige nenhum consumo de energia (Beccali et al., 2017).

Devido a sua grande extensão territorial, o Brasil possui regiões com diferentes características climáticas. Assim, os projetos de edificações deveriam estar de acordo com as necessidades de cada uma das oito zonas bioclimáticas brasileiras (Triana et al., 2015).

De acordo com a NBR 15220, zona bioclimática é uma região homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre o conforto térmico e o ambiente construído (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003). O zoneamento bioclimático brasileiro pode ser observado na Fig. 1.

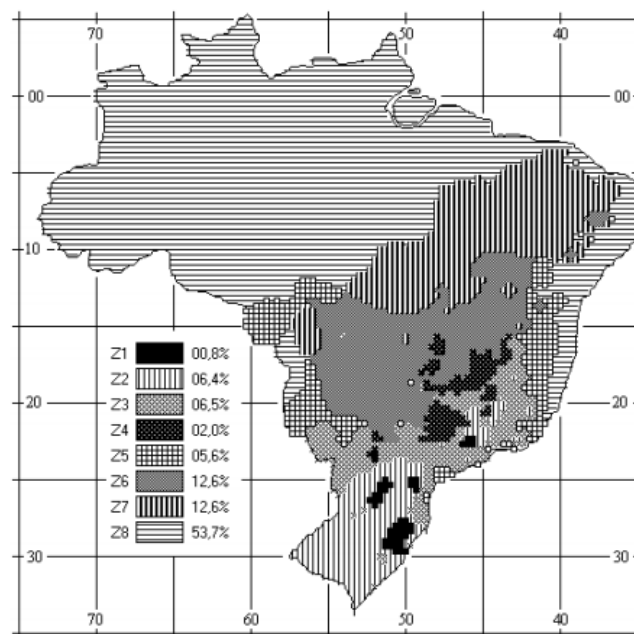


Figura 1- Zoneamento bioclimático brasileiro. Fonte: (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003).

No Brasil, os estudos a respeito dos impactos da arquitetura bioclimática no conforto térmico e consumo de energia concentram-se principalmente nas zonas bioclimáticas 3 e 8 (Sorgato et al., 2016; Triana et al., 2015). Outros trabalhos abordam também, além das duas já citadas, as zonas 1 e 6 (Invidiata e Ghisi, 2016; Silva et al., 2016).

A avaliação do desempenho de uma edificação pode ser feita tanto na fase do projeto, quanto após a edificação ter sido construída. Quando a edificação já está construída, a avaliação pode ser feita por meio de medições das variáveis representativas, como temperatura, umidade, etc. A avaliação na fase de projeto pode ser feita por verificação do cumprimento das diretrizes construtivas ou por simulação computacional (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003). A utilização de *softwares* também auxilia quando se deseja aplicar *retrofit* em edificações que já existem, com a finalidade de avaliar o desempenho das edificações após as mudanças e a viabilidade das mesmas (Thomsen et al., 2016).

Muitos autores utilizam *softwares* para avaliar os impactos das estratégias bioclimáticas no desempenho das edificações, sendo o EnergyPlus e o eQUEST os mais utilizados (Attia e Carlucci, 2015; Chandel e Sarkar, 2015; Silva et al., 2016; Sorgato et al., 2016).

O eQUEST é um *software* de simulação termoenergética, gratuito, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE). Sua utilização é relativamente simples quando comparado ao *software* EnergyPlus, fornecendo resultados com alto grau de precisão (HIRSCH, 2017).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir das características construtivas da Planta Piloto Bioclimática da UFSC – Centro Araranguá (Fig. 2), descritas em Guerra (2016), foi realizada a modelagem da edificação no *software* eQUEST. Devem ser inseridos dados como potência instalada e perfis de ocupação, bem como o arquivo climático do local onde a edificação se encontra. Ao fim da simulação, o programa retorna dados do consumo de energia mensal com cada tipo de carga, ao longo de um ano, bem como dados referentes a temperatura interna.



Figura 2- Planta Piloto Bioclimática. Fonte: do autor.

Os primeiros dados a serem inseridos são os que se referem a localização da planta, informados por meio do arquivo climático. Foi utilizado o arquivo climático da cidade de Araranguá, em Santa Catarina, local onde a edificação se encontra.

Em seguida, foram declaradas as dimensões da edificação e as aberturas. Internamente, a edificação é dividida nas seis áreas listadas na Tab. 1.

Tabela 1- Áreas internas da edificação. Fonte: do autor.

Área	A (m ²)
Área Técnica 1	27,10
Área Técnica 2	13,80
Área Técnica 3	9,20
Corredor	7,50
Sanitário 1	2,55
Sanitário 2	2,55

Com relação às características construtivas, podem ser observados três tipos distintos de parede e dois de cobertura. Os valores do coeficiente global de transferência de calor (U) para cada construção utilizados no *software* estão descritos na Tab. 2.

Tabela 2- Coeficiente global de transferência de calor para cada tipo de construção. Fonte: Adaptado de Guerra (2016).

Construção	U (W/m ² .°C)
Parede 1	0,451
Parede 2	1,665
Parede 3	1,448
Cobertura 1	0,281
Cobertura 2	0,394

Após a modelagem da envoltória da edificação, foram inseridos os dados de densidade de potência de iluminação (DPI) e de equipamentos (DPE) para cada área interna, de acordo com a Tab. 3.

Tabela 3- Densidade de potência para áreas internas. Fonte: Adaptado de Espíndola (2016)

Área	Iluminação			Equipamentos		
	Potência (W)	Quantidade	DPI (W/m ²)	Potência (W)	Quantidade	DPE (W/m ²)
AT 1	55,9	4	8,25	55,0	3	6,09
AT 2	31,9	4	9,25	55,0	7	27,90
AT 3	31,9	3	10,40	-	-	-
Corredor	15,0	3	6,00	-	-	-
Sanitário 1	15,0	1	5,88	-	-	-
Sanitário 2	15,0	1	5,88	-	-	-

Para o cálculo da densidade de potência com equipamentos, foram considerados apenas os computadores dos ocupantes da edificação. Os equipamentos de monitoramento que permanecem ligados durante todo o dia não foram considerados, uma vez que seu funcionamento é independente das condições climáticas e estratégias bioclimáticas. O perfil de ocupação da edificação foi definido como sendo de segunda a sexta, das 8:00 as 18:00, em que apenas 10% da iluminação é utilizada neste período. Em média, dez pessoas ocupam a edificação durante o dia.

Para o sistema de climatização, as temperaturas de acionamento do ar condicionado foram escolhidas com base na zona de conforto da carta bioclimática. Para a umidade relativa de aproximadamente 60%, valor médio adotado para este caso, a temperatura da zona de conforto térmico está entre 18°C e 24°C. Desta forma, foram utilizadas estas temperaturas para o acionamento do ar condicionado para aquecimento e resfriamento, respectivamente. É importante ressaltar que apenas a Área Técnica 1 e a Área Técnica 2 são climatizadas.

Para a edificação sem estratégias adotou-se, para todas as paredes, o coeficiente de transferência de calor de uma parede comum, que corresponde a Parede 2 da edificação bioclimática. Para a cobertura, adotou-se um valor de U igual a 3,73 W/m².°C, referente ao uso de laje maciça. Os demais valores de densidade de potência e temperaturas de funcionamento de ar condicionado foram mantidos iguais para os dois casos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A planta piloto bioclimática localizada no Centro Araranguá da Universidade Federal de Santa Catarina foi modelada no *software* de análise termoenergética. O resultado da modelagem da edificação no *software* pode ser visto na Fig. 3.

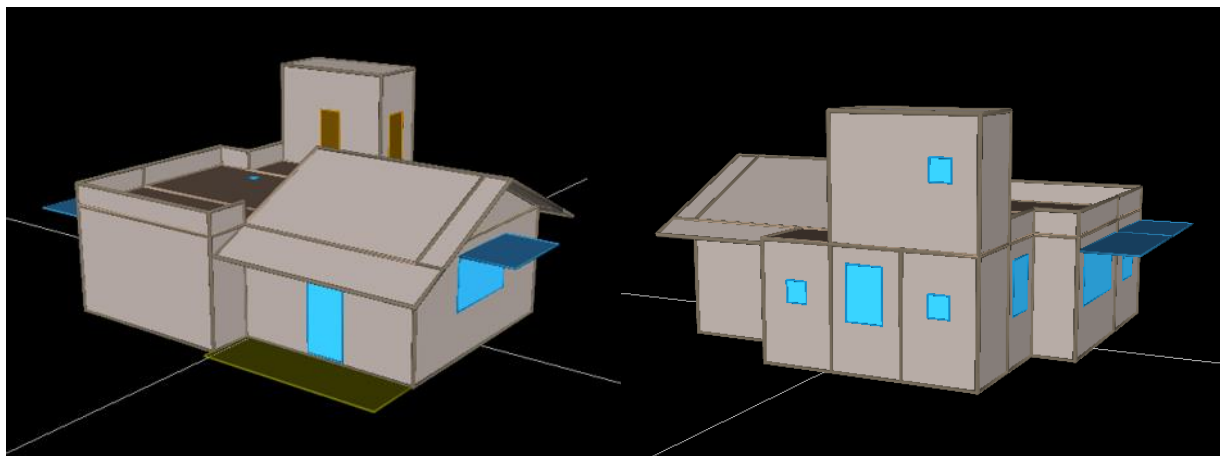


Figura 3- Edificação modelada no eQUEST. Fonte: do autor.

O consumo de energia com iluminação e equipamentos se manteve o mesmo para as duas edificações, uma vez que sua utilização não sofre influência das estratégias bioclimáticas. Estes valores podem ser vistos na Tab. 4.

Tabela 4- Consumo de energia comum às duas edificações, em kWh. Fonte: do autor.

Mês	Iluminação	Equipamentos
Janeiro	13,50	125,70
Fevereiro	12,80	119,40
Março	15,50	144,50
Abril	13,50	125,70
Maio	14,90	138,20
Junho	14,90	138,20
Julho	13,50	125,70
Agosto	15,50	144,50
Setembro	13,50	125,70
Outubro	14,20	131,90
Novembro	13,50	125,70
Dezembro	13,50	125,70
Total	168,80	1570,90

O consumo referente ao condicionamento de ar, entretanto, variou para as duas edificações. A Tab. 5 contém os valores de consumo de energia com resfriamento e aquecimento dos ambientes. O sistema de ventilação mencionado é o responsável por realizar a troca de ar enquanto os equipamentos de climatização estão em funcionamento.

Observa-se que durante quase todos os meses, o consumo de energia com resfriamento é menor na edificação com estratégias, indicando que a temperatura interna se mantém abaixo dos 24°C com mais frequência do que na outra edificação. Durante os meses de junho e julho, entretanto, o consumo com resfriamento é maior na edificação com estratégias. Aliando este dado ao fato de que o consumo com aquecimento é maior na edificação sem estratégias, conclui-se que as temperaturas no interior desta edificação, durante o período mais frio, são mais baixas do que na que faz uso de estratégias bioclimáticas.

Tabela 5- Consumo mensal de energia, em kWh, referente a climatização para as edificações bioclimática e comum. Fonte: do autor.

Mês	Resfriamento		Aquecimento		Ventilação	
	Com estratégias	Sem estratégias	Com estratégias	Sem estratégias	Com estratégias	Sem estratégias
Janeiro	121,10	193,10	0,00	0,00	15,10	27,30
Fevereiro	130,10	214,70	0,00	0,00	15,90	29,80
Março	148,10	235,70	0,00	0,00	18,20	32,50
Abril	91,20	133,20	0,00	2,30	11,20	18,70
Maio	58,90	69,40	1,50	19,50	7,40	11,70
Junho	19,70	14,20	4,30	56,90	2,80	9,00
Julho	13,70	4,40	5,70	59,10	2,20	8,00
Agosto	54,90	64,20	0,80	30,90	6,90	12,10
Setembro	51,30	50,90	0,50	10,00	6,70	8,30
Outubro	78,40	96,60	0,10	2,90	9,90	13,70
Novembro	134,70	199,80	0,00	0,00	16,80	27,80
Dezembro	148,50	251,40	0,00	0,00	18,60	35,50
Total	1050,60	1527,60	12,90	181,60	131,70	234,40

Comparando-se os valores totais para as edificações com e sem estratégias bioclimáticas, observa-se a planta sem estratégias apresentou consumo de energia destinado ao resfriamento cerca de 45% maior do que a edificação bioclimática. Para o aquecimento, o aumento do consumo foi de mais de 400% e cerca de 78% para a ventilação.

Em termos de consumo anual, a edificação sem estratégias apresentou consumo de 3683,30 kWh, enquanto que a edificação bioclimática consumiu 2934,90 kWh, um consumo cerca de 25% menor. A Fig. 4 ilustra o comparativo entre o consumo mensal total de energia das duas edificações.

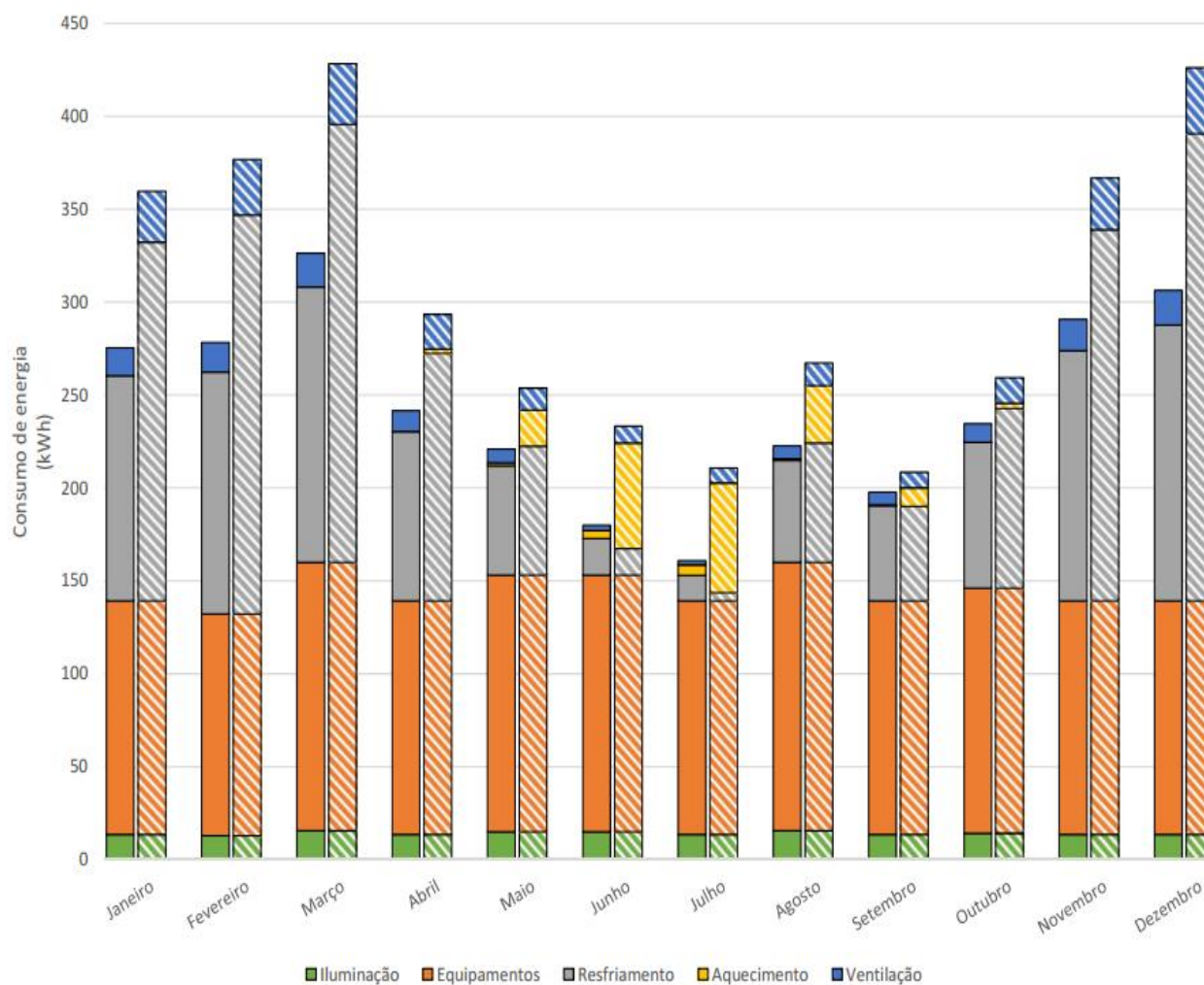


Figura 4- Consumo de energia da edificação bioclimática e da edificação comum (hachurado). Fonte: do autor.

A partir dos relatórios gerados pelo programa, verifica-se que os picos de consumo com a climatização de ambientes também diferem significativamente de uma edificação para outra. Na Tab. 6, estão listados os dias em que ocorrem os picos de consumo na Área Técnica 1, para as duas edificações.

Tabela 6- Picos de consumo com condicionamento de ar na Área Técnica 1, para as edificações com e sem estratégias bioclimáticas. Fonte: do autor.

Estratégias bioclimáticas	Com		Sem	
	Dia	Quantidade (kWh)	Dia	Quantidade (kWh)
Pico de consumo com resfriamento	21-dez	2,04	01-nov	5,26
Pico de consumo com aquecimento	05-jun	0,96	31-jul	3,36
Máximo consumo diário com resfriamento	29-dez	19,06	29-dez	42,27

Os picos de consumo com resfriamento ocorrem as 13h e 14h para as edificações comum e bioclimática, respectivamente. No caso do aquecimento, os horários coincidem para os dois casos, acontecendo as 8h. A diferença entre os dias de maior consumo está em torno de 121%. Para a Área Técnica 2, os picos de consumo podem ser observados na Tab. 7.

Tabela 7- Picos de consumo com condicionamento de ar na Área Técnica 2, para as edificações com e sem estratégias bioclimáticas. Fonte: do autor.

Estratégias bioclimáticas	Com		Sem	
	Dia	Quantidade (kWh)	Dia	Quantidade (kWh)
Pico de consumo com resfriamento	30-mar	2,70	21-dez	4,49
Pico de consumo com aquecimento	05-jun	0,51	05-jun	1,85
Máximo consumo diário com resfriamento	29-dez	24,59	29-dez	39,99

Para esta sala, os picos de consumo com resfriamento acontecem as 12h e 14h, respectivamente, para as edificações bioclimática e comum, e os de resfriamento acontecem as 8h. A diferença entre os dias de maior consumo é de cerca de 62%.

Além da diferença no consumo de energia das duas edificações, observa-se ainda a diferença que existe entre as temperaturas no interior das mesmas. Levando em consideração que as duas edificações são climatizadas e isso interfere na temperatura interna, optou-se por apresentar a diferença média diária mensal entre a temperatura externa e a temperatura no interior das áreas climatizadas.

Tabela 8- Diferença média diária mensal, em °C, entre temperatura interna e externa. Fonte: do autor.

Estratégias	Área Técnica 1		Área Técnica 2	
	Com	Sem	Com	Sem
Janeiro	1,57	1,48	2,30	203
Fevereiro	0,47	0,42	1,19	0,91
Março	0,97	0,66	1,68	1,20
Abril	2,62	1,28	3,19	1,92
Mai	4,02	1,91	4,59	2,69
Junho	5,46	2,74	6,41	3,73
Julho	5,94	2,83	6,79	3,87
Agosto	5,37	2,82	6,04	3,69
Setembro	4,61	2,18	4,94	2,96
Outubro	3,94	2,07	4,37	2,81
Novembro	1,20	0,79	1,93	1,32
Dezembro	1,11	0,90	2,02	1,46
Anual	3,13	1,68	3,80	2,39

A partir dos dados expostos na Tab. 8, percebe-se que a edificação sem estratégias bioclimáticas sofre maior influência das condições climáticas externas, uma vez que a diferença média diária mensal entre as temperaturas é menor que na edificação bioclimática. A diferença maior pode ser observada nos meses mais frios, em que a temperatura interna na edificação bioclimática chega a ser da ordem de 6°C, em média, mais alta que a temperatura externa. Para os meses mais quentes, as diferenças mais altas da planta bioclimática se justificam pelo fato de que as estratégias garantem à edificação maior estabilidade térmica. A edificação comum, por outro lado, possui amplitude térmica maior, especialmente pela ausência de isolamento térmico, e isto implica em uma redução da diferença média diária mensal de temperaturas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visou demonstrar a importância e a influência do uso da arquitetura bioclimática em uma edificação situada na zona bioclimática 2. A modelagem da edificação foi feita no software eQUEST, a partir da qual foram obtidos dados referentes ao desempenho termoenergético da edificação. A avaliação do desempenho foi feita comparando estes dados com os resultados obtidos para uma edificação convencional, também modelada no software. Observou-se que o uso de estratégias bioclimáticas proporcionou redução significativa no consumo de energia da edificação bioclimática, frente à edificação comum. É importante ressaltar que, nesta análise, não foi analisado o aproveitamento da iluminação natural, que também ocasionaria diferenças no consumo de energia com iluminação artificial. A diminuição da necessidade de utilização dos sistemas de condicionamento de ar na edificação bioclimática

indicam que esta consegue manter as temperaturas internas dentro dos limites da zona de conforto com maior frequência. Diante do exposto, pode-se afirmar que a aplicação de estratégias bioclimáticas proporciona benefícios aos ocupantes da edificação, sendo fundamental que esta seja uma alternativa, desde a fase de projeto, para melhorar o desempenho termoenergético deste setor como um todo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à BAESA Energética Barra Grande S.A. e à ENERCAN Campos Novos Energia S.A. pelo auxílio financeiro, e ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade (PPGES) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações.
- Attia, S., Carlucci, S., 2015. Impact of different thermal comfort models on zero energy residential buildings in hot climate. *Energy and Buildings* 102, 117–128.
- Barbosa, S., Ip, K., 2016. Predicted thermal acceptance in naturally ventilated office buildings with double skin façades under Brazilian climates. *Journal of Building Engineering* 7, 92–102.
- Beccali, M., Strazzeri, V., Germanà, M.L., Melluso, V., Galatioto, A., 2017. Vernacular and bioclimatic architecture and indoor thermal comfort implications in hot-humid climates: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82, 1726–1736.
- Castilla, M., Alvarez, J.D., Normey-Rico, J.E., Rodriguez, F., 2012. A nonlinear model based predictive control strategy to maintain thermal comfort inside a bioclimatic building, in: 20th Mediterranean Conference on Control & Automation (MED). IEEE, p. 665–671.
- Chandel, S.S., Sarkar, A., 2015. Performance assessment of a passive solar building for thermal comfort and energy saving in a hilly terrain of India. *Energy and Buildings* 86, 873–885.
- Damjanovic, V.M.C., Burazer, J., Stamenic, M., Cantrak, D., Lecic, M., 2014. Architectural design influences and HVAC systems' measures on energy savings of a high energy demand residential building, in: 3rd International Symposium on Environmental Friendly Energies and Applications (EFEA). IEEE, p. 1–6.
- Espíndola, G. da S., 2016. Simulação energética de uma planta piloto com elementos de arquitetura bioclimática e geração distribuída com sistemas fotovoltaicos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Araranguá.
- Guerra, M. de R., 2016. Projeto e desenvolvimento de uma planta piloto com conceitos de arquitetura bioclimática. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Araranguá, SC.
- Hirsch, J.J., 2017. DOE2.com. <http://www.doe2.com/> (Acesso em outubro 2017).
- Invidiata, A., Ghisi, E., 2016. Impact of climate change on heating and cooling energy demand in houses in Brazil. *Energy and Buildings* 130, 20–32.
- Lopes, A. do C.P., Oliveira Filho, D., Altoe, L., Carlo, J.C., Lima, B.B., 2016. Energy efficiency labeling program for buildings in Brazil compared to the United States' and Portugal's. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 66, 207–219.
- Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F.G., Sabio-Ortega, A., García-Cruz, A., 2015. Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 736–755.
- Mena, R., Rodríguez, F., Castilla, M., Arahál, M.R., 2014. A prediction model based on neural networks for the energy consumption of a bioclimatic building. *Energy and Buildings* 82, 142–155.
- Missoum, M., Hamidat, A., Imessad, K., Bensalem, S., Khoudja, A., 2016. Impact of a grid-connected PV system application in a bioclimatic house toward the zero energy status in the north of Algeria. *Energy and Buildings* 128, 370–383.
- Pacheco, M., Lamberts, R., 2013. Assessment of technical and economical viability for large-scale conversion of single family residential buildings into zero energy buildings in Brazil: Climatic and cultural considerations. *Energy Policy* 63, 716–725.
- Rupp, R.F., Vásquez, N.G., Lamberts, R., 2015. A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy and Buildings* 105, 178–205.
- Silva, A.S., Almeida, L.S.S., Ghisi, E., 2016. Decision-making process for improving thermal and energy performance of residential buildings: A case study of constructive systems in Brazil. *Energy and Buildings* 128, 270–286.
- Sorgato, M.J., Melo, A.P., Lamberts, R., 2016. The effect of window opening ventilation control on residential building energy consumption. *Energy and Buildings* 133, 1–13.
- Soutullo, S., Sánchez, M.N., Enríquez, R., Olmedo, R., Jiménez, M.J., Heras, M.R., 2016. Comparative thermal study between conventional and bioclimatic office buildings. *Building and Environment* 105, 95–103.
- Thomsen, K.E., Rose, J., Mørck, O., Jensen, S.Ø., Østergaard, I., Knudsen, H.N., Bergsøe, N.C., 2016. Energy consumption and indoor climate in a residential building before and after comprehensive energy retrofitting. *Energy and Buildings* 123, 8–16.

Triana, M.A., Lamberts, R., Sassi, P., 2015. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. Energy Policy 87, 524–541.

MODELING AND SIMULATION OF THERMOENERGETIC PERFORMANCE OF A BUILDING WITH BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

Abstract. *The increase of energy consumption in actual society causes environmental, economic and social impacts. The optimization of energy consumption in buildings is very important once it is a large final energy consumer, not only in national level but also worldwide. One problem of this sector in our country is the lack of concern on thermoenergetic performance of buildings since its design. In this context, bioclimatic architecture appears as an option to improve thermoenergetic performance in buildings, improving thermal comfort of users and reducing energy consumption. Many bioclimatic strategies can be applied according to the bioclimatic zone in which the building is located. Brazil has a large territorial extension and regions with different climates, and according to NBR 15220 it can be divided in eight bioclimatic zones. This paper presents the modeling and simulation of the thermoenergetic performance of a bioclimatic pilot plant and of a building without bioclimatic strategies. It were evaluated the impacts that bioclimatic strategies have on building energy consumption, especially on acclimatization. The analysis was made in eQUEST software and revealed that the bioclimatic building has better thermal stability and low annual energy consumption with cooling and heating. Based on that, it is evident the importance of considering, since the design level, the surroundings of buildings aiming optimize its performance.*

Key words: *Bioclimatic architecture, Thermoenergetic simulation, Energy consumption.*