

INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS CONSTRUTIVOS NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA EDIFICAÇÃO – ANÁLISE ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Amanda Fraga Krelling⁵⁷

Ana Mirthes Hackenberg⁵⁸

RESUMO

É visível o crescimento da demanda por projetos de edificações cujo foco abranja não apenas as necessidades fundamentais do homem, mas que compreenda a importância de promover eficiência aos ambientes, de forma a contribuir com a economia dos bens naturais. Neste contexto, é possível identificar uma série de fatores que exercem influência sobre conceitos diretamente ligados à eficiência de uma edificação, o conforto térmico e o consumo energético. Focando no âmbito da energia, este artigo avalia cinco fatores que exercem influência sobre o consumo em um edifício: a orientação da edificação; os materiais de paredes e janelas; a transmitância térmica da cobertura; a eficiência dos condicionadores de ar e a presença de proteções solares nas janelas. A inserção de isolamento térmico nas fachadas e na cobertura exerceu resultado relevante na diminuição do consumo energético dos condicionadores de ar; já as proteções solares nas janelas, destoando de resultados de outros autores, provocaram influência praticamente desprezível. Ao contrário do esperado, a alteração da orientação gerou uma diminuição de apenas 0,85%, considerando-se a pior para a melhor. A maior relevância foi a eficiência dos condicionadores de ar, cujo consumo energético variou cerca de 10,69% com a alteração da eficiência C para A. Os resultados, obtidos por simulação, foram comparados e demonstraram proporção com os parâmetros disponibilizados por outros estudos, o que traz maior segurança sobre os mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética; Parâmetros construtivos; Simulação energética.

1 INTRODUÇÃO

⁵⁷ Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Tecnológicas. E-mail: krellingamanda@gmail.com.

⁵⁸ Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas e professora da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Tecnológicas. E-mail: ana.hackenberg@udesc.br.



O conhecimento do clima, juntamente com os mecanismos de trocas de calor e o comportamento térmico dos materiais permite que seja manipulada a arquitetura, promovendo a incorporação dos dados relativos ao meio ambiente externo, de modo a aproveitar o que o clima apresenta de agradável e amenizar seus pontos negativos (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Durante a elaboração de um projeto, devem ser ponderadas as diversas condicionantes relativas ao entorno, orientação solar, ventos dominantes locais e elementos paisagísticos de modo a tirar o melhor proveito destes fatores, seja para aquecer ou resfriar o ambiente, visando minimizar ou evitar o uso de dispositivos artificiais para condicionamento da temperatura do ar (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2010).

Segundo Corbella e Yannas (2003), a arquitetura sustentável considera o edifício totalmente integrado ao meio ambiente, objetivando o aumento da qualidade de vida do homem no ambiente construído e no seu entorno, integrando as características da vida e do clima locais e o menor consumo de energia compatível com o conforto ambiental, de forma a legar um mundo menos poluído às próximas gerações.

2 METODOLOGIA

Utilizou-se uma planta de edifício composta por três andares com quatro salas de escritórios em cada um, com horário de funcionamento das 8 às 18 horas. O *layout* pode ser observado no Apêndice A. Para esta análise, a edificação foi dividida em zonas, cujo número de ocupantes foi obtido adotando-se uma pessoa a cada 6m², segundo Creder (2004), conforme a Tabela 1. A análise foi dividida em duas etapas:

- Etapa 1: Simulação computacional geral – Análise do desempenho energético de uma edificação configurada sob 48 combinações de características;
- Etapa 2: Simulação computacional específica – Análise do desempenho energético da edificação mais eficiente da Etapa 1, segundo novos parâmetros.

O *software* Domus – Procel Edifica foi escolhido para o desenvolvimento de ambas as etapas, devido ao seu *layout* intuitivo e de fácil compreensão.

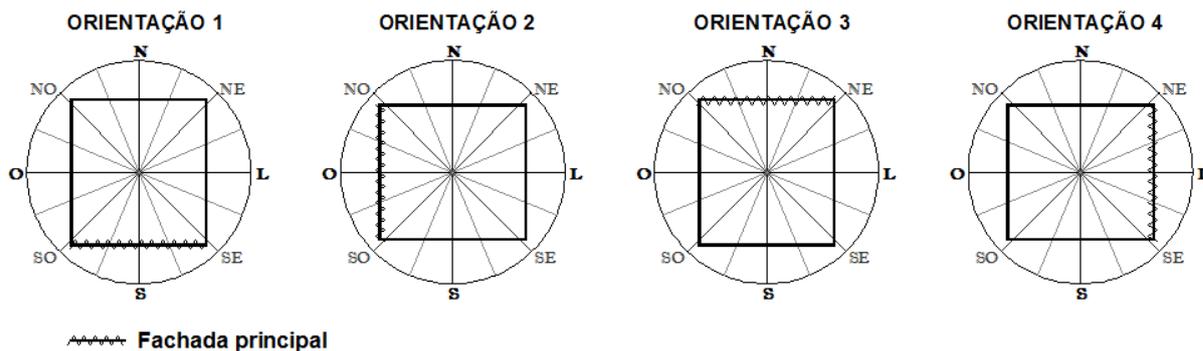
Tabela 1: Edificação dividida por zonas.

	Zona	Ocupação	Nº pessoas
Pavimento térreo	1	Escritório	7
	2	Escritório	5
	3	Escada	0
	4	Escritório	5
	5	Circulação	0
	6	Escritório	6
Primeiro pavimento	7	Escritório	7
	8	Escritório	5
	9	Escada	0
	10	Escritório	5
	11	Circulação	0
	12	Escritório	6
Segundo pavimento	13	Escritório	7
	14	Escritório	5
	15	Escada	0
	16	Escritório	5
	17	Circulação	0
	18	Escritório	6

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Na primeira etapa foram combinadas diferentes configurações de materiais, orientações e eficiências dos climatizadores para a edificação (Tabela 2), observando-se que estas mesmas combinações serão estudadas sob quatro orientações, Sul-Norte, Oeste-Leste, Norte-Sul, Leste-Oeste (Figura 1).

Figura 1: Orientações da edificação.



Fonte: Krelling (2015).

Para cada arranjo estabelecido, efetuou-se uma simulação computacional através do *software* Domus, objetivando mensurar o consumo energético utilizado para a refrigeração de cada zona para o período de um mês. Embora tenham sido inseridos no *software* dados de entrada referentes ao consumo energético dos aparelhos eletrônicos para melhor representação da carga térmica do ambiente, não é objetivo deste artigo analisar o consumo energético total da edificação.

Tabela 2: Combinações das características da edificação a serem aplicadas para cada orientação.

Combinações	Materiais de paredes e janelas		Tipos de cobertura			Eficiência do Ar Condicionado	
	Alvenaria convencional, vidro claro	Alvenaria convencional e isolamento em EPS	Teto em laje	Teto sob telhado sem isolamento	Teto sob telhado isolado com lâ de	C	A
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Na segunda etapa foi examinada a combinação de melhor desempenho energético da etapa anterior. Foram instaladas proteções solares nas janelas e adotados isolamentos térmicos em outras paredes da edificação, realizando o monitoramento energético com período de um mês.

Inicialmente intencionava-se desenvolver o estudo na cidade de Joinville, porém, foi alterada devido à escassez de dados climáticos adequados ao método computacional. Dentre a lista de cidades disponibilizadas pelo Domus que possuem as informações necessárias para a simulação, Itapoá foi escolhida devido à proximidade entre as localidades e a semelhança climática.

Observando-se o período de maior calor, momento em que ocorre grande parte do desconforto térmico e consumo energético durante o ano, o estudo foi desenvolvido com base no mês de fevereiro, que apresenta, segundo o ano de referência do arquivo climático da cidade de Itapoá, temperaturas médias de 23,04°C, máximas de 29,90°C e umidade relativa média de 85,06%.

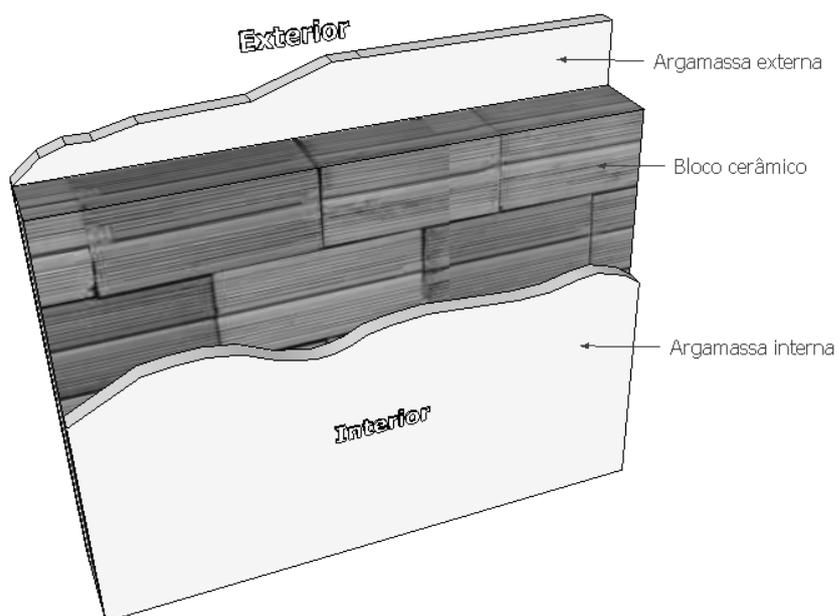
3 CARACTERÍSTICAS VARIÁVEIS DA EDIFICAÇÃO ABORDADAS NA PRIMEIRA ETAPA

Foram combinadas de diferentes formas as características de paredes, janelas, cobertura e condicionamento de ar.

- Paredes orientadas a oeste:

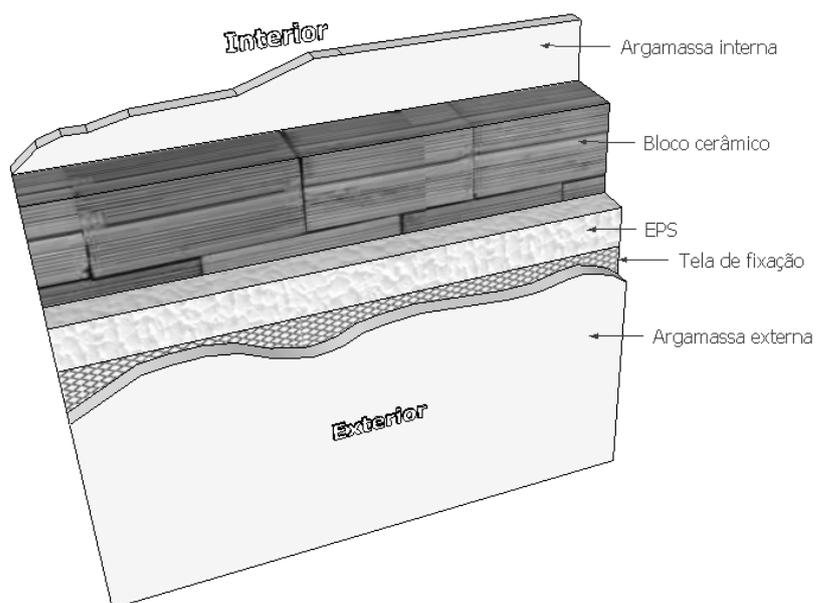
Estas paredes tiveram sua constituição alterada de duas formas: alvenaria convencional (Figura 2) e alvenaria com camada de isolamento em Poliestireno Expandido – EPS (Figura 3) aplicada na parede oeste. A fachada oeste foi adotada devido à grande incidência da radiação solar nesta direção durante o período da tarde, momento em que ocorre grande aquecimento do ambiente.

Figura 2: Parede em alvenaria com isolamento em Poliestireno Expandido.



Fonte: Krelling (2015).

Figura 3: Parede em alvenaria com isolamento em Poliestireno Expandido.



Fonte: Krelling (2015).

A Tabela 3 exibe as propriedades físicas destas paredes, geradas pelo *software* Domus.

Tabela 3: Propriedades físicas das configurações de paredes simuladas.

Tipo de parede	Transmitância térmica [W/m ² K]	Capacitância térmica [kJ/m ² K]
----------------	--	--

Alvenaria convencional	2,75	59,2
Alvenaria convencional com isolamento em EPS	0,62	60,17

Fonte: Domus – Eletrobras 2.3.1 (s/d).

- Vidros das janelas:

Os vidros das janelas foram combinados de duas formas: vidro claro simples NFRC 103 e vidro bronze simples NFRC 101. Apesar de existirem no mercado materiais com melhor desempenho térmico do que os escolhidos, apenas um número limitado estava disponível para simulação no Domus.

- Tipos de cobertura:

A cobertura da edificação foi constituída de três maneiras: laje convencional sem telhado; laje coberta por telhado de quatro águas em telhas cerâmicas; laje coberta por camada de lã de vidro de 5,0cm e telhado de quatro águas em telhas cerâmicas.

A espessura da camada de ar equivalente abaixo do telhado foi calculada segundo a NBR 15220 (ABNT, 2005). “para coberturas, independentemente do número de águas, a altura equivalente da câmara de ar para cálculo é determinada dividindo-se por dois a altura da cumeeira”. Com isso, foi definida uma camada de ar de espessura de 70cm.

A Tabela 4 exhibe as propriedades físicas das coberturas, geradas pelo *software* de simulação.

Tabela 4: Propriedades físicas das configurações de coberturas simuladas.

Tipo de cobertura	Transmitância térmica [W/m ² K]	Capacitância térmica [kJ/m ² K]
Teto em laje	3,84	330,10
Teto sob telhado sem isolamento	2,85	348,40
Teto sob telhado isolado	0,74	350,20

Fonte: Domus – Eletrobras 2.3.1 (s/d).

- Carga térmica e eficiência dos condicionadores de ar:

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.211-232, dez. 2015.

Os aparelhos de climatização foram simulados com eficiência C e A. Para todas as quatro orientações da edificação, foi calculada a carga térmica de cada zona de escritórios segundo o formulário simplificado apresentado pela NBR 5858 (ABNT, 1983). Após obtenção desta carga, um conjunto de dois aparelhos climatizadores foi escolhido para a sala de forma que suas potências somadas não fossem inferiores e nem desnecessariamente superiores à estabelecida para as regiões da edificação. A adoção de dois condicionadores de ar foi definida devido à considerável extensão das salas. Objetivando a padronização, a combinação de potência dos climatizadores foi escolhida observando as condições definidas na Tabela 5.

Tabela 5: Padrão de escolha dos condicionadores de ar.

Intervalo de Carga Térmica	Conjunto de AC adotados
AC<20.000	12.000+9.000
20.000<AC<23.000	2x12.000
23.000<AC<26.000	18.000+9.000
26.000<AC<29.000	18.000+12.000
29.000<AC< 33.000	22.000+12.000
33.000<AC<35.000	2x18.000
35.000<AC<39.000	22.000+18.000
39.000<AC<41.000	24.000+18.000
41.000<AC<45.000	24.000+22.000
45.000<AC<51.000	30.000+22.000

Fonte: Krelling (2015).

Os dados inseridos na configuração do sistema de climatização são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Dados do sistema de climatização.

Dados						
Capacidade Total [Btu/h]	9000	12000	18000	22000	24000	30000
Capacidade Sensível [Btu/h]	6300	8400	12600	15400	16800	21000
Temperatura [°C]	23,0					
Horário de funcionamento	08:00-18:00					
Equipamento	Split					
Condensador	Resfriado a ar					

Eficiência energética [W/W] Certificação C	2,8859	2,9376	2,8786	2,9633	2,9003	2,8577
Eficiência energética [W/W] Certificação A	3,2786	3,2690	3,2505	3,2400	3,2400	3,2400

Fonte: Krelling (2015).

A temperatura de conforto no ambiente climatizado foi fixada em 23°C, segundo intervalos dados por ABNT (2008), ANVISA (2003) e Fisk e Seppanen (2007) *apud* Luizetto (2014). Baseando-se em Tossi, Niemann e Illuminati (2011), a capacidade sensível foi adotada como igual a 70% da capacidade total do aparelho. A eficiência energética adotada corresponde a média das eficiências dos climatizadores de mesma potência total listados por INMETRO (2015).

4 CARACTERÍSTICAS VARIÁVEIS DA EDIFICAÇÃO ABORDADAS NA SEGUNDA ETAPA

A segunda etapa focou na análise da edificação de maior eficiência energética, segundo a etapa um, variando suas características de proteção solar nas janelas e isolamento térmico nas paredes.

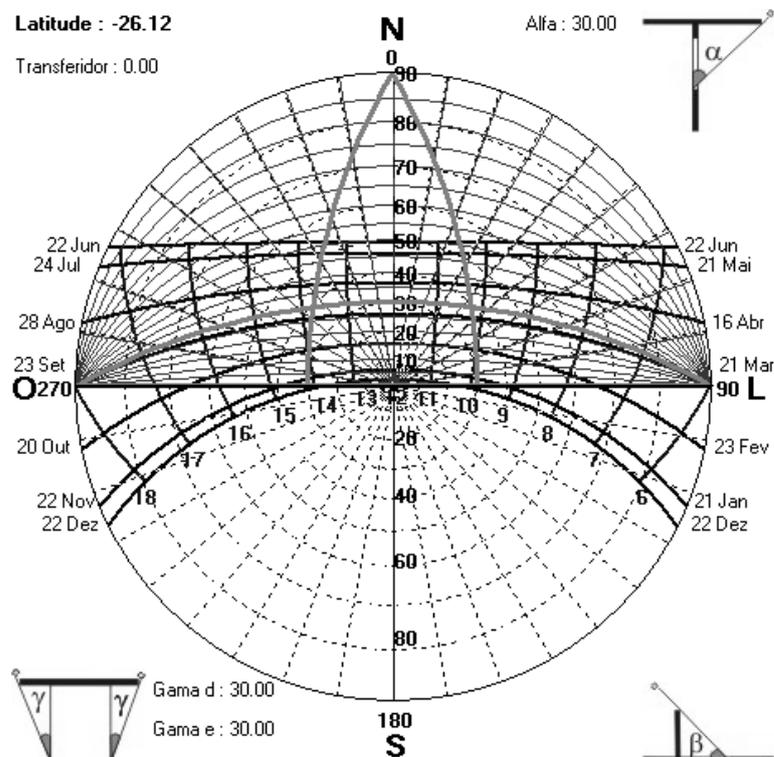
- Proteção solar nas janelas:

Foram aplicadas proteções solares nas janelas da edificação de quatro diferentes formas: (1) nas janelas da parede norte, (2) oeste, (3) leste e em (4) todas as janelas ao norte, oeste e leste; apenas não na parede sul, pois esta não recebe insolação de forma tão intensa quanto as anteriores.

O dimensionamento das proteções solares foi auxiliado pelo *software Analysis SOL-AR*, um programa gráfico que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada, fornecido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina.

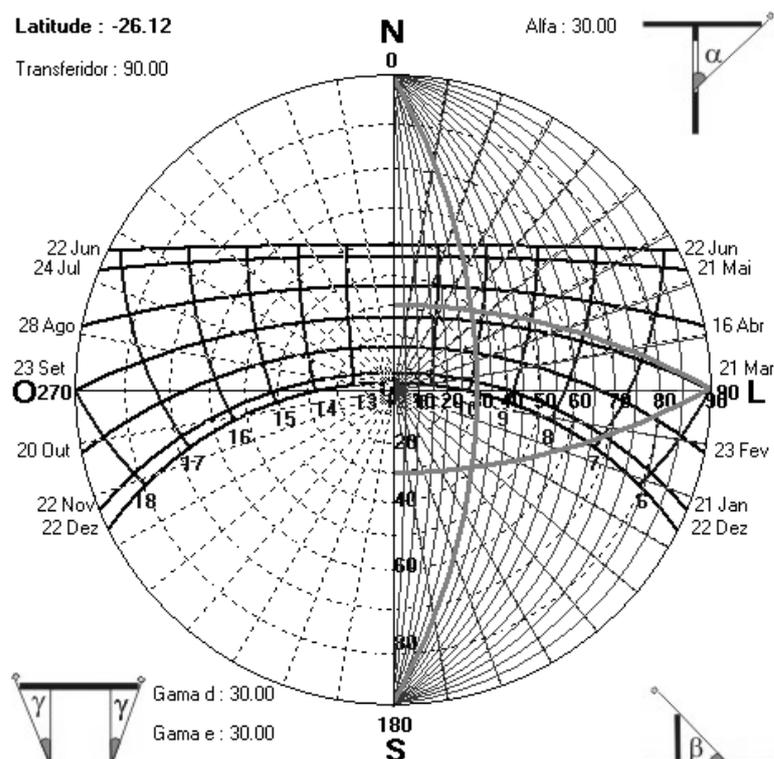
As Figuras 4, 5 e 6, correspondentes, respectivamente, a fachada norte, leste e oeste, exibem os ângulos adotados no dimensionamento das proteções solares e o período de proteção resultante destes dados de entrada. Foi inserida uma proteção superior horizontal, a qual possui os ângulos α , γ esquerdo e γ direito iguais a 30°.

Figura 4: Dimensionamento de proteções solares na fachada norte.



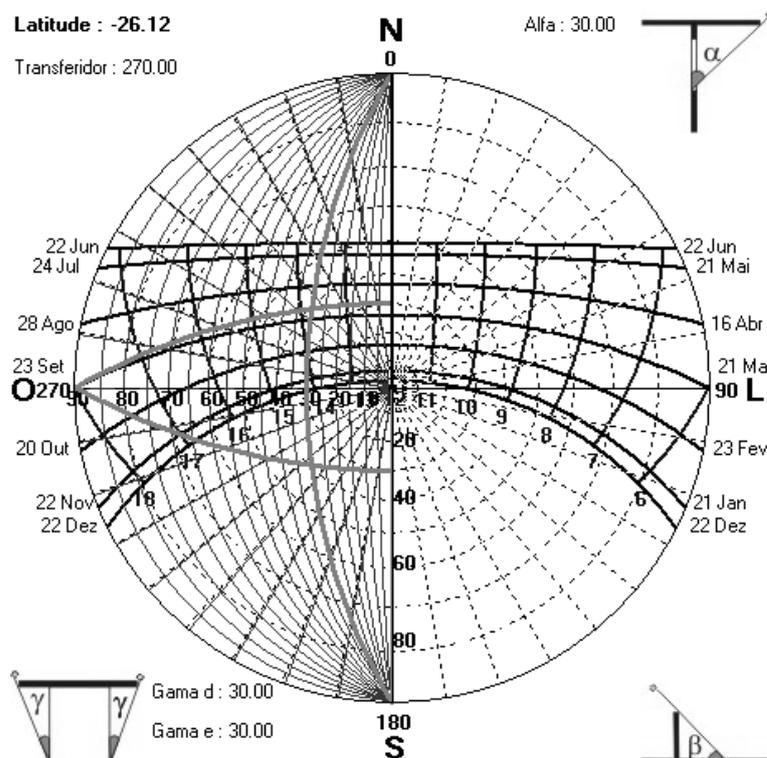
Fonte: *Analysis SOL-AR* (2015).

Figura 5: Dimensionamento de proteções solares na fachada leste.



Fonte: *Analysis SOL-AR* (2015).

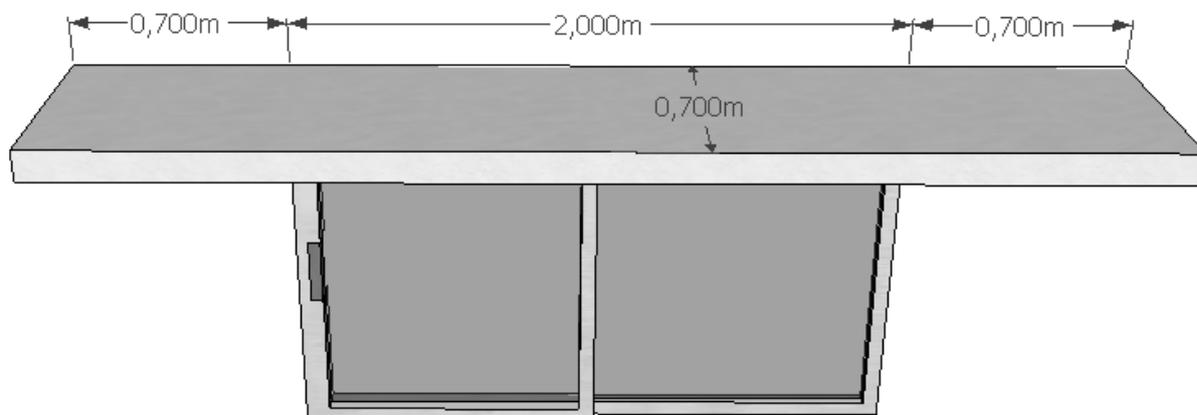
Figura 6: Dimensionamento de proteções solares na fachada oeste.



Fonte: *Analysis SOL-AR* (2015).

A definição dos ângulos possibilitou o cálculo das dimensões das proteções solares, as quais são expostas na Figura 7.

Figura 7: Dimensões das proteções solares.



Fonte: Krelling (2015).

- Isolamento térmico nas fachadas:

Foi aplicado isolamento térmico em EPS nas paredes da edificação de três diferentes formas: (1) nas paredes norte, (2) leste e nas (3) paredes norte, oeste e leste; apenas não na parede sul, por não receber insolação de forma intensa. A parede isolada em EPS teve as mesmas características da etapa anterior. Objetivou-se testar o isolamento em outras paredes, não apenas a oeste, a fim de buscar a máxima economia energética para a edificação estudada.

- Proteção solar nas janelas e isolamento térmico nas fachadas:

Foi aplicado sobre a combinação o isolamento térmico nas fachadas norte, leste e oeste e proteções solares nas janelas de mesma orientação.

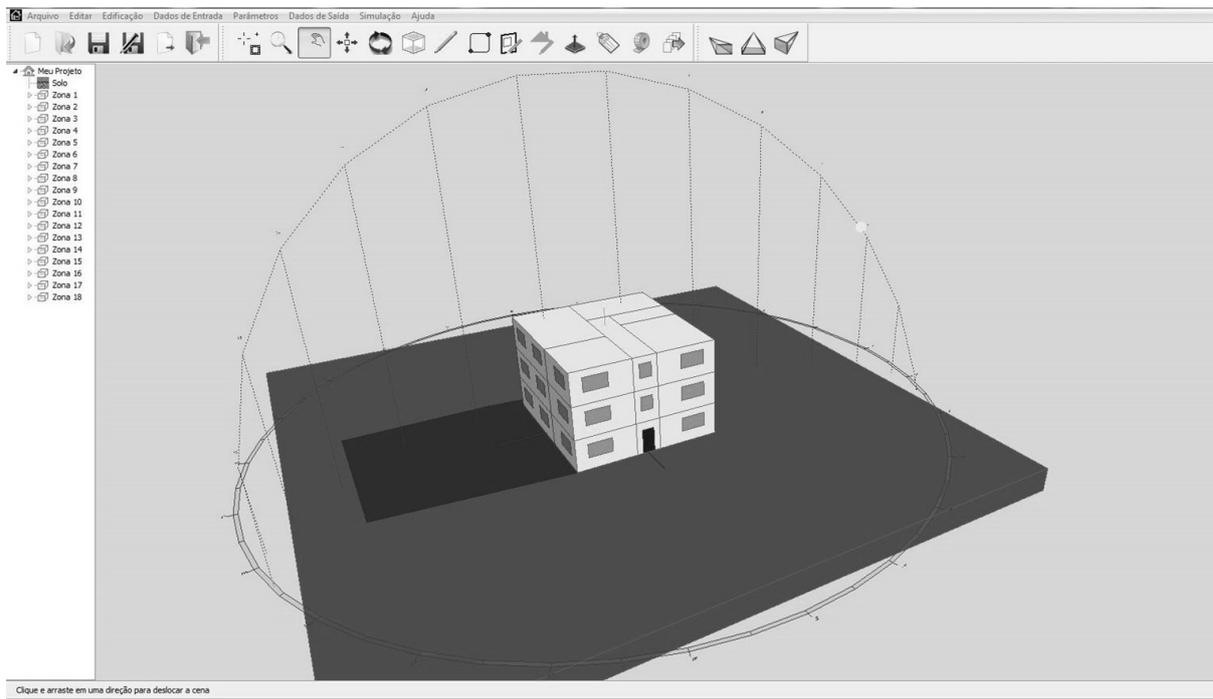
5 RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

A Figura 8 expõe o projeto em estudo executado no programa Domus, onde é exibida a envoltória básica da edificação com sua divisão por zonas. Todas as suas características, como materiais e telhado, foram inseridas por meio das opções de configuração.

Alguns valores foram considerados inconsistentes, pois, sem motivo aparente, distanciaram-se muito de outros resultados em situações semelhantes, além de não apresentarem o comportamento esperado segundo os princípios de transmissão de calor. Estes valores foram desconsiderados no processo de comparação de resultados.

Como esperado, o maior nível de eficiência foi obtido pela combinação 12, segundo a orientação 1. A segunda etapa foi desenvolvida utilizando como base esta combinação.

Figura 8: Projeto em estudo configurado no *software* Domus.



Fonte: Krelling (2015).

A comparação dos resultados pode ser dividida entre os seguintes tópicos.

5.1 Orientação

A variação de orientações não representou resultados expressivos, com uma diferença média de 0,85% da orientação de maior consumo energético para a mais econômica. A orientação que predominantemente apresentou-se como a mais econômica foi a primeira. Atribui-se esta pequena variação ao formato quase quadrado do edifício, possuindo suas fachadas muito parecidas umas com as outras.

5.2 Materiais de paredes e janelas

A inserção de isolamento térmico na fachada oeste apresentou uma variação mínima de 1,87%, máxima de 4,18% e média de 2,90% no consumo energético das zonas. As janelas, pelo contrário, não apresentaram qualquer influência devido à troca do tipo de vidro.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.211-232, dez. 2015.

5.3 Tipo de cobertura

Quando comparada a edificação constituída de teto em laje com uma que possui telhado sem isolamento, obteve-se uma economia variando de 0,63% a 4,49% (média de 1,71%) no consumo energético das zonas. Se comparada a edificação com telhado sem isolamento com uma estrutura de telhado isolado, obteve-se uma variação de 0,37% a 4,31% (média de 2,04%). Já quando se compara o consumo da edificação com teto em laje e a edificação com telhado isolado, obteve-se uma variação de 0,98% a 5,47% (média de 3,16%).

5.4 Eficiência dos condicionadores de ar

A eficiência dos climatizadores foi a característica mais relevante, com variação mínima de 8,71%, máxima de 11,71% e média de 10,69% do consumo energético.

6 RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

A inserção de proteções solares na edificação demonstrou, segundo as simulações executadas, exercer pequena influência sobre o consumo energético com a climatização do ambiente. Destaca-se que este resultado pode ser devido à falta de sensibilidade do programa de simulação na percepção da insolação das fachadas.

Com valores bastante modestos, a aplicação das proteções solares nas janelas ao norte gerou uma economia média de energia de 0,39%. As proteções nas fachadas oeste e leste economizaram, respectivamente, 0,06% e 0,05%. Quando aplicadas proteções solares ao norte, oeste e leste, a economia média passou a ser de 0,29% (mínimo de 0,11% e máximo de 0,69%).

A adição do isolamento térmico em EPS na fachada norte provocou uma diminuição média do consumo energético em 3,39% com relação aos valores obtidos na melhor combinação da etapa 1. O isolamento na fachada leste resultou, por sua vez, em uma economia média de 3,17%.

Já o isolamento térmico nas fachadas norte, oeste e leste provocou economia de 4,42% de energia. A fachada oeste esteve isolada durante toda a etapa 2, pois as suas características iniciais originaram-se da combinação 12, orientação 1, da etapa R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.211-232, dez. 2015.

1. Apesar da grande incidência da radiação solar durante o período da tarde na fachada oeste, as fachadas norte e leste mostraram-se tão ou até mais influenciadoras do consumo energético da edificação no mês de fevereiro.

Aplicando-se proteções solares e isolamento térmico nas fachadas norte, oeste e leste, a economia de energia obtida com relação a combinação da etapa 1 foi de 4,74%.

7 RESULTADOS GERAIS

A Tabela 7 apresenta o resumo do resultado do estudo.

Tabela 7: Resumo dos resultados finais do estudo.

	Local da alteração	Descrição da alteração	Variação do consumo energético na climatização
Etapa 1	Orientação	Pior para a melhor orientação	0,85%
	Materiais de paredes e janelas	Fachada oeste - diminuição de 77,45% da transmitância térmica das paredes	2,90%
	Cobertura	Teto em laje para telhado não isolado - diminuição de 25,78% da transmitância térmica	1,71%
		Telhado não isolado para isolado - diminuição de 74,04% da transmitância térmica	2,04%
		Teto em laje para telhado isolado - diminuição de 80,73% da transmitância térmica	3,16%
	Eficiência dos condicionadores de ar	Eficiência C para A	10,69%
Etapa 2	Proteção solar	Fachada norte	0,39%
		Fachada oeste	0,06%
		Fachada leste	0,05%
		Fachadas norte, oeste e leste	0,29%
	Isolamento (diminuição de 77,45% da transmitância térmica das paredes)	Fachada norte	3,39%
		Fachada leste	3,17%
		Fachadas norte, oeste e leste	4,42%
	Proteção solar e Isolamento	Fachadas norte, oeste e leste - diminuição de 77,45% da transmitância térmica das paredes	4,74%

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

7.1 Comparação com outros autores

Apesar do estudo não ter buscado analisar o percentual de abertura das fachadas como uma das formas de economia de energia, foi possível observar que a obtenção da orientação 1 como a mais eficiente entra em acordo com Fossati e Lamberts (2010), que concluem que quanto maiores as aberturas em fachadas mal orientadas, pior é a eficiência energética da envoltória.

Fossati e Lamberts (2010), que fazem a sua avaliação através do método prescritivo do RTQ-C, descrevem as proteções solares como o segundo fator de maior influência no consumo energético, diferentemente deste estudo, que obteve alterações mínimas de eficiência com a aplicação das mesmas. É importante ressaltar que as discrepâncias existentes entre os estudos podem ser atribuídas, entre outros fatores, aos métodos avaliativos diferentes: prescritivo e de simulação.

Com relação à influência da transmitância térmica das paredes, os resultados de Santana (2009) foram opostos aos deste trabalho, onde a diminuição do valor desta propriedade gerou a diminuição no consumo energético. Santana (2009) afirma, que seus resultados foram contrários ao esperado e opostos aos outros autores por ela consultados. Apesar da diferença de resultados, é possível observar que existe semelhança na proporção da variação dos valores dos dois trabalhos. Santana (2009) expõe uma alteração na transmitância térmica na faixa de 10%, enquanto este estudo a altera em 77,45%. Ao considerar-se esta diferença, os valores obtidos nos dois estudos são aproximadamente proporcionais.

Ao considerar-se a transmitância térmica da cobertura, a conclusão deste trabalho foi semelhante à de Santana (2009) para o período de verão, quando menores transmitâncias geraram diminuição no consumo de energia.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme esperado, a combinação na qual foi utilizada a maior quantidade de recursos de isolamento térmico e proteção solar foi a mais eficiente energeticamente. Dentre as características construtivas da edificação, os materiais isolantes aplicados na cobertura e nas paredes tiveram grande destaque. O parâmetro que demonstrou maior relevância foi a eficiência energética dos condicionadores de ar, cujo consumo energético variou cerca de 10,69% com a alteração da eficiência C para A. Apesar de R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.211-232, dez. 2015.

que o desempenho dos equipamentos gerais da edificação não foi o foco do estudo, fica evidente a importância da escolha de aparelhos eficientes energeticamente, sendo esta determinação tão ou até mais decisiva do que a de algumas características construtivas.

Considerando que os autores estudados descrevem as proteções solares como grandes influenciadoras do conforto, os resultados referentes às mesmas, obtidos no estudo, causaram grande estranheza; porém, não foram identificadas causas concretas para tal resposta por parte do *software*.

A planta adotada foi entendida como sendo o fator de maior deficiência do trabalho, devido à grande semelhança entre suas fachadas. Caso fosse utilizada uma edificação com fachadas mais diferenciadas, possivelmente alguns dos resultados, como a própria influência da orientação, seriam mais relevantes. Além disso, a proporção e localização das aberturas nas fachadas mostraram-se de grande relevância no balanço térmico de uma edificação, fator este que poderia ter sido considerado no estudo a fim de trazer maior compreensão das trocas térmicas e da influência deste parâmetro na eficiência energética do edifício.

O fornecimento de alguns resultados inconsistentes, por parte do programa Domus, ao longo das simulações, dificultou a execução do estudo, demonstrando a necessidade de atenção e análise crítica dos resultados, além do constante aprimoramento e revisão dos programas de simulação disponíveis no mercado. De forma geral, os valores obtidos foram adequados e proporcionais aos disponibilizados por outros autores, o que produz maior confiabilidade sobre os mesmos.

PARAMETERS INFLUENCE ON THE CONSTRUCTION OF A BUILDING ENERGY EFFICIENCY - ANALYSIS BY COMPUTER SIMULATION

ABSTRACT

It is visible the growing demand for building projects whose focus covers not only the basic needs of human beings, but understands the importance of promoting efficiency to environments in order to contribute to the economy of natural resources. In this context, it is possible to identify a number of factors that directly influence the concepts related to the efficiency of a building, the thermal comfort and the energy consumption. Focusing on the energy sector, this article evaluates five factors that influence its R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.211-232, dez. 2015.

consumption in a building: the building orientation; the materials of walls and windows; thermal transmittance of the roofing; the air conditioning efficiency and the presence of shading devices in the windows. The inclusion of thermal insulation in facades and covering exercised significant result in reducing the energy consumption of air conditioners; solar protection on the windows, nonetheless, differing from other authors' results, led to virtually negligible influence. Contrary to expectations, the orientation change has generated a decrease of only 0,85%, considering the worst to the best position. The air conditioners efficiency was the most relevant, whose energy consumption ranged about 10,69% to the change of C to A efficiency. The results, obtained by simulation, were compared and demonstrated proportion to the parameters made available by other studies, what gives them more reliability.

KEYWORDS: Energy efficiency; Constructive parameters; Energy simulation.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução 9, de 16 de janeiro de 2003**. 2003. Disponível em: <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=6958>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5858:** condicionador de ar doméstico. Rio de Janeiro, 1983.

_____. **NBR 15220-2:** desempenho térmico de edificações - parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 16401-2:** instalações de ar-condicionado – sistemas centrais e unitários - parte 2: parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul:** boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CREDER, Hélio. **Instalações de ar condicionado**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
DOMUS – ELETROBRAS 2.3.1. **Propriedades de elementos construtivos – software versão 2.3.1**. s/d.

FOSSATI, Michele; LAMBERTS, Roberto. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. **Ambiente Construído**, Porto Alegre. v. 10, p. 59 – 69, abr./jun. 2010.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO. **Condicionadores de ar split hi-wall**. 2015. Disponível em: <
http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores_ar_split_hiwall_indiceno_vo.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2015.

KRELLING, A. F. **Influência de parâmetros construtivos na eficiência energética de uma edificação – Análise através de simulação computacional**. 2015. 146 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, Santa Catarina, 2015.

LUIZETTO, L. E. F. **Conforto térmico em ambientes de escritório**. 2014. 66 p. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SANTANA, M. V. **Influência de parâmetros construtivos no consumo de energia de edifícios de escritório localizados em Florianópolis – SC**. 2009. 22 p. Monografia apresentada ao Concurso Catarinense de Monografias sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2009.
R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.211-232, dez. 2015.

TOSSI, Luís; NIEMANN, John; ILLUMINATI, Carlos. Ares condicionados – parte II. *Revista O Setor Elétrico*. 2011. Disponível em: http://www.osestoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed71_fasc_condicionamento_cap12.pdf. Acesso em: 29 mar. 2015.

APÊNDICE

Apêndice A: Planta baixa da edificação estudada segundo a orientação 1.

