

CORRELAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA COM CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E TIPOLOGIAS ARQUITETÔNICAS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS LOCALIZADOS EM FLORIANÓPOLIS - SC

Gabriel Marcon Coelho (1); EneDIR Ghisi (2)

(1) Acadêmico de Engenharia Sanitária e Ambiental, gabriel@labeec.ufsc.br

(2) PhD, Engenheiro Civil, enedir@labeec.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Cx Postal 476, Florianópolis-SC, 88040-900, Tel.: (48) 3721-5184

RESUMO

Diante da preocupação em alcançar menor consumo de energia elétrica em edificações e de relacionar corretamente as tipologias arquitetônicas com os fatores climáticos externos, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência das características construtivas e tipologias arquitetônicas sobre o consumo de energia de edifícios de escritórios localizados em Florianópolis - SC. Tipologias arquitetônicas tais como área, forma, orientação solar e percentagem de área de janela na fachada foram levantadas em 19 edifícios de escritórios. Tais tipologias foram correlacionadas com o consumo de energia por unidade de área dos escritórios. O consumo de energia foi obtido nas Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC). As correlações analisadas possibilitaram avaliar a influência de algumas tipologias arquitetônicas dos edifícios e escritórios no seu consumo de energia. A forma e a orientação solar foram as tipologias arquitetônicas que apresentaram maior influência no consumo de energia das edificações. No entanto, nem todas as correlações foram adequadas e nem sempre apresentaram a tendência esperada.

ABSTRACT

As there is a concern about energy efficiency and the correct relation between building envelope parameters and climate, this article assesses the influence of some building parameters on the electricity consumption of office buildings located in the city of Florianópolis, southern Brazil. Some parameters such as floor plan area, geometry, solar orientation and percentage of window area on the façades were surveyed in 19 office buildings. The correlation between such parameters and monthly electricity consumption of offices located in the buildings was performed. The electricity consumption was obtained from the local electricity utility. From the correlations, it was possible to evaluate the influence of some parameters on the electricity consumption of buildings and offices. Geometry and solar orientation were the parameters that had the greatest influence on the electricity consumption of the buildings. However, some correlations were weak and did not present the expected trend.

1. INTRODUÇÃO

O consumo total de energia elétrica no Brasil, nos últimos dezoito anos, quase triplicou, e a demanda energética apresenta um crescimento anual em torno de 3 a 5% (PROCEL, 2006). Um modo simples e econômico de suprir a demanda de energia é a utilização de tecnologias energeticamente eficientes, já que aumentar a produção de energia leva tempo e gera muitos gastos. A utilização de métodos energeticamente eficientes e a correta correlação das tipologias arquitetônicas com o clima da região

podem gerar economia no consumo de energia de uma edificação. Gratia e De Herde (2003), por exemplo, afirmam que forma, tamanho das janelas, altura e profundidade da sala podem juntos dobrar o consumo de energia de uma edificação.

Com relação à geometria dos ambientes, Ghisi et al. (2005) verificaram, por meio de simulação computacional, que salas com menor profundidade, como geralmente recomendado na literatura para se permitir melhor aproveitamento da iluminação natural, não são as mais adequadas para se garantir edificações energeticamente eficientes. Os autores mostraram que existe uma excelente correlação entre consumo de energia e o inverso da profundidade dos ambientes, ou seja, salas mais profundas apresentam menor consumo de energia em edificações artificialmente condicionadas e com integração da iluminação natural com a artificial.

Hyde (2000) apud Pedrini e Lamberts (2003) fez verificações do consumo de energia entre edificações cúbicas e alongadas, também empregando simulações computacionais. Os resultados apontam a edificação alongada como a que consome menos energia devido ao uso da iluminação artificial por menor tempo, ainda que o consumo para resfriá-la seja maior. Através de simulações computacionais do consumo de energia de edificações, diversos pesquisadores têm avaliado a influência de tipologias arquitetônicas no consumo de energia de edificações. No entanto, esta influência nem sempre é avaliada sob condições reais.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar a correlação de algumas tipologias arquitetônicas com o consumo de energia elétrica de 19 edifícios de escritórios localizados na região central de Florianópolis – SC.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para se atingir o objetivo do trabalho pode ser dividida em três etapas:

- Levantamento das tipologias arquitetônicas dos edifícios;
- Levantamento e análise do consumo de energia dos edifícios;
- Correlação do consumo de energia com as tipologias arquitetônicas dos edifícios e escritórios.

3.1. Levantamento das Tipologias Arquitetônicas

Para a obtenção de dados referentes às tipologias arquitetônicas dos edifícios, foram utilizados dois trabalhos que já estudaram os 19 edifícios selecionados: Minku (2005) e Santana (2006). Através da consulta a estes trabalhos foi possível obter dados como:

- Largura e profundidade, área total, orientação solar e percentagem de área de janela nas fachadas dos edifícios;
- Largura e profundidade dos escritórios.

De posse dessas informações, foram calculados alguns dados que não estavam diretamente disponíveis nos dois trabalhos acima citados, tais como:

- Relação entre largura e profundidade dos edifícios;
- Área, orientação da fachada principal e relação entre largura e profundidade dos escritórios.

Para avaliar a influência da forma, tanto dos edifícios quanto dos escritórios, no consumo de energia, foi utilizado o índice de proporção que relaciona a largura pela profundidade do ambiente.

Como as plantas baixas consultadas em Minku (2005) e Santana (2006) não possuíam a numeração de cada escritório, foi necessário obter *in loco*, a localização dos escritórios nos edifícios. Para se determinar a orientação principal de cada escritório, foi consultada em Minku (2005) a orientação norte. A partir desta consulta, foi possível determinar a orientação solar da fachada principal de cada escritório. Foi utilizado um limite de abrangência, para cada uma das oito orientações, de 22,5° nos sentidos horário e anti-horário e nos casos de escritórios com fachadas para duas orientações, foi utilizado o ângulo médio entre as fachadas.

Também foi analisada a frequência de ocorrência das tipologias arquitetônicas dos edifícios e escritórios. As tipologias analisadas foram:

- Área dos escritórios;
- Índice de proporção dos escritórios;
- Orientação da fachada principal dos edifícios e escritórios.

3.2. Levantamentos dos Consumos de Energia Elétrica

O consumo mensal de energia elétrica de cada escritório dos 19 edifícios foi fornecido pelas Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC, referente ao período julho/2005 a junho/2006. A média mensal do consumo de energia, a ser utilizada na análise do consumo de energia separado por orientação solar, foi calculada a partir de uma média mensal por unidade de área dos escritórios pertencentes a cada orientação. O consumo anual de energia de cada edifício, total e separado por orientação solar, também foi determinado. Nesta análise, através de um método estatístico, foram eliminados os valores espúrios de consumo de energia.

3.3. Correlação de Dados

As correlações de dados foram realizadas com a finalidade de avaliar a influência das tipologias arquitetônicas no consumo de energia dos edifícios e escritórios. O consumo de energia (kWh/m²) foi correlacionado com as seguintes tipologias arquitetônicas:

- Índice de proporção dos edifícios e escritórios;
- Índice de proporção separado por orientação solar dos escritórios;
- Orientação solar da fachada principal dos edifícios e escritórios;
- Percentagem de área de janela em cada fachada separada por orientação dos edifícios.

4. RESULTADOS

O conteúdo deste item refere-se aos resultados obtidos no estudo, iniciando com a frequência de ocorrência das tipologias arquitetônicas dos 19 edifícios em estudo, totalizando 1055 escritórios. Em seguida, apresenta-se a avaliação do consumo de energia, bem como as correlações dos consumos de energia com as tipologias arquitetônicas dos edifícios e escritórios.

4.1. Frequência de Ocorrência da Área e Forma dos Escritórios

Com relação à área de cada escritório, a Fig. 1 mostra que a maior ocorrência de escritórios ocorre no intervalo de 12,2 a 29,9 m², sendo que este intervalo representa 52% do total. A preocupação em se projetar ambientes energeticamente eficientes não é verificada nesta análise, visto que Ghisi e Tinker (2005) indicam que ambientes maiores, com condicionamento artificial e integração da luz natural, proporcionam menores consumos de energia por unidade de área. Porém, como em geral não se verifica a integração automatizada da iluminação natural com a artificial nos escritórios em análise, ambientes menores podem favorecer o aproveitamento da iluminação natural.

Sobre a forma dos escritórios, Ghisi et al. (2005) indicam que salas com pouca largura (fachada com área de janela) e grande profundidade são a melhor opção para se alcançar maior eficiência no consumo de energia dos escritórios com resfriamento artificial. Esta recomendação não valoriza o aproveitamento da luz natural, porém almeja alcançar menor consumo de energia a partir da diminuição do uso do sistema de resfriamento.

A Fig. 2 apresenta a frequência de ocorrência dos índices de proporção dos edifícios. Nesta análise, se verifica que 68% dos edifícios possuem a fachada lateral maior do que a fachada principal. A frequência de ocorrência do índice de proporção dos escritórios é apresentada na Fig. 3. Como 62% dos escritórios apresentaram a largura menor do que a profundidade (índices menores do que 1,0), é possível afirmar que, de acordo com as conclusões de Ghisi et al. (2005), a geometria da maior parte destes escritórios é adequada para se obter menor consumo de energia.

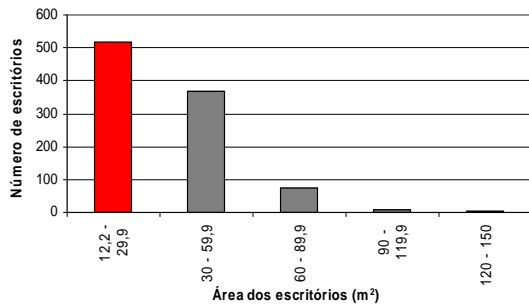


Fig. 1: Frequência de ocorrência dos intervalos de área dos escritórios.

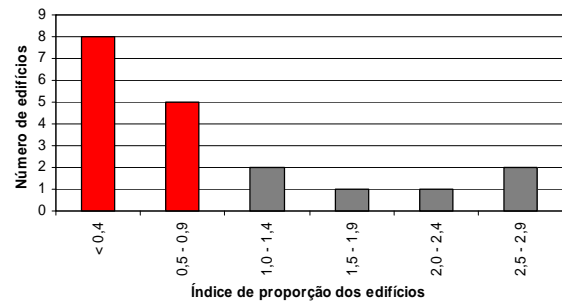


Fig. 2: Frequência de ocorrência dos intervalos de índice de proporção dos edifícios.

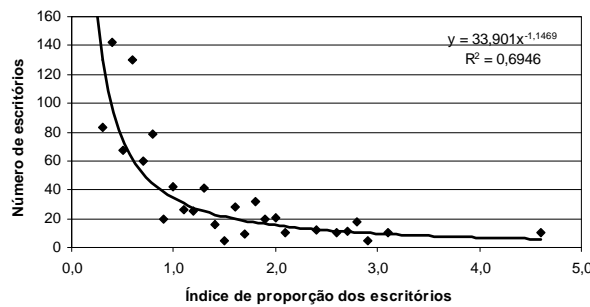


Fig. 3: Frequência de ocorrência dos índices de proporção dos escritórios.

4.2. Frequência de Ocorrência da Orientação

A preocupação com a orientação solar é importante para o desempenho térmico e a eficiência energética de uma edificação, pois dependendo da orientação da fachada, a incidência de radiação solar pode ser mais desfavorável, como acontece nas orientações leste e oeste.

Nos edifícios, foi verificada uma maior ocorrência das fachadas principais na orientação

nordeste, somando 26% do total de edifícios analisados, como se vê na Fig. 4. Como mais de 68% dos edifícios possuem a fachada lateral maior do que a principal, indicado na Fig. 2, as orientações norte e sul, que também somam 26% dos casos, são desfavoráveis para serem adotadas como fachada principal, pois isso pode resultar em fachadas com maiores dimensões orientadas para leste e oeste.

Por outro lado, o estudo da orientação dos escritórios aponta que mais de 40% deles possuem a fachada com maior área de janela voltada para as duas orientações desfavoráveis, oeste e leste, como é mostrado na Fig. 5. O fato de 68% dos edifícios possuírem a fachada secundária maior do que a principal e 26% dos edifícios apresentarem sua fachada principal para as orientações norte e sul, explica a grande quantidade de escritórios com fachadas orientadas para leste e oeste.

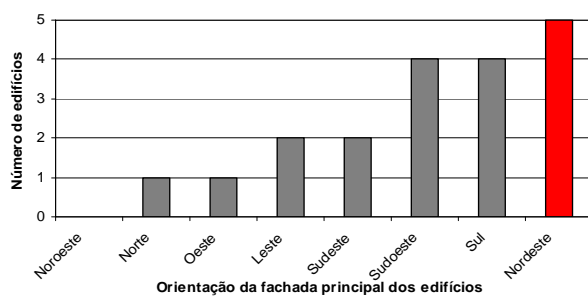


Fig. 4: Frequência de ocorrência da orientação solar da fachada principal dos edifícios.

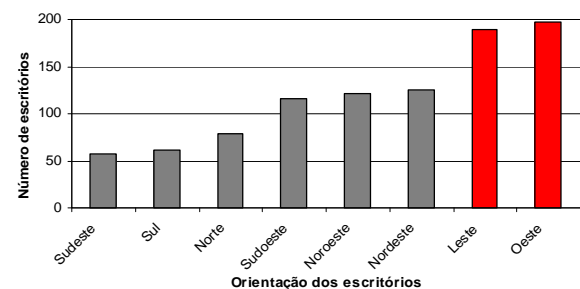


Fig. 5: Frequência de ocorrência da orientação solar dos escritórios.

4.3. Consumo de Energia

Na Tabela 1, são expostos os consumos médios anuais de energia para cada orientação dos 19 edifícios, bem como o consumo médio de cada edifício. Alguns edifícios, como o Alexandre Carione, apresentam mais orientações do que fachadas, pois o edifício possui escritórios localizados na esquina, voltados para duas orientações, como é esclarecido na metodologia. Já o Edifício Aliança possui consumo para uma única orientação, pois apresenta seus escritórios voltados para a mesma orientação. Observa-se que as orientações norte, leste e nordeste apresentaram as maiores médias de consumo de energia, respectivamente. A orientação leste pode ter apresentado um consumo de energia mais

elevado do que a oeste por apresentar uma área total de janela aproximadamente 28% maior do que a da fachada oeste, como é visto em Coelho (2006).

Analisando os consumos anuais de energia por orientação, foi verificada uma diferença de aproximadamente 50% entre a maior e a menor média de consumo. Observa-se, também, a alta diferença no consumo de um mesmo edifício, sendo que a maior variação (acima de 600%) ocorreu no Golden Tower. Esta alta variação pode ocorrer devido à orientação norte possuir área de janela quase quatro vezes maior do que a noroeste (há 94,0 m² de área de janela na fachada norte contra 27,1 m² na noroeste).

O consumo médio anual para os 19 edifícios foi calculado a partir dos consumos de energia por orientação e verificou-se uma variação entre 52,2 e 114,4 kWh/m² por ano. A média geral foi de 82,4 kWh/m² por ano; e o número médio de escritórios por orientação foi de 120.

Tabela 1: Análise do consumo anual de energia por orientação de cada edifício.

Edifício	Consumo de energia por orientação (kWh/m ² ano)								Consumo médio (kWh/m ² ano)
	Norte	Sul	Leste	Oeste	Nordeste	Noroeste	Sudeste	Sudoeste	
Alexandre Carione	93,0	60,1	62,3	93,2				72,5	76,2
Aliança						110,4			110,4
Antero F. Assis						52,2			52,2
Carlos Meyer					61,5			55,3	58,4
Casa do Barão	88,8		109,0	106,0			93,4	74,3	94,3
Office Square	95,2	103,7	71,2	50,4				74,7	79,0
Emedaux			145,4		58,7		71,3		91,8
Golden Tower	280,9	82,4	97,2	73,0		38,9			114,4
Granemann	101,7		89,3	29,0					73,3
Idelfonso Linhares	79,9	46,8	86,6	51,2					66,1
Comercial Ilha			84,2		88,0				86,1
Jaime Câmara					116,6	82,6	68,6	66,8	83,6
Mirage Tower	74,7		85,7	132,4	147,2		57,4	104,7	100,3
Pedro Xavier	63,4			63,6	93,4			79,9	75,0
Regency Tower		103,6	93,4		80,7	57,9	50,9	61,6	74,6
Saint James			107,2	92,5	96,3	111,8	61,7	55,0	87,4
Torre da Colina	61,9		70,6	98,9	84,2			104,4	84,0
Trajanus			76,4	74,7					75,5
Velloso			74,1	66,8	62,8		86,6	70,9	72,2
Nº de escritórios	79	62	189	198	125	121	73	116	120
Média	104,4	79,3	89,5	77,6	88,9	75,6	70,0	74,6	82,4
Desvio Padrão	67,6	25,6	21,1	28,4	25,8	28,2	14,2	16,0	28,3

4.4. Correlação de Dados

Nesta etapa do trabalho, serão apresentados os resultados das correlações do consumo médio mensal (kWh/m²) de energia com as tipologias arquitetônicas dos edifícios e escritórios. As correlações têm a finalidade de avaliar a influência da forma, da percentagem de área de janela na fachada e da orientação solar no consumo de energia dos edifícios e escritórios.

4.4.1. Forma dos Edifícios e Escritórios

Para caracterizar a forma dos edifícios, o índice de proporção foi adotado como sendo a razão entre a maior e a menor fachada. A Fig. 6 apresenta a correlação entre o índice de proporção e o consumo de energia dos 19 edifícios. Observa-se que a correlação é muito fraca, com coeficiente de determinação quase nulo, porém com uma tendência de aumento do consumo de energia à medida que aumenta o índice de proporção. Estes resultados não confirmam as conclusões de Hyde (2000) apud Pedrini e Lamberts (2003), obtidas por meio de simulações computacionais, de que edificações com grande dimensão de largura e com estudo da orientação consomem menos energia porque necessitam de menos iluminação artificial, ainda que o consumo para resfriá-la seja maior.

Nas correlações envolvendo a forma dos escritórios, o índice de proporção foi adotado como sendo a razão da dimensão da fachada com janela pela profundidade da sala. No caso de escritórios de esquina, a dimensão da fachada com maior área de janela foi adotada como sendo a largura. A Fig. 7 apresenta o resultado desta correlação. Pode-se verificar, assim como na análise anterior, a fraca correlação entre o consumo de energia e o índice de proporção dos escritórios. Também se percebe que escritórios com menor índice de proporção apresentam uma maior variação no consumo de energia. Com o aumento do índice de proporção, esta variação tende a diminuir. Os resultados obtidos também não confirmam as conclusões apresentadas por Ghisi e Tinker (2005), e obtidas por meio de simulação computacional, de que ambientes com maior profundidade e menor largura apresentam menor consumo de energia por unidade de área quando são condicionados artificialmente e com integração de iluminação natural com artificial. As razões prováveis para esta verificação são a variação da carga térmica interna dos escritórios, a não integração dos sistemas de iluminação natural e artificial, e a influência do entorno e da orientação, que também são variáveis. Também há a influência de consumos menores em meses em que os escritórios tiveram ocupação parcial, embora tenha se tentado evitar esta influência eliminando tais períodos nas análises.

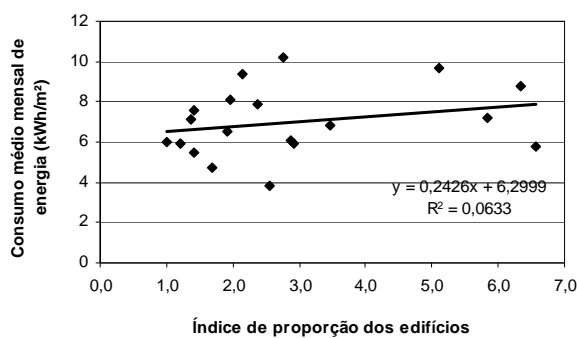


Fig. 6: Correlação do consumo de energia com o índice de proporção dos edifícios.

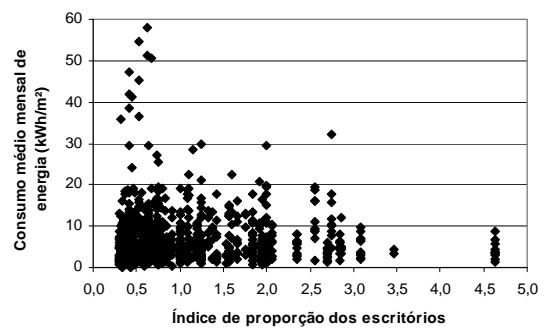


Fig. 7: Correlação do consumo de energia com o índice de proporção dos escritórios.

Agrupando-se os índices de proporção dos escritórios em intervalos e obtendo o consumo médio de energia para cada faixa, pode-se verificar uma leve tendência ao aumento do consumo de energia em escritórios de pequena largura e maior profundidade. No entanto, de forma geral, o consumo tende a ser menor em salas mais largas e menos profundas. Os resultados dessa análise podem ser vistos na Fig. 8. Também é verificada na Fig. 8 a variação de mais de 100% entre o

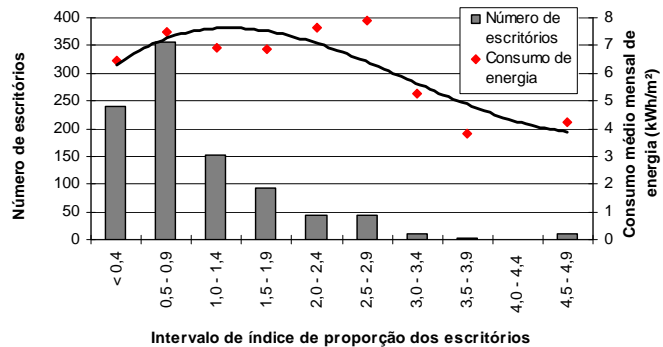


Fig. 8: Correlação do consumo médio de energia com o índice de proporção dos escritórios agrupado em intervalos.

maior e menor consumo de energia nos escritórios. Os escritórios com índice de proporção menor do que 1,0 representam aproximadamente 60% do total; uma condição propícia para apresentarem menor consumo de energia segundo os estudos de Ghisi et al. (2005). As razões para que isso não aconteça são as mesmas indicadas anteriormente.

4.4.2. Forma dos Escritórios Separada em Oito Orientações

A orientação solar pode influenciar no desempenho térmico e, conseqüentemente, no consumo de energia da edificação. Dessa forma, foi avaliada a influência da forma dos escritórios, utilizando os índices de proporção da Fig. 7 do item 4.4.1, no consumo médio mensal de energia separado em oito orientações. Os consumos que compõem a média mensal utilizada na correlação são pertencentes aos escritórios que estão localizados na orientação em análise.

A Fig. 9 apresenta os resultados. As correlações do consumo de energia com a forma, no caso das orientações principais (norte, leste e oeste), apresentaram um bom coeficiente de determinação. Com exceção da orientação leste, todas as outras orientações principais apresentaram a mesma tendência verificada no item anterior, ou seja, quanto maior o índice de proporção, menor o consumo de energia. Com relação às orientações secundárias, percebe-se que seus coeficientes de determinação são baixos. Porém, há a tendência de aumento do consumo de energia à medida que aumenta o índice de proporção dos escritórios, ou seja, à medida que aumenta a largura em relação à profundidade dos mesmos – o que está de acordo com as conclusões de Ghisi et al. (2005).

4.4.3. Percentagem de Área de Janela Separada em Oito Orientações

Para melhor visualizar a influência da área de janela no consumo de energia, foi correlacionado o consumo médio mensal de energia por unidade de área com a percentagem de área de janela por orientação. A Fig. 10 apresenta os resultados. As correlações apresentaram baixo coeficiente de determinação, indicando existir pouca influência da área de janela no consumo de energia. Esta incoerência pode ser explicada pela variação da carga térmica interna nos escritórios e também pelo entorno – fatores não avaliados neste trabalho. Apesar dos baixos coeficientes de determinação, há a tendência de aumento do consumo de energia com o aumento da área de janela na maior parte das orientações.

4.4.4. Orientação Solar dos Edifícios e Escritórios

Na análise da orientação solar dos edifícios, foi avaliado o consumo mensal de energia juntamente com a frequência de ocorrência dos edifícios. Esta análise foi realizada a partir da orientação da fachada principal e com o intuito de se verificar se houve uma preocupação em se projetar edifícios energeticamente eficientes. Apenas um edifício apresenta a fachada principal voltada para a orientação oeste, a qual possui o maior consumo médio mensal, 9,4 kWh/m², de acordo com a Fig. 11. O resultado obtido nesta análise está de acordo com a literatura, onde a orientação oeste é apontada como sendo a mais desfavorável para se atingir menor consumo de energia.

A orientação com maior frequência de ocorrência foi a nordeste, que possui a terceira maior média mensal de consumo, com 7,4 kWh/m². A maior diferença de consumo de energia entre as orientações foi de 74%, indicando a grande influência da orientação solar no consumo de energia.

A orientação solar também foi correlacionada com o consumo médio mensal de energia dos escritórios, sendo que a orientação foi adotada a partir da fachada com janela. Nos escritórios com duas fachadas com janelas, foi adotado o ângulo médio entre elas. Os resultados são apresentados na Fig. 12. A orientação norte apresentou poucos escritórios, cerca de 8% do total, mas o maior consumo mensal de energia, ou seja, 9,3 kWh/m². Já a oeste, geralmente apontada como desfavorável, possui a maior ocorrência dos escritórios e apresentou um consumo médio de energia de 7,1 kWh/m² (24% menor do que a norte). A diferença entre o maior e o menor consumo ficou um pouco acima de 100%, o que representa que a escolha errada da orientação solar pode dobrar o consumo de energia no escritório. Estes resultados obtidos coincidem com a Tabela 1, onde as orientações norte, leste e nordeste apresentaram os maiores consumos de energia.

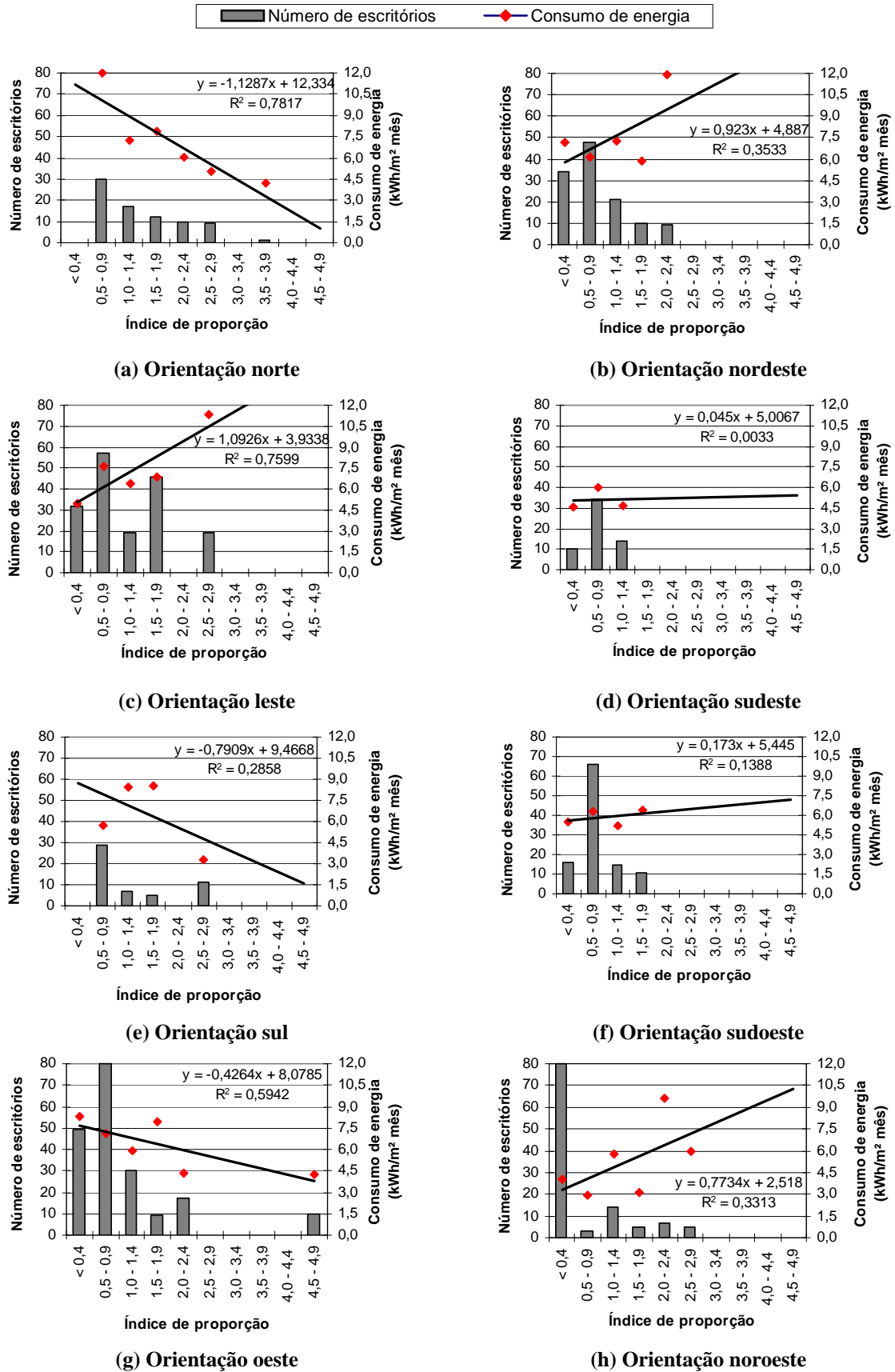
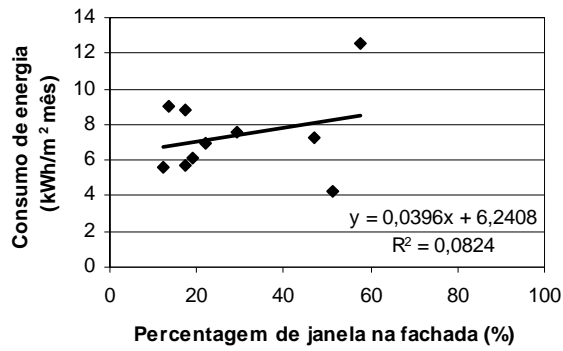
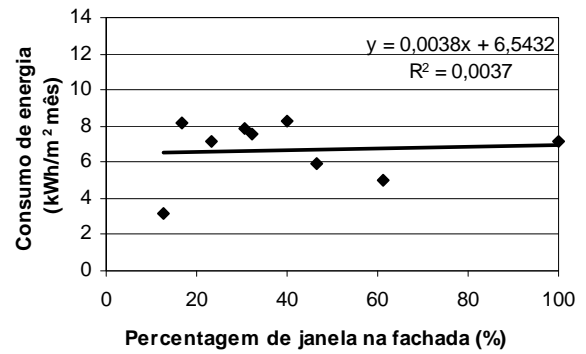


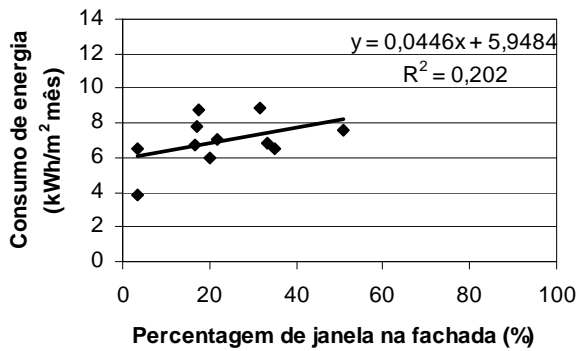
Fig. 9: Correlação do índice de proporção com o consumo de energia dos escritórios por orientação solar.



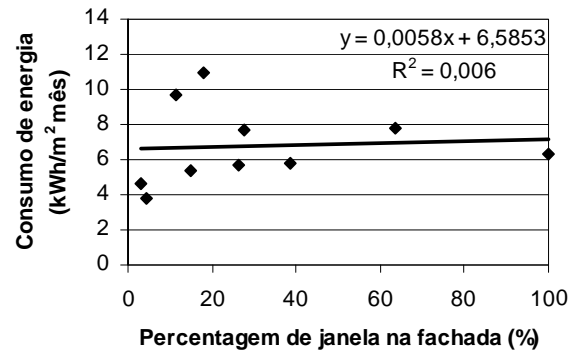
(a) Orientação norte



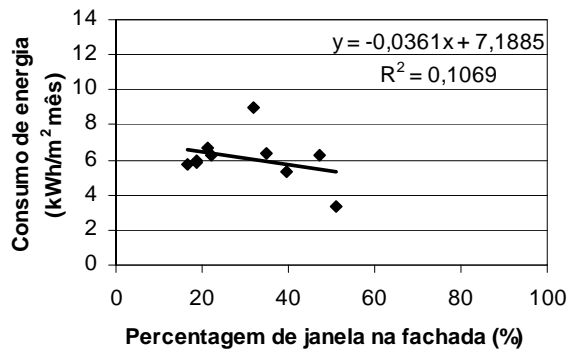
(b) Orientação nordeste



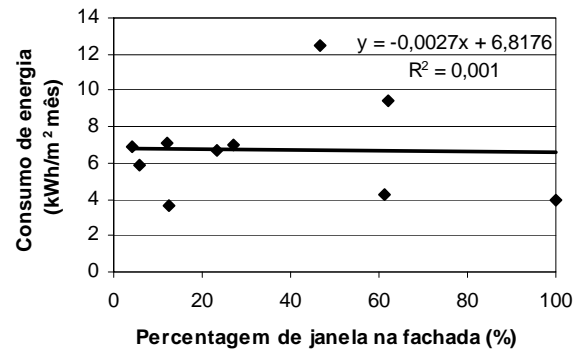
(c) Orientação leste



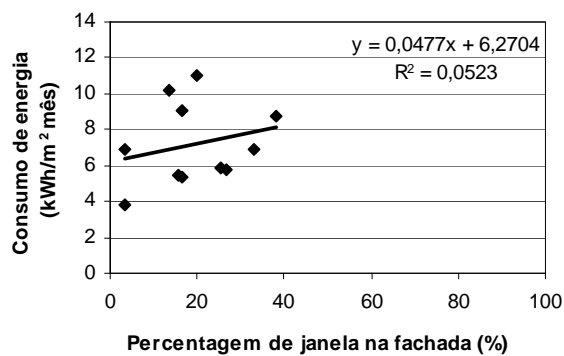
(d) Orientação sudeste



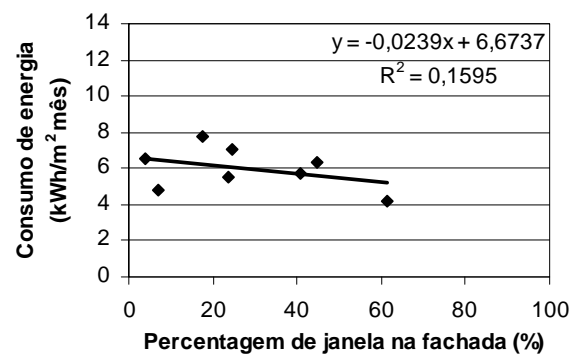
(e) Orientação sul



(f) Orientação sudoeste.



(g) Orientação oeste



(h) Orientação noroeste

Fig. 10: Correlação da percentagem de janela com o consumo de energia dos edifícios por orientação solar.

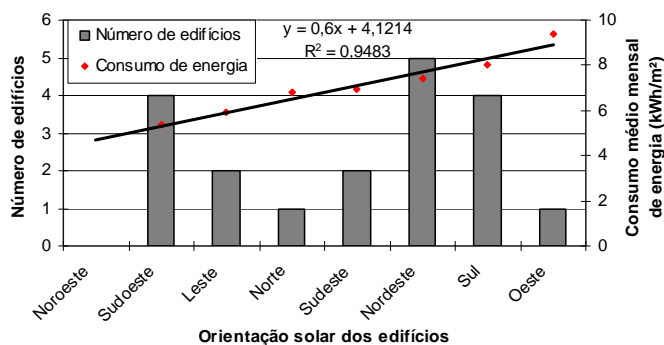


Fig. 11: Análise do consumo médio de energia com a orientação e a ocorrência dos edifícios.

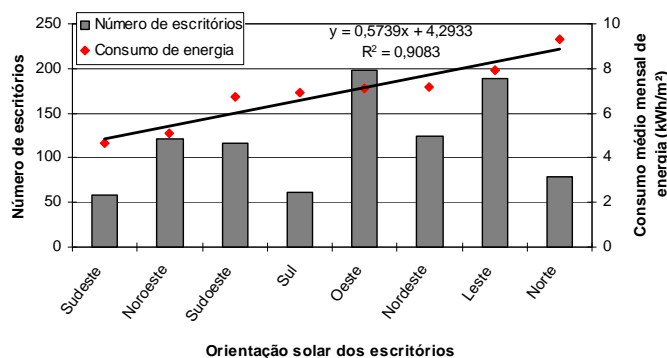


Fig. 12: Análise do consumo médio de energia com a orientação e a ocorrência dos escritórios.

5. CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi verificar a correlação de algumas tipologias arquitetônicas com o consumo de energia de 19 edifícios de escritórios localizados em Florianópolis – SC. Foi elaborada uma metodologia para a realização do estudo, onde basicamente foram obtidos os consumos de energia nas Centrais Elétricas de Santa Catarina e levantadas as tipologias arquitetônicas das edificações.

Através das correlações realizadas neste trabalho, foram avaliadas as influências de algumas tipologias arquitetônicas no consumo de energia dos edifícios e dos escritórios. As tipologias que apresentaram melhores correlações com o consumo de energia foram a forma e a orientação solar dos escritórios. Essa influência é confirmada através da variação do consumo de energia, que foi de cerca de 100% para a forma e orientação solar dos escritórios. Apesar da área de janela ser uma importante tipologia arquitetônica, nesta pesquisa, não apresentou boa correlação com o consumo de energia.

Ao contrário do que geralmente se observa em trabalhos sobre simulação computacional do consumo de energia de edificações, as correlações obtidas nesta pesquisa apresentaram baixo coeficiente de determinação e nem sempre seguiram a tendência esperada. Isso pode ser explicado pela influência que fatores como a carga térmica interna de cada escritório e as condições do entorno – que não foram levantados neste trabalho – podem exercer sobre o consumo de energia de uma edificação. Nas simulações computacionais esses fatores são controlados, garantindo correlações adequadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COELHO, G.M. **Correlação do consumo de energia elétrica com características construtivas de edifícios de escritórios localizados em Florianópolis – SC**. Relatório de Iniciação Científica. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- GHISI, E.; TINKER, J.A. An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings. **Building and Environment**. V. 40, N. 1, PP. 51-61, 2005.
- GHISI, E.; TINKER, J.A.; IBRAHIM, S.H. Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, V. 5, N.4, PP. 81-93, 2005.
- GRATIA, E.; DE HERDE, A. Design of low energy office buildings. **Energy and Buildings**. V. 35, N. 5, PP. 473-491, 2003.
- HYDE, R. **Climate responsive design: a study of buildings in moderate and hot humid climates**. New York, E & FN Spon, 2000.
- MINKU, P.M. **Tipologias construtivas de edifícios de escritório localizados em Florianópolis – SC**. Relatório de Iniciação Científica. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
- PEDRINI, A.; LAMBERTS, R. Influência do tamanho e forma sobre o consumo de energia de edificações de escritório em clima quente. In: Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído (ENCAC), 7. Conferência Latino-americana Sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações (COTEDI), 3. **Anais...** Curitiba, Nov. 2003.
- PROCEL Programa Nacional de Conservação de Energia. Disponível em www.procel.gov.br. Acesso em janeiro de 2006.
- SANTANA, M.V. **Influência de parâmetros construtivos no consumo de energia de edifícios de escritório localizados em Florianópolis – SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.