



**III ENCONTRO NACIONAL
I ENCONTRO LATINO-AMERICANO**

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

Influência de Características Arquitetônicas no Consumo de Energia Elétrica de Edifícios de Escritórios de Florianópolis

Luis Marcio Arnaut de Toledo , Roberto Lamberts - Cláudio E. Pietrobon
NÚCLEO DE PESQUISA EM CONSTRUÇÃO - Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário - Trindade - CEP. 88010-970 - Florianópolis - SC
Fax: (048) 231-9770 email: ECV1RLR@IBM.UFSC.BR

RESUMO

A partir de uma pesquisa de campo sobre as características arquitetônicas, construtivas e de uso dos ambientes em 12 edifícios de escritórios da cidade de Florianópolis, foram analisadas as correlações entre estas variáveis arquitetônicas e o consumo de energia elétrica. Isto se deu a partir de regressão simples destas, em relação aos consumos médios mensais dos edifícios nos períodos de inverno e verão.

ABSTRACT

A field survey about architectural, constructive and usage characteristics was developed in 12 office buildings of Florianópolis. The correlation of these characteristics with monthly energy consumption was studied for summer and winter.

PALAVRAS-CHAVE

Energia em Edificações; Energia Elétrica; Consumo; Arquitetura

INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica de um edifício sofre influência principalmente de 3 variáveis: características arquitetônicas, características construtivas e filosofia de uso dos ambientes, ou seja, o gerenciamento do uso dos espaços.

A análise destas características é válida, de modo que se possa compreender a eficiência energética da edificação e até as condições ergonômicas dos ambientes, em relação ao conforto ambiental. A utilização de iluminação artificial, equipamentos de ar condicionado, disposição, dimensionamento e ocupação dos ambientes podem influenciar a eficiência da realização de atividades no edifício.

Baseado em DERINGER e BUSCH [1992], fez-se uma lista das variáveis que mais se mostram importantes, quando se considera sua influência no aumento das cargas térmicas no ambiente

construído. Estas características são: número de pavimentos dos edifícios, Orientação da maior fachada, volume, área construída, área da maior fachada, fator solar do vidro que compõe as aberturas da maior fachada, a relação área envidraçada pela área da fachada (como mencionada pelos autores, WWR - Window Wall Ratio), densidade de pessoas, área da cobertura e consumos totais e por uso final.

Estas e outras características foram levantadas em 12 edifícios de escritórios da cidade de Florianópolis no primeiro semestre de 1994, possibilitando a formação de um banco de dados. Este trabalho procura entender a influência das características da maior fachada do edifício (WWR e fator solar dos vidros) no consumo de energia elétrica.

Por este motivo, apenas se considera aqui as análises feitas para os consumos mensais em kWh/m².mês nos períodos seco (maio a novembro) e úmido (dezembro a abril), conforme dados cadastrados fornecidos pela concessionária local, CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina.

Os edifícios que compõem esta pesquisa são: Assembléia Legislativa, Fórum - Florianópolis, Edifício das Secretarias, Edifício das Diretorias, ELETROSUL, Palácio do Governo, Tribunal de Contas, Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil, Secretaria de Educação, CASAN, EMBRATEL.

METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS LEVANTADAS

O primeiro passo tomado para efetuar a análise foi agrupar as variáveis supra-citadas, obtidas por visita de campo, de forma que foi possível obter correlações e a geometria e características termo-físicas do envelope com os consumos de energia elétrica cadastrados. Para obter as correlações entre as variáveis com o consumo, utiliza-se a regressão, simples.

Análise da Regressão Simples

O método utilizado para se proceder a regressão se dá pela organização e, agrupamento das variáveis independentes supra citadas e dependentes (os consumos), dimensionalmente coerentes entre si. Uma análise qualitativa da dispersão dos dados se dá a partir da disponibilidade de pelo menos 4 pares de coordenadas. Esta classificação das variáveis foi baseada em indicações de BURBERRY [1978]. Os seguintes critérios são levados em conta para analisar as regressões:

- a) Classificação por altura da edificação, baseado em MASCARÓ e MASCARÓ [1992];
- b) classificação por WWR, baseado em WALKER e MACALIK [1979], para intervalos de relações geométricas da envoltória;
- c) classificação por ponderação do WWR com o fator solar com vidro, para diferenciar dados coincidentes na classificação anterior.

REGRESSÃO DAS VARIÁVEIS E ANÁLISE

a) Classificação por altura:

A correlação de consumo total de energia elétrica crescente com a altura dos prédios, segundo MASCARÓ e MASCARÓ [1992], não se verificou com os dados dos doze prédios examinados, cujas alturas variam de 4 a 14 pavimentos, mesmo quando adotado o critério de distinguir os bancos dos edifícios comerciais dos públicos, adotado por este autor. As correlações entre as características geométricas que relacionam volume com as áreas da pior fachada ou a área total construída, respectivamente, por faixas de intervalo de altura da edificação, não se mostram consistentes.

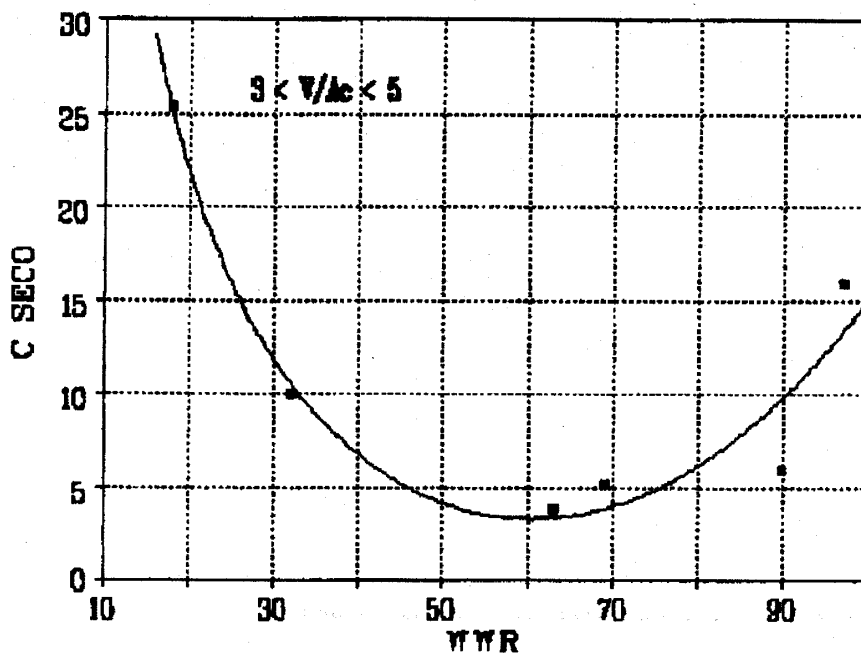
As correlações entre as características geométricas que relacionam volume com as áreas da pior fachada ou a área total construída, respectivamente, por faixas de intervalo de altura da edificação, também não se mostram consistentes.

b) classificação por WWR:

Para as faixas de intervalo que relacionam volume (V) e área total construída (AC), o critério de adotar como variável independente o WWR é consistente para as variáveis dependentes de consumo médio anual, consumo médio no período seco e úmido.

As figuras 1 e 2 representam o consumo de energia elétrica para edificações com $3 < V/AC < 5$ em função do WWR, nos períodos seco e úmido, respectivamente.

De acordo com estas figuras, observa-se que quanto menor o WWR, maior será o consumo total de energia elétrica na edificação no ano, pois menor será a área envidraçada, precisando da utilização de iluminação artificial para compensar a deficiência da natural. Em $WWR=60\%$ a curva apresenta um ponto de mínimo, indicando que existe um valor ótimo de WWR para projeto, que minimiza o consumo de energia na edificação. A partir deste valor mínimo, o consumo cresce com o valor de WWR, pois aumentando a área envidraçada, aumenta os ganhos térmicos pelas aberturas, conseqüentemente, o consumo com ar condicionado.



$$r^2 = 0,930158$$

Figura 1: WWR (%) X Consumo de Energia no Período Seco (kWh/M².Mês)

c) classificação por ponderação do WWR com o fator solar do vidro:

Na terceira classificação, para intervalos de variação que relacionam as áreas da pior fachada e a área construída global, as correlações mais consistentes, também são, obtidas para a variável independente FS.WWR e as variáveis dependentes: os consumos médios gerais anuais e sazonais (períodos seco e úmido).

Os resultados indicam um consumo mínimo para as relações de:

$$60\% < WWR < 70\% \text{ e } 3 < V / A_c < 5,$$

nos edifícios seguintes:

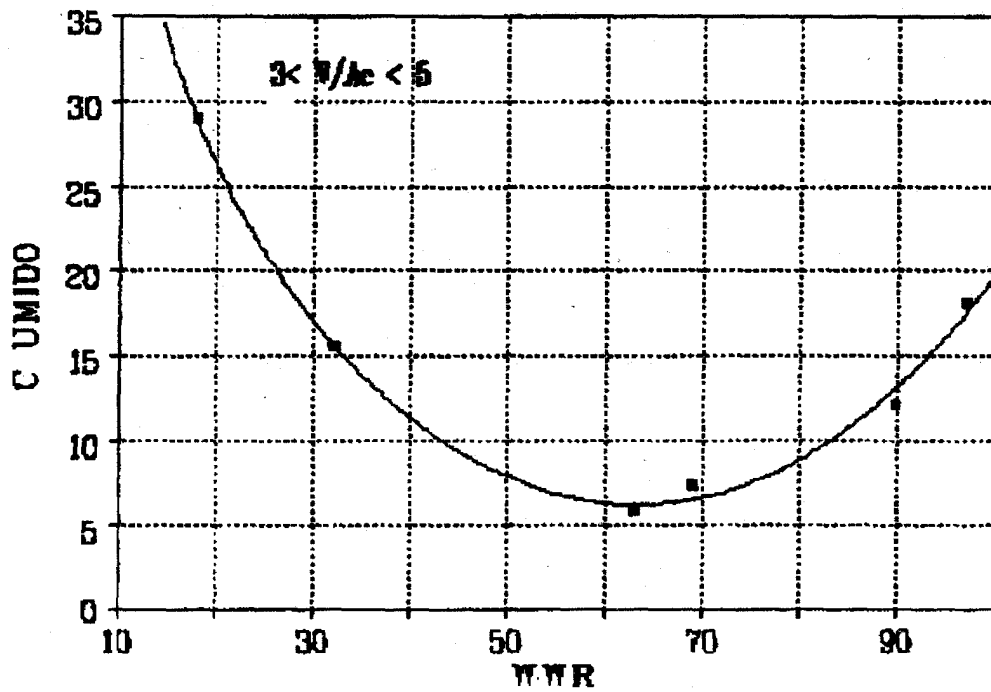
- 1- Edifício das Diretorias (13 pavimentos);
- 6- CASAN (6 pavimentos);
- 7- CELESC (5 pavimentos);
- 8- Edifício das Secretarias (9 pavimentos);
- 10- ELETROSUL (5 pavimentos);
- 11- EMBRATEL (9 pavimentos).

Para a relação: $50\% < FS.WWR < 60\%$ e $A_f / A_c < 10\%$, o consumo é mínimo com dados dos seguintes edifícios:

- 2- Assembléia Legislativa (5 pavimentos);
- 4- Tribunal de Contas (4 pavimentos);
- 5- Secretaria de Educação (12 pavimentos);
- 8- Edifício das Secretarias (9 pavimentos);
- 10- ELETROSUL (5 pavimentos).

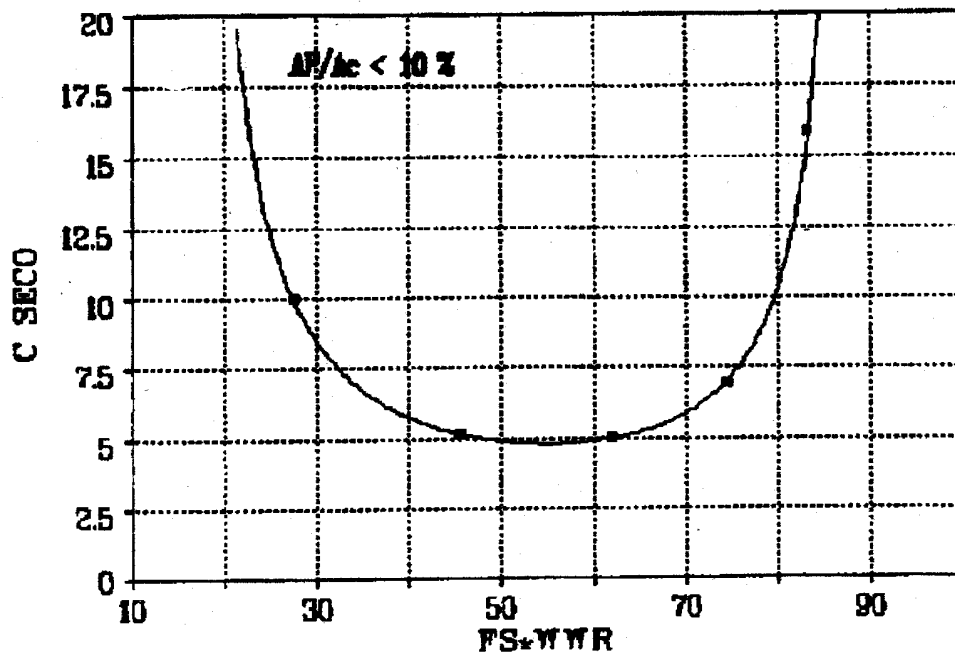
A **figura 3** mostra o consumo no período seco em função de FS.WWR. A **figura 4** mostra o consumo no período úmido em função de FS.WWR. As características dessas edificações compreendidas nestas duas figuras é para $A_f/A_c < 10\%$. Para a primeira o ponto de mínimo está entre $FS.WWR=50\%$ e, para a segunda, este ocorre quando $FS.WWR=60\%$.

Face a limitação amostra, os resultados desta análise e as equações matemáticas devem ser encaradas qualitativamente como indicadores preliminares da variação do desempenho dos edifícios analisados. Diante disto, é necessário a ampliação deste banco de dados para melhorar as correlações.



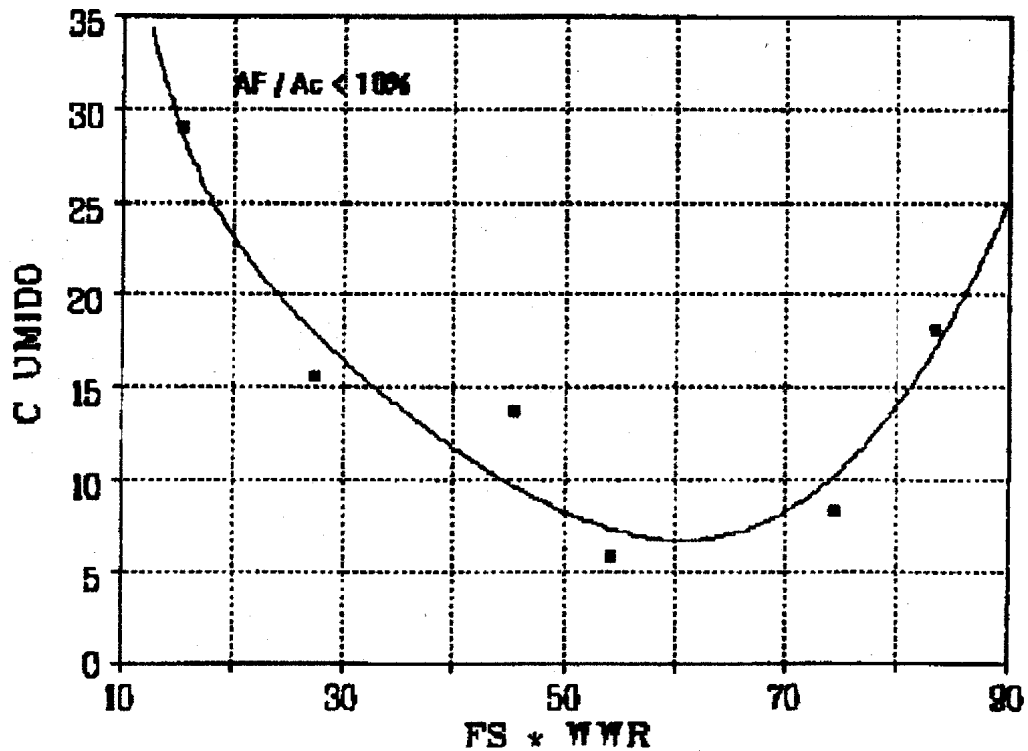
$$r^2 = 0,993742$$

Figura 2: WWR (%) X Consumo Médio de Energia no período úmido (kWh/m².mês)



$$r^2 = 0,999954$$

Figura 3: FS.WWR (%) X Consumo Médio de energia no período seco (kWh/m².mês)



$$r^2 = 0,9116839$$

Figura 4: FS.WWR (%) X Consumo Médio de Energia Elétrica no Período Úmido (kWh/m².mês)

CONCLUSÕES

As principais características de projeto que influenciam consideravelmente no desempenho energético da edificação são da fachada, em termos de área envidraçada e materiais componentes. Estas principais características são, o WWR e o fator solar dos vidros.

Aparentemente, em nenhum dos prédios visitados estas características foram tratadas pelo projetista com a preocupação com uso racional de energia na edificação.

O número de pavimentos e as características geométricas dos edifícios desta pesquisa não apresentaram correlação com os consumos, constatando com MASCARÓ e MASCARÓ [1992], que afirmam existir estas correlações.

Os resultados apresentados apenas sugerem correlações, que devem ser encaradas qualitativamente como indicadores da variação do desempenho dos edifícios. Para melhor fundamentar estas correlações, um número maior de edifícios seria necessário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURBERRY, L. [1978] **Ambient Energy: A criteria for Building Desing.** Lancaster: The Construction Press.

DERINGER, J J. e BUSCH, J. F. [1992] **ASEAN-USAID - Buildings Energy Conservation Project: - Final Report. Volume I: Energy Standars.** ASEAN- Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley.

MASCARÓ, L.R. e MASCARÓ, J.L. 1992] **Incidência das variáveis projetivas e de Construção no Consumo Energético dos Edifícios.** Sagra DC Luzzato. Porto Alegre.

WALKER, H. e MACALIK, M. [1979] **Energy Conservation, Design Resource Handbook.** Carswell, Toronto.

TOLEDO, L. M A. de. [1995] **Uso de Energia Elétrica em Edifícios Públicos e Comerciais de Florianópolis (SC).** Dissertação de Mestrado. Dept. Eng. Civil - UFSC. Florianópolis.

TOLEDO, L. M. A. de [1995] **Relatório Interno - NPC – UFSC. Volume 1: Análise do Consumo, Demanda e Fator de Potência em Edifícios Públicos e Comerciais de Florianópolis.** NPC – UFSC. Florianópolis.

TOLEDO, L. M. A de [1995] **Relatório Interno – NPC – UFSC. Volume 2: Análise do Uso Final de Energia Elétrica em Edifícios Comercias e Públicos de Florianópolis.** NPC – UFSC. Florianópolis.