



Eficiência energética e a padronização de edificações públicas catarinenses

Energy efficiency and standardization of public buildings of Santa Catarina

Ana Lígia Papst de Abreu, Professora, Instituto Federal de Santa Catarina.

ana.abreu@ifsc.edu.br

Marina Espíndola Amorim, acadêmica Curso Engenharia Civil, IFSC.

marinaamorim2101@gmail.com

Rafael Takeshi Hayashi Feuerharmel, acadêmico Curso Engenharia Civil, IFSC.

rafaelfeuerharmel@gmail.com

Julien Morello, acadêmico Curso Engenharia Civil, CESI La Rochelle.

julien.morello@viacesi.fr

Resumo

Projetos públicos catarinenses são conduzidos pela política da padronização e repetição. Num estado com diferenças climáticas, o ideal é que o sistema construtivo (paredes e cobertura) seja adequado ao local que será implantada a construção, para garantir conforto aos ocupantes e assim minimizar o consumo energético. O objetivo deste artigo é analisar como garantir a eficiência energética em edificações públicas, mantendo-se uma padronização construtiva única para os diferentes climas catarinenses. A metodologia utiliza-se de regulamentos nacionais que indicam características térmicas mínimas para os diferentes climas brasileiros, e desta forma propõe uma característica térmica de parede e cobertura que se adequem aos diferentes climas catarinenses. Como conclusão observa-se que para uma padronização nas edificações públicas catarinenses é importante utilizar na cobertura materiais com baixo valor de transmitância térmica. Já com relação a padronização das paredes, ou elabora-se dois projetos com espessuras diferenciadas ou adiciona-se isolamento térmico numa parede de blocos cerâmicos.

Palavras-chave: edificações padronizadas; características térmicas da edificação; envoltória da edificação

Abstract

Santa Catarina public buildings conception and realization projects are led by the standardized policy. Building system (walls and roof) should be suitable for the location/climate where the construction will be built. Energy consumption is minimized whether the users are thermal comfort. The aim of this paper is to analyze how to seek energy efficiency in buildings, maintaining the standardization in different Santa Catarina climates. The methodology of this work has adopted Brazilian regulation that indicates minimum building thermal characteristics for the different Brazilian climates, and thus proposes a thermal characteristic of the wall and roof that are suitable



for different Santa Catarina climates. As a conclusion, it is observed that for a standardization in public buildings in Santa Catarina it is important the roof has materials with low thermal transmittance. Regarding the standardization of the walls, either two projects with different thicknesses are elaborated or thermal insulation is added to a ceramic block wall.

Keywords: *standardized buildings; thermal characteristics of building; building envelope*

1. Introdução

Os projetos de edifícios públicos estaduais geralmente são padronizados. Esse comportamento de repetição de projeto pode ser útil para equalizar o processo e a gestão da construção estatal, apesar da implantação ocorrer em cidades diferentes. Em Santa Catarina, muitos projetos de edificações públicas estaduais, como centros sociais, asilos e outros, são norteados pela política de repetição do projeto arquitetônico. Claro que, as diretrizes projetuais dessas edificações públicas podem se adequar para determinados aspectos locais, e algumas adaptações podem ser feitas pelas diferenças entre o tamanho do terreno, a localização na cidade, e inclusive o clima.

Neste artigo faz-se uma comparação das diferentes regiões bioclimáticas do estado e as recomendações das características térmicas da envoltória para uma edificação adaptada ao clima.

O objetivo deste artigo é avaliar como a padronização de um projeto arquitetônico de um prédio pode adequar-se para buscar a eficiência energética da mesma edificação implantada em diferentes climas do estado.

2. Revisão de Literatura

O comportamento térmico e o consumo de energia de uma edificação estão relacionados com o clima. Pois o usuário quando em desconforto (térmico ou lumínico), vai buscar através dos sistemas da edificação (aquecimento, resfriamento, iluminação artificial) alterar o ambiente para melhor desempenhar suas atividades. (BROWN e DEKAY, 2004).

Desde 2014, os projetos de edificações públicas federais novas devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) classe "A" (BRASIL, 2014). A envoltória da edificação é um dos aspectos a serem avaliados pelo RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INMETRO, 2010).

Um dos primeiros critérios para se determinar se a envoltória é adequada pelo RTQ-C, é determinar qual zona bioclimática pertence a cidade que será implantada a edificação. Este artigo, refere-se a todas as cidades do Estado de Santa Catarina.

O Brasil é dividido em oito zonas bioclimáticas (ABNT, 2005). O estado de Santa Catarina tem classificada a maior parte das suas cidades nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 (Figura 1).

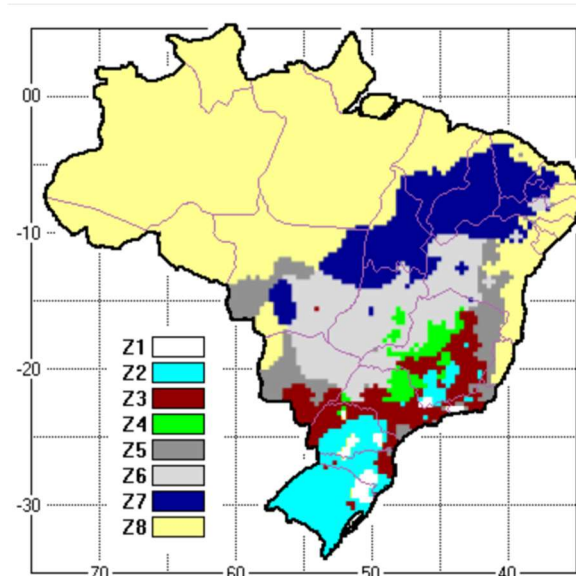


Figura 1: Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Fonte: Software ZBBR 1.0.

O desempenho térmico-energético de uma edificação varia conforme o sistema construtivo, e o RTQ-C avalia de forma diferenciada a envoltória da edificação em função da zona bioclimática que este pertence, seja pela transmitância térmica, seja pela absorvância solar. A transmitância térmica (“U”) é a “transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, (...) incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes.” (ABNT, 2013). Já a absorvância solar é a parcela (α) absorvida da radiação solar incidente numa superfície. Esta varia conforme a cor da superfície, cores escuras possuem valores de absorvância mais elevados (0,7 a 0,9), enquanto cores mais claras os valores variam de 0,2 a 0,5 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Num estudo recente com projeto de edificações escolares que foram desenvolvidos para as 8 zonas bioclimáticas brasileiras, observou-se que mesmo com o atendimento aos dados de transmitância térmica da envoltória, seriam necessárias estratégias adicionais para garantir o conforto térmico nas salas. (TELES et al, 2019). Desta forma, mesmo com a adoção de um projeto público padrão, onde se prioriza uma gestão otimizada dos recursos públicos, é possível garantir a qualidade ambiental, com pequenas alterações de elementos arquitetônicos, sem descaracterizar o projeto padrão. (BRITO et al, 2019).

3. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos apresentam os critérios usados para comparação: (a) das características térmicas da envoltória para edificações públicas catarinenses; (b) da



radiação solar disponível para três cidades que representam as três zonas bioclimáticas catarinenses.

3.1 Comparação das características térmicas da envoltória

Os critérios estabelecidos pelo RTQ-C para obtenção da ENCE “A” para a envoltória das três zonas bioclimáticas serão apresentados, e seus resultados discutidos quanto a padronização e a busca por eficiência energética nas edificações públicas estaduais.

3.2 Disponibilidade de radiação solar

Para um mesmo projeto, cuja edificação seja implantada em diferentes cidades catarinenses, preferiu-se cidades que tivessem estações meteorológicas. Então, o primeiro critério de escolha das cidades foi a disponibilidade de arquivos climáticos. Para isso, buscou-se no site http://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html as cidades catarinenses com dados climáticos disponíveis. Das 23 cidades catarinenses com dados climáticos, optou-se por São Joaquim para a Zona bioclimática 1, São Miguel do Oeste para a zona bioclimática 2, e Florianópolis para a zona bioclimática 3.

A comparação da disponibilidade de radiação solar nas três cidades foi determinada plotando os dados médios por hora e por mês de radiação solar. Desta forma é possível visualizar e comparar também entre as cidades, a porcentagem de horas dentro de determinadas faixas de radiação solar global horizontal por hora e mês do ano.

4. Resultados

Este item do artigo é dividido em duas partes: (a) análise da interferência dos requisitos construtivos voltados para a eficiência energética num projeto qualquer padronizado, neste caso focando em edificações públicas; e (b) análise da disponibilidade de radiação solar global horizontal.

4.1 Requisitos construtivos de eficiência energética versus padronização

Na Tabela 1 são apresentados os pré-requisitos mínimos de transmitância térmica (“U”) e absorvância térmica (α) da envoltória (paredes e cobertura da edificação) para obtenção de nível de eficiência “A”, para as três principais zonas bioclimáticas que se situam os municípios catarinenses.

		Zona Bioclimática 1		Zona Bioclimática 2		Zona Bioclimática 3	
Valor máximo		condic. artificial	ventilação natural	condic. artificial	ventilação natural	condic. artificial	ventilação natural
Cobertura	“U”(W/m ² K)	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	2,0
	α	0,5		0,5		0,5	
Parede	“U”(W/m ² K)	1,0		1,0		3,7	
	α	-		0,5		0,5	

Tabela 1 - Valores máximos das características térmicas da envoltória como pré-requisitos mínimos para obtenção de nível de eficiência “A”, para as três principais zonas bioclimáticas catarinenses. Fonte: adaptado de INMETRO (2010).

Pelos dados da Tabela 1, a transmitância térmica (“U”) das coberturas variam entre ambientes condicionados e naturalmente ventilados. A restrição quanto à transmitância térmica das coberturas é maior nas zonas bioclimáticas 1 e 2. Para padronização de uma edificação pública estadual catarinense, o ideal seria que as coberturas das edificações tivessem “U” máximo de 0,5 W/m²K. Numa edificação com um único pavimento, o ganho térmico pela cobertura no verão influencia diretamente na carga térmica de todos os ambientes internos. A opção por padronizar a cobertura neste caso, vem ao encontro da minimização do consumo energético por climatização no verão, e a diminuição da perda do calor interno no inverno.

Nas três zonas bioclimáticas, a absorvância solar (α) máxima das coberturas é de 0,50, mas são exceção as coberturas de teto-jardim ou quando se utiliza telhas cerâmicas não esmaltadas. (INMETRO, 2010). Vale lembrar que este aspecto limita o uso de telhas de fibrocimento na sua cor natural pois estas apresentam valor da absorvância solar de 0,6 (PRADO e FERREIRA, 2005). Se for especificado telhas de fibrocimento no sistema de cobertura, faz-se necessário pintar a mesma com cor clara, e a especificação de sua limpeza e manutenção regular.

Com relação às paredes, existe uma grande variação no valor de transmitância térmica (“U”) das zonas bioclimáticas 1 e 2 para a zona bioclimática 3. Exemplos de paredes com “U” < 1,0W/m²K são paredes duplas com tijolos cerâmicos vazados, e ou paredes com isolamento térmico. Já valores “U” < 3,7W/m²K para paredes, contemplam o sistema construtivo da maioria das paredes de blocos cerâmicos (simples) rebocados dos dois lados. Esta diferença nas paredes, interfere na construção padronizada tanto na dimensão dos ambientes quanto no aspecto financeiro. Edificações na zona bioclimática 3 podem utilizar uma quantidade menor de material nas paredes, mas precisariam ter um projeto de planta baixa readequado pelo menos para as paredes externas nas zonas bioclimáticas 1 e 2.

Observa-se que na Zona Bioclimática 1 não existe limite da absorvância solar (α) das paredes, isto para que se permita aumentar ainda mais os ganhos térmicos por radiação no período de inverno. Já nas zonas bioclimáticas 2 e 3, não é possível usar cores escuras. Se for necessária a padronização das cores das fachadas dos prédios públicos estaduais, faz-se necessário a especificação de cores claras ($\alpha < 0,5$) para as paredes.

4.2 Comparação da disponibilidade e da necessidade de incidência solar

A Figura 2 apresenta os gráficos da média mensal por hora da radiação global horizontal durante um ano, nas três cidades catarinenses: São Joaquim; São Miguel do Oeste; e Florianópolis. No eixo horizontal dos gráficos da Figura 2, são representados os meses, e no eixo vertical as horas do dia, as curvas amarelas representam as horas de nascer e pôr do sol respectivamente. Na legenda aparecem as faixas de valores da média de radiação global, e a porcentagem de horas que ocorreram no ano.

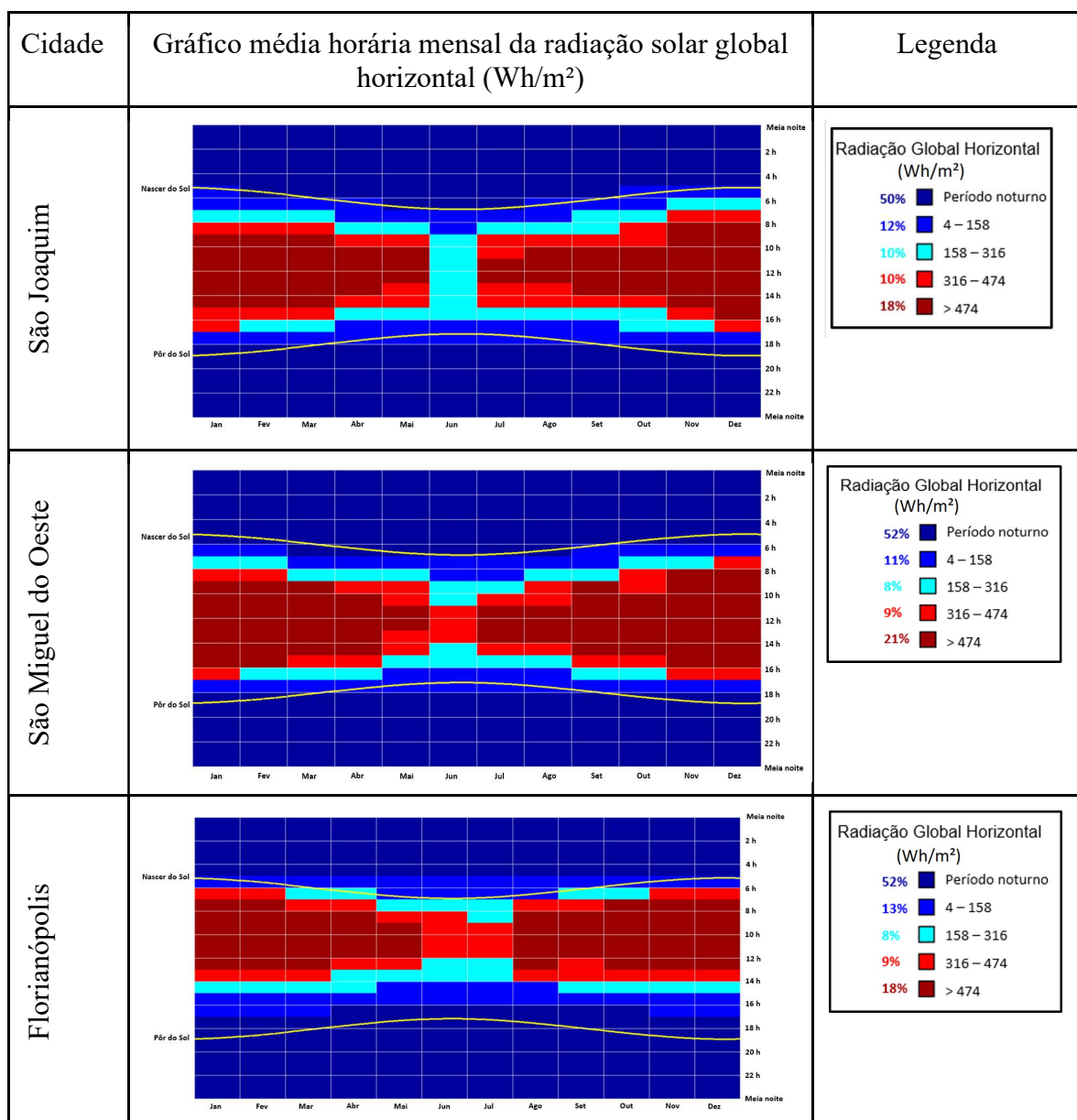


Figura 2: Gráficos comparativos de avaliação de distribuição da incidência solar por diferentes cidades catarinenses. Fonte: elaborado pelos autores a partir do software Climate Consultant.



A cidade de Florianópolis apresenta nos meses de junho a julho dados de radiação global horizontal superior às cidades de São Miguel do Oeste e São Joaquim. Nos meses mais quentes, janeiro e fevereiro, novembro e dezembro, os dados da média mensal da radiação global horizontal, que aparecem na maior faixa de valores, ocorrem em maior quantidade de horas nas cidades de São Joaquim e São Miguel do Oeste, e em menor ocorrência de tempo na cidade de Florianópolis. Em São Joaquim

Para as cidades da Zona Bioclimática 1, o ideal é aumentar o ganho de radiação solar para aquecimento. Mas para padronização de projetos públicos, precisaria prever-se que as paredes tivessem absorvância máxima de 0,5. O que se sugere, é que os beirais a norte das edificações públicas da Zona Bioclimática 1 sejam dimensionados para possibilitar uma maior incidência solar nos ambientes internos do que os beirais das edificações nas Zonas Bioclimáticas 2 e 3.

5. Considerações Finais

A otimização da gestão dos recursos públicos muitas vezes induz a padronização de edificações com o mesmo programa de necessidades, mas implantadas em diferentes localidades. Tendo como foco o conforto dos ocupantes e a eficiência energética da edificação, é recomendável ter-se adequações arquitetônicas nas edificações públicas em função do clima, mas que não descaracterizem o projeto padrão.

Neste estudo observou-se que a adoção de cobertura padronizada com baixo valor de transmitância térmica, possibilita a diminuição da climatização no verão (zona bioclimática 2 e 3), e a diminuição da perda do calor interno no inverno em todas as zonas bioclimáticas catarinenses. Com relação às paredes, existem duas possibilidades: (a) elaborar dois projetos com espessuras diferenciadas para edificações na zona bioclimática 1 e 2; e outro com paredes menos espessas para zona bioclimática 3; (b) adoção de isolamento térmico e valor de transmitância térmica mais restritivo, que atenderia às três zonas bioclimáticas catarinenses. Se o objetivo for padronizar as cores das fachadas dos prédios públicos estaduais, seria necessário adotar cores claras ($\alpha < 0,5$) para as paredes, assim como para a cobertura. Recomenda-se também, que os beirais na fachada norte das edificações públicas da Zona Bioclimática 1, sejam dimensionados para garantir ganho térmico solar nos períodos mais frios do ano.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa nº 2, de 4 de junho de 2014**. Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas



e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Disponível em:

<http://siabi.trt4.jus.br/biblioteca/direito/legislacao/atos/federais/int_mpog_slti_2014_2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BRITO, A.C.P., BRITO, C.M.B., BORTOLOTO, V.M., SILVA, C.F., AMORIM, C.N.D. O processo de projeto de edifício escolar: barreiras e perspectivas para o Conforto e a eficiência energética. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2019, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

BROWN, G. Z. e DEKAY, M. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004. ISBN: 85-363-0344-1.

INMETRO - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **RTQ-C: Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Brasília, 2010. Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.

PRADO, R. T. A.; FERREIRA, F. L. Measurement of Albedo and Analysis of Its Influence the Surface Temperature of Building Roof Materials. **Energy and Buildings**, v. 37, n. 4, p. 295-300, 2005.

TELES, C.C., GÓES, T.M., LOPES, A.F.O., FERNANDES, J.T., AMORIM, C.N.D., SILVA, C.F. Avaliação de Eficiência Energética e Conforto Térmico de Projetos Educacionais Padronizados do FNDE. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2019, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2019.