

Avaliação do desempenho térmico dos sistemas construtivos da envoltória de uma edificação corporativa segundo o método simplificado da norma NBR 15220

Evaluation of thermal performance of building systems of a corporate building envelope according to the simplified method of NBR 15220

Patrícia Geittones Tondelo, Arquiteta e Urbanista, UDESC

ptondelo@gmail.com

Resumo

O presente artigo é um estudo de caso que busca avaliar o desempenho térmico de uma edificação corporativa localizada na cidade de Itajaí, Santa Catarina, por meio de análises em três sistemas construtivos de cunho sustentável utilizados no projeto: fachada ventilada, cobertura de telha sanduíche e telhado verde. A avaliação consiste em analisar a resistência térmica, transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar por meio do método de cálculo simplificado da NBR 15220, verificando se seus requisitos são atendidos, assim como os requisitos exigidos pela NBR 15575. Dentre os três sistemas construtivos analisados, o resultado mais significativo foi o encontrado na fachada ventilada, cuja a capacidade térmica atingiu valor 85% superior que mínimo exigido pela norma NBR 15575, mostrando o potencial do sistema no retardo da transferência de calor entre o ambiente externo e interno.

Palavras-chave: Estudo de caso; Desempenho térmico; NBR 15220; NBR 15575

Abstract

This paper is a case study that aims thermal performance evaluation from a corporate building in the town of Itajaí, Santa Catarina, through analysis of three systems from sustainable constructions used in the project: ventilated façade, sandwich tile roof and green roof. The assessment is to analyze the thermal resistance, thermal transmittance, thermal capacity, thermal delay and solar factor for the simplified method of calculating the NBR 15220, making sure that their requirements meet, as well as the requirements of the NBR 15575. Among the three construction systems analyzed, the most significant result was found in the ventilated façade, its thermal capacity reached 85% value higher than the minimum required by the NBR 15575, showing the system's potential in delaying heat transfer between the external environment and internal.

Keywords: Case study; Thermal performance; NBR 15220; NBR 15575

1. Introdução e justificativa

Projetos sustentáveis podem ser entendidos como aqueles que consideram todo o ciclo de vida de um edifício, desde sua concepção, forma de utilização, manutenção, bem como a origem e o descarte de forma adequada dos materiais empregados em sua construção. A arquitetura bioclimática busca analisar fenômenos da natureza e as condições climáticas locais para a correta utilização dos materiais e sistemas construtivos.

O desempenho térmico de uma edificação depende dos elementos construtivos e suas interações com o meio ambiente. O conhecimento das propriedades térmicas dos materiais empregados nos sistemas de vedações permite estabelecer estratégias projetuais para que o edifício possa responder de forma eficiente as variações do clima.

No Brasil existem duas normas que tratam deste assunto, a NBR 15220 Desempenho térmico nas edificações (2005) e a NBR 15575 Edificações habitacionais – Desempenho (2008). A primeira aborda especificamente o desempenho térmico das edificações, bem como faz recomendações técnico-construtivas por zonas bioclimáticas pré-estabelecidas. A segunda aborda o desempenho de forma geral, estabelecendo um patamar mínimo a ser atingido em função da análise dos sistemas de estrutura, piso, vedação vertical, cobertura e instalação hidrossanitária.

Neste contexto, o artigo apresenta um estudo de caso de um edifício corporativo, em que se busca avaliar o desempenho térmico da envoltória segundo o método de cálculo simplificado da NBR 15220. As análises são feitas em três sistemas construtivos: fachada ventilada, cobertura de telha sanduíche e telhado verde.

A fachada ventilada é um sistema de revestimento externo caracterizado pela existência de uma câmara de ar que possibilita ventilação interna da parede. O fluxo do ar no interior da câmara é ascendente devido às diferenças de pressão que renovam o ar e retardam o aquecimento da parede ligada aos ambientes internos. A parede interna fica protegida da umidade gerada pela chuva devido ao efeito chaminé, o qual faz com que as pequenas quantidades de água infiltradas ou condensadas no interior da câmara sejam evaporadas através da ventilação. (MULLER, 2003).

A telha sanduíche é formada por duas chapas de alumínio externas a uma camada de material isolante térmico com espessura que varia entre 5 e 7cm. Sua principal finalidade é melhorar a qualidade do ambiente interno da edificação isolando termicamente.

As coberturas verdes são genericamente compostas de camada impermeabilizante, camada drenante, solo/substrato e vegetação, sendo divididas em dois tipos básicos: intensivas e extensivas. As do tipo intensivo são aquelas em que a camada de substrato é mais espessa (15cm a 120cm). A espessura maior potencializa a capacidade isolante, permite o cultivo de plantas de porte médio e possibilita o tráfego contínuo de pessoas. As do tipo extensivo possuem substrato com espessura de até 15 cm e normalmente não suportam tráfego de pessoas e permitem cultivar apenas plantas rateiras e de pequeno porte.

Segundo o estudo de Parizotto & Lamberts (2011), as coberturas verdes possuem grande potencial como mecanismo para resolver ou minimizar diversos problemas do ambiente urbano, como o retardo do escoamento das águas pluviais, a diminuição do efeito das ilhas de calor e o isolamento térmico gerado pela inércia que retarda a passagem de calor entre ambiente externo e interno. Em função destes benefícios diversas cidades vem adotando

legislações que estimulam a substituição de coberturas convencionais por coberturas verdes, como Toronto no Canadá, Copenhague na Dinamarca e neste ano a cidade de Recife no Brasil. Segundo a Lei Municipal 18.112/2015 aprovada em Recife, os projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais que tenham mais de 400m² de área de coberta, deverão prever a implantação de telhado verde para sua aprovação. (BRASIL, 2015).

O edifício objeto de estudo está localizado na cidade de Itajaí, Santa Catarina. A cidade fica na foz do rio Itajaí-Açu, a 26° 54' 48" de latitude e 48° 39' 53 de longitude. O clima é mesotérmico úmido de verão quente com precipitação regular durante o ano e médias mensais acima de 80mm, havendo abundância entre os meses de setembro e março. A umidade relativa do ar média é de 84% e a temperatura média anual é de 20,4 °C, com média variando entre 14 e 16 °C no inverno e 23 e 25 °C no verão. (ARAUJO, 2012). O edifício analisado possui características diferentes dos projetos comumente encontrados no setor corporativo, onde o uso do vidro nas fachadas prevalece sobre os demais materiais. O prédio conta com cerca de 75% da fachada ventilada, o que diminui o ganho de calor pela envoltória e economiza o uso de condicionadores de ar. Os locais com pele de vidro foram protegidos da incidência direta da radiação solar por meio de brises. A cobertura é composta por telhado verde e telha sanduíche com sistema de captação e armazenamento da água das chuvas para irrigar o telhado verde. O entorno conta com áreas de jardim e revestimento de piso que permite a permeabilidade das águas pluviais, como pode ser observado na figura 1¹.



Figura 1: Vista superior do edifício DC Logistics Brasil. Fonte: Elaborado pela autora

¹Entrevista informal com a autora do projeto DC Logistics Brasil: Rafaela B. Mafra. Data: 10 de dez. 2015.

2. Objetivos

Avaliar o desempenho térmico de uma edificação corporativa por meio da análise dos sistemas construtivos utilizados na envoltória aplicando o método de cálculo simplificado da norma NBR 15220 e verificando se seus requisitos são atendidos, assim como os requisitos referentes às Partes 4 e 5 da NBR 15 575². As análises são feitas em três sistemas construtivos de cunho sustentável: fachada ventilada, cobertura de telha sanduíche e telhado verde.

3. Método

O método adotado consiste em avaliar o desempenho térmico do edifício por meio de análises dos sistemas de vedações verticais e horizontais. Segundo a NBR 15220, desempenho térmico é definido através do cálculo simplificado da resistência térmica (a), transmitância térmica (b), capacidade térmica (c), atraso térmico (d) e fator solar (e).

- (a) A *resistência térmica* (R) é o somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento;
- (b) A *transmitância térmica* (U) é a transmissão de calor em unidade de tempo através da área unitária de um elemento, ela é o inverso da resistência térmica total;
- (c) A *capacidade térmica* pode ser definida como a quantidade de calor que um corpo deve trocar para que sua temperatura sofra uma variação unitária;
- (d) O *atraso térmico* (ϕ) é o tempo que transcorre entre os momentos de temperatura máxima do ar no exterior e no interior da edificação, quando se verifica um fluxo de calor através de um componente construtivo submetido a uma variação da temperatura. O atraso térmico depende da capacidade térmica do componente construtivo e da ordem em que suas camadas estão dispostas;
- (e) O *fator solar* (Fso) é a razão entre a quantidade de energia solar que atravessa um componente pelo quantidade de radiação solar que nela incide;

Devido a presença de uma câmara de ar dentro das vedações horizontais, são feitos cálculos para as situações de verão com fluxo descendente (ganho de calor) e inverno com fluxo ascentente (perda de calor). Após os cálculos, são feitas análises para verificar se os resultados obtidos estão em conformidade com os critérios e requisitos estabelecidos pelas normas NBR 15220 e NBR 15575.

4. Resultados e discussões

A primeira análise feita foi na fachada ventilada, que abrange uma área total de 620m². Observar figura 2 e tabela 1. Com S/L=500 cm²/m², a fachada é considerada muito ventilada.

² NBR 15575 Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas; NBR 15575 Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas;

Os dados dos materiais utilizados no cálculo foram retirados da NBR 15220 do catálogo do fabricante Formica®.

O revestimento externo TS exterior é composto de fibras celulósicas resinadas e compactadas em prensas a alta temperatura e pressão. (FORMICA, 2015).

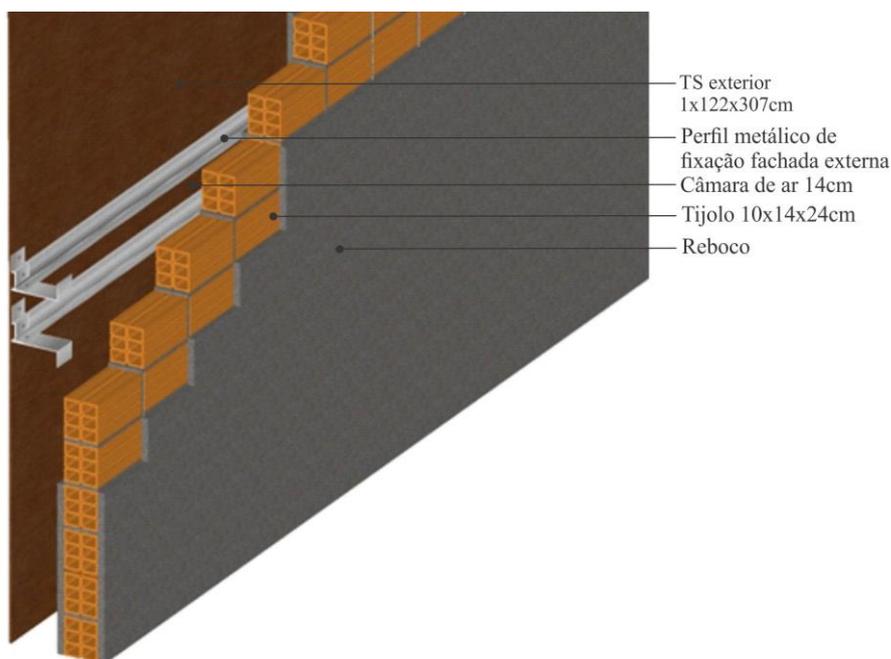


Figura 2: Estrutura da fachada ventilada. Fonte: Elaborado pela autora.

Propriedades dos materiais						
Camadas	e (m)	ρ Kg/m ³	λ W/(m.K)	c Kg/(Kg.K)	α	ϵ
TS exterior	0,01	1500	0,27	2,3	0,74	-
Câmara de ar	0,14	-	-	-	-	-
Reboco	0,02	2000	1,15	1,00	-	-
Tijolo cerâmico	0,1	1600	0,9	0,92	0,95	0,8
Reboco	0,02	2000	1,15	1,00	-	-
Resultados						
Resistência térmica (m ² .k/W)	Transmitância térmica (W/m ² .k)	Capacidade térmica (KJ/ m ² .k)	Atraso térmico (horas)	Fator solar (%)		
1,04	0,96	241,37	8h 16min 48s	2,84		

Tabela 1: Propriedades dos materiais da fachada ventilada e resultados. Fonte: NBR 15220, adaptado pela autora.

Resultados	Transmitância térmica W/ m ² .k	Capacidade térmica KJ/ m ² .k	Atraso térmico (horas)	Fator solar (%)
NBR 15220	$\leq 2,2$	-	$\geq 6,5$	$\leq 3,5$
NBR 15575 ($\alpha < 0,6$)	$\leq 2,5$	≥ 130	-	-
Fachada ventilada ($\alpha = 0,74$)	0,96	241,5	8h 16min 48s	2,84

Tabela 2: Resultados. Fonte: NBR 15220 e NBR 15575, adaptado pela autora.

Segundo a norma NBR 15220, a cidade de Itajaí pertence a zona 3 do zoneamento bioclimático brasileiro. A fachada em estudo tem o valor de transmitância térmica dentro do máximo estabelecido pelas duas normas. O resultado para a capacidade térmica é de 241,5KJ/(m².K), demonstrando um valor 85% superior ao requisito mínimo exigido pela norma NBR 15575. O atraso térmico e o fator solar, tratados apenas na NBR 15220, também apresentam resultados dentro do limite normativo.

O resultado também foi comparado com um estudo similar realizado por Muller (2003). No estudo de Muller, as análises são em uma fachada ventilada com condições de ventilação S/L=1.000 cm²/m², considerada muito ventilada. A parede é composta por tijolos de 6 furos com dimensões de 10x16x32cm, 1cm de massa assentamento e 2cm de reboco apenas no lado interno. O revestimento externo utilizado é porcelanato com 1,5cm espessura, conforme ilustrado na figura 3.

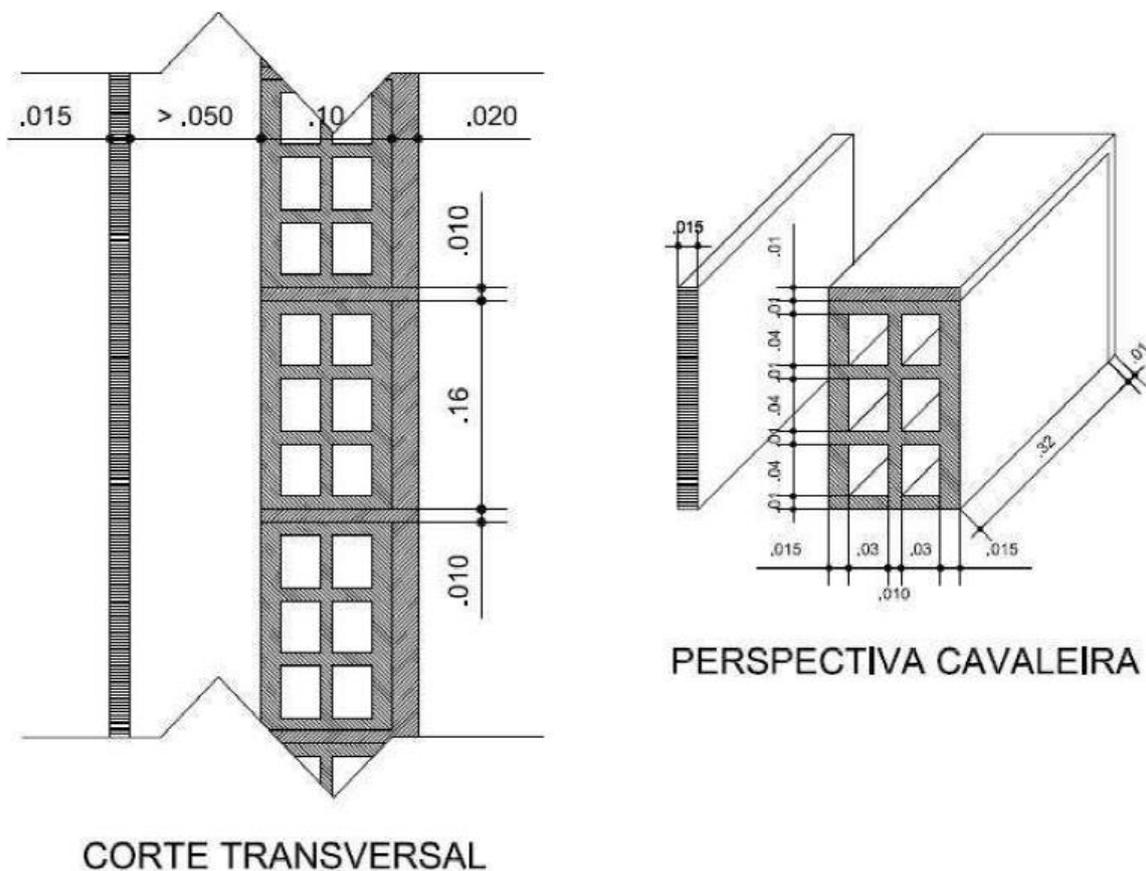


Figura 3: Imagem ilustrativa da fachada ventilada analisada por Muller. Fonte: Muller, 2003.

Comparativo do resultado do estudo de caso com o estudo de Muller					
Resultados	Resistência térmica (m ² .k/W)	Transmitância térmica (W/ m ² .k)	Capacidade térmica (KJ/ m ² .k)	Atraso térmico (horas)	Fator solar (%)
Estudo de caso	0,56	1,77	241,37	8h 16min 48s	2,84
Muller, 2003	0,48	2,05	150,38	3h 25min 12s	-

Tabela 3: Comparativo do resultado do estudo de caso com o estudo de Muller. Fonte: Elaborado pela autora e Muller, 2003, adaptado pela autora.

Na análise comparativa entre as duas envoltórias tem-se as seguintes diferenças: 18,5cm de espessura com câmara de ar de 6cm para o estudo de Muller e 29cm com câmara de ar de 14cm para a o estudo de caso. Outras diversidades entre eles são a camada externa extra de reboco utilizada no estudo de caso (2cm) e as dimensões do tijolo, 10x14x24cm para o estudo de caso e 10x16x32cm para estudo de Muller.

Comparando os dois resultados é possível observar que a resistência térmica e a transmitância possuem diferenças pequenas, apenas 0,08 m².k/W e 0,28 W/ m².k, enquanto a capacidade térmica e o atraso térmico atingiram diferenças maiores, 90,99 KJ/ m².k e 4h 33min 36s. Essa diferença possivelmente deve ter ocorrido em função da camada extra de reboco e da variação da dimensões dos tijolos, tendo em vista que as câmaras de ar não possuem espessura com diferença significativa que possa gerar influência no cálculo. Observar tabela 3.

A segunda análise abrangeu os dois tipos de coberturas: telha sanduíche e telhado verde. As duas coberturas não estão no mesmo nível, a vegetal encontra-se em um nível abaixo, mas por estar localizada adjacente a face norte do edifício não sofre prejuízos com períodos prolongados de sobreamento ao longo do ano. Observar figura 4.

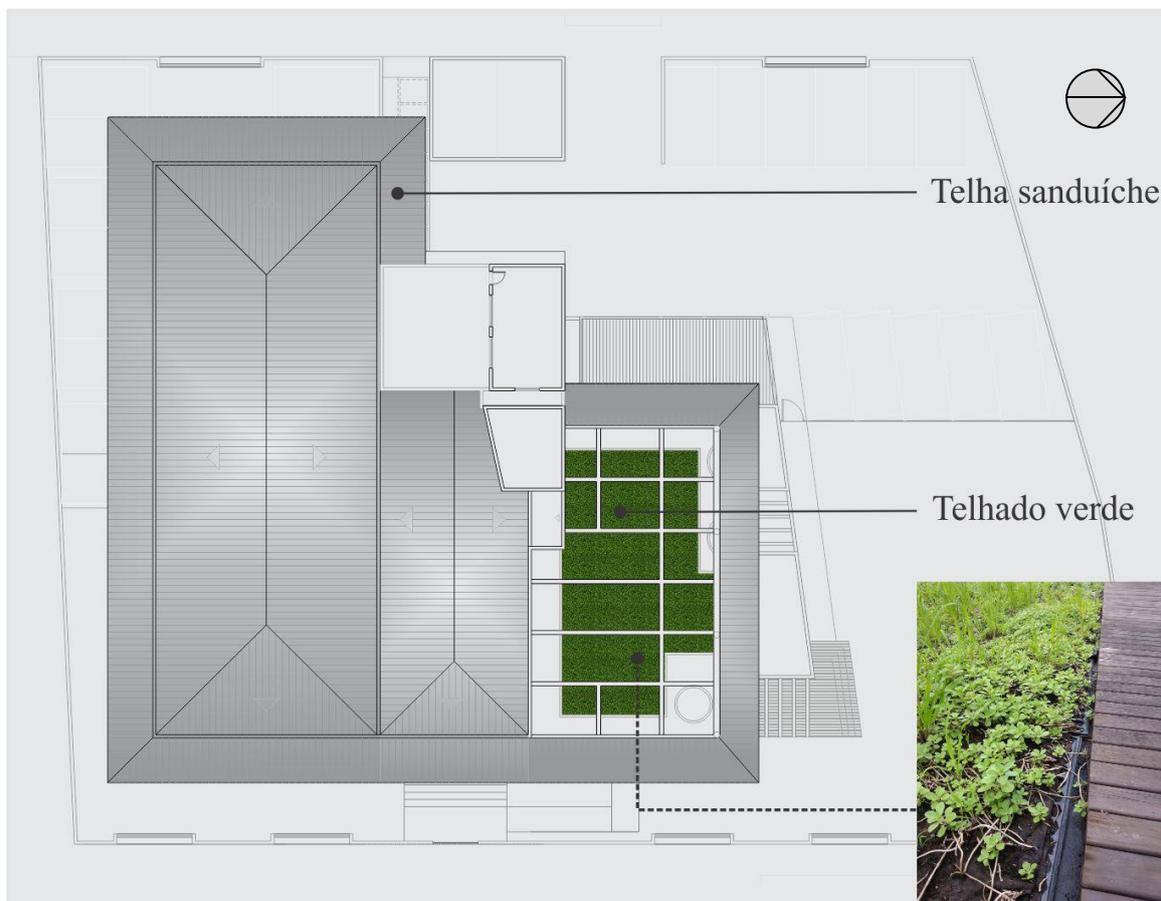


Figura 4: Planta de cobertura. Fonte: Mafra, 2015, adaptado pela autora.

A telha sanduíche cobre uma área total de 470m², onde estão localizados os ambientes do auditório, refeitório, sanitários, circulação vertical e hall do 3º pavimento. É formada por duas chapas de alumínio externas a uma camada de 5cm de espessura de poliestireno expandido, estrutura metálica para suporte da cobertura e forro de poliestireno, como mostra a figura 5 e tabela 4.

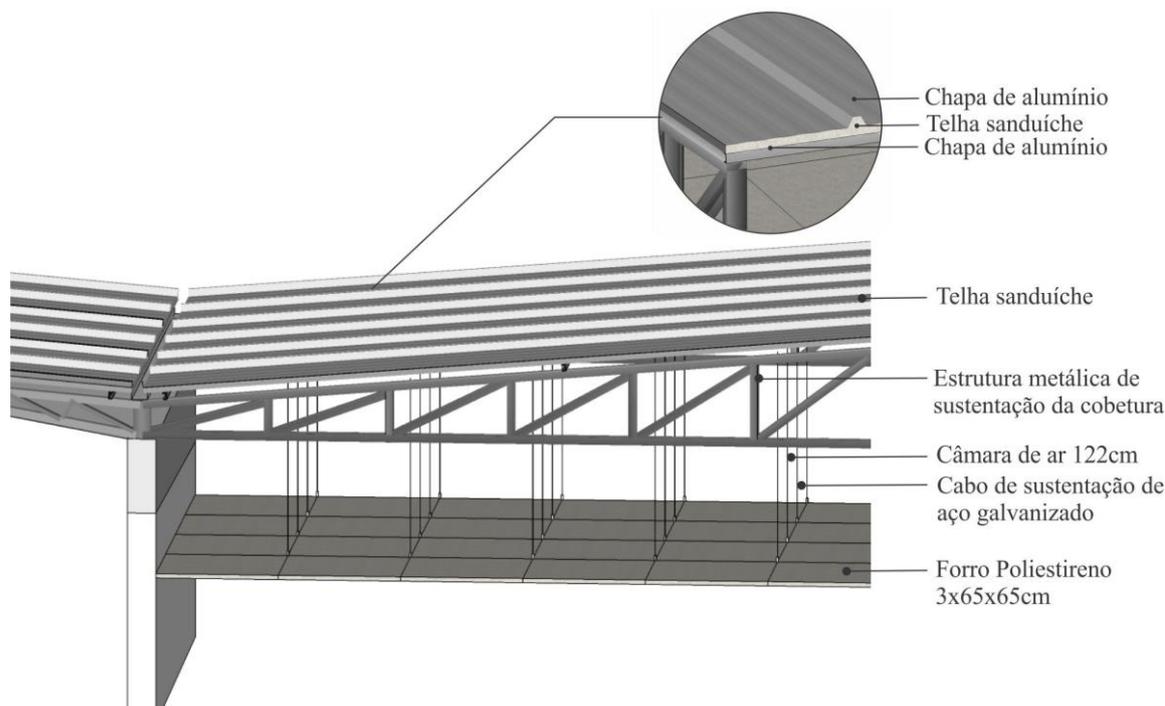


Figura 5: Cobertura de telha sanduíche. Fonte: Elaborado pela autora.

Propriedades dos materiais						
Camada	e (m)	ρ Kg/m ³	λ W/(m.K)	c Kg/(Kg.K)	A	ϵ
Alumínio	-	2700	230	0,88	0,05	0,05
Poliestireno	0,12	35	0,04	1,42	-	-
Câmara de ar	0,35	-	-	-	-	-
Poliestireno	0,03	35	0,04	1,42	-	-
Resultados						
Situação	Resistência térmica m ² .k/W	Transmitância térmica W/ m ² .k	Capacidade térmica KJ/ m ² .k	Atraso térmico (horas)	Fator solar %	
Verão	2,82	0,35	3,97	2h 4min 48s	0,24	
Inverno	0,95	1,05		-		

Tabela 4: Propriedades dos materiais da cobertura de telha sanduíche e resultados. Fonte: Elaborado pela autora e NBR 15220, adaptado pela autora.

O telhado verde cobre uma área de 87m² e está localizado em cima da sala da diretoria e da sala de reuniões. É composto por uma camada de substrato com 5cm de espessura apoiada sobre uma laje treliçada comum e forro de poliestireno, como mostrado na figura 6 e tabela 5. A vegetação é do tipo extensiva com boldo brasileiro cultivado e não suporta tráfego contínuo de pessoas.



Figura 6: Telhado verde. Fonte: Elaborado pela autora.

Propriedades dos materiais						
Camada	e (m)	ρ Kg/m ³	λ W/(m.K)	c Kg/(Kg.K)	α	ϵ
Substrato	0,05	2000	1,58	1,55	0,25	0,95
Concreto	0,03	2400	1,75	1,00	-	-
Poliestireno	0,12	35	0,04	1,42	-	-
Câmara de ar	0,35	-	-	-	-	-
Poliestireno	0,03	35	0,04	1,42	-	-

Resultados					
Situação	Resistência térmica m ² .k/W	Transmitância térmica W/ m ² .k	Capacidade térmica KJ/ m ² .k	Atraso térmico (horas)	Fator solar %
Verão	1,33	0,75	357,03	9h 48min	0,75
Inverno	1,05	0,51		-	

Tabela 5: Propriedades dos materiais do telhado verde e resultados. Fonte: NBR 15220 e OKE 1987, adaptado pela autora.

Para efeito de cálculo, foi desconsiderada vegetação no telhado verde por ser uma camada dinâmica e com variáveis não definidas pela norma, mas que influenciam no desempenho.

Segundo Parizotto & Lamberts (2011), a vegetação possui variáveis como o Índice de Área Foliar (IAF) e a evapotranspiração que causam grande influência no desempenho térmico das coberturas vegetais. O IAF envolve as características geométricas das folhas influenciando diretamente no sobreamento, temperatura e umidade das camadas do substrato e drenagem. O ar estacionário dentro da camada de vegetação minimiza a transferência de calor por advecção e impede o aquecimento pela entrada de ventos quentes. O estudo ainda afirma que parte da radiação solar incidente é refletida e parte é dissipada, sendo a evapotranspiração responsável por cerca de 58% da dissipação.

O resultados obtidos no cálculo foram confrontados com as normas NBR 15220 e NBR 15575 e estão expostos na tabela 6.

Critérios Requisitos		Transmitância térmica W/ m ² .k	Capacidade térmica KJ/ m ² .k	Atraso térmico (horas)	Fator solar (%)
NBR 15220	Leve	≤2,0	-	≤3,3	≤6,5
	Pesada	≤2,0	-	≥6,5	≤6,5
NBR 15575 (α<0,6)		≤3,7	-	-	-
Resultados					
Telha sanduíche Leve (α=0,05)		0,35	3,97	2h 4min 48s	0,24
Telhado verde Pesada (α=0,25)		0,75	357,03	9h 48min	0,75

Tabela 6: Tabela comparativa dos resultados. Fonte: NBR 15220 e NBR 15575, adaptado pela autora.

Segundo a NBR 15220, a cobertura de telha sanduíche pode classificada como Leve e o telhado verde como Pesado. Os valores de transmitância térmica, atraso térmico e fator solar para ambas as coberturas estão dentro dos padrões estabelecidos pelas duas normativas.

A NBR 15775 ainda classifica os sistemas de coberturas em três níveis de acordo com o índice de absorvância, a transmitância térmica e a respectiva zona bioclimática. As duas coberturas possuem $\alpha \leq 0$ e $U \leq 1,0$ (transmitância térmica), o que as classifica com nível de desempenho Superior, como mostrado na tabela 7.

Zona bioclimática 3		Nível de desempenho
$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	Mínimo (M)
$U \leq 2,3$	$U \leq 1,5$	
$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	Intermediário (I)
$U \leq 1,5$	$U \leq 1,5$	
$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	Superior (S)
$U \leq 1,0$	$U \leq 0,5$	

Tabela 7: Classificação do nível de desempenho. Fonte: NBR15575.

Quanto a capacidade térmica para os sistemas de coberturas as normas não trazem critérios mínimos ou máximos a serem respeitados. A capacidade térmica está ligada aos valores do atraso térmico, que por suas vez estão ligados a espessura e as propriedades das camadas dos sistemas de vedações. O atraso térmico do estudo de caso foi de 9h 48min horas para o telhado verde e 2h 4min 48s para a cobertura sanduíche, comprovando o potencial da cobertura vegetal no retardo na transferência de calor entre o ambiente externo e interno.

No estudo realizado por Parizotto & Lamberts (2011), onde foram utilizados instrumentos de medição, o resultado encontrado para o atraso térmico da cobertura vegetal foi próximo ao do estudo de caso, 10h 15min, porém para a cobertura metálica, o atraso térmico foi de 6h 05min. Supostamente, esta diferença de aproximadamente 4 horas a mais de atraso térmico na cobertura metálica ocorreu em função da barreira radiante, manta de alta refletância, entre a telha e a câmara de ar da cobertura utilizada no estudo comparativo.

De acordo com Michels (2007), as barreiras radiantes são utilizadas para reduzir a transferência de calor por radiação entre as telhas e o forro (ou laje) da edificação. Todos os

corpos emitem ou recebem radiação térmica em função da sua temperatura. A quantidade de energia emitida depende da temperatura e da emissividade de sua superfície. O desempenho de uma barreira radiante está associado a algumas propriedades chamadas de emissividade e refletividade. Quanto maior o poder de reflexão da radiação e menor o poder emissivo de um material, e conseqüentemente melhor será a barreira radiante. O alumínio é o material comumente utilizado nas mantas térmicas reflexivas devido a sua baixa emissividade, em torno de 0,05, e alta refletância, aproximadamente 0,9.

A refletância dos materiais também pode ser medida por meio do fator solar. Pelos índices obtidos, 0,24 para a telha sanduíche e 0,75 para o telhado verde, é possível concluir que a telha sanduíche refletirá 0,51% da radiação solar incidente que o telhado verde.

Comparando as duas coberturas é possível concluir que as duas atendem aos requisitos de desempenho das normas, porém possuem algumas diferenças: maior inércia térmica no caso do telhado verde e e maior refletância a radiação solar, no caso da telha sanduíche.

5. Conclusão

As análises simplificadas do desempenho térmico mostram que os sistemas construtivos empregados nas vedações verticais e horizontais estão dentro dos padrões estabelecidos pelas normas brasileiras. Na análise da fachada ventilada o resultado mais significativo foi o da capacidade térmica que apresentou 85% a mais que mínimo exigido pela norma NBR 15575, denotando o potencial do sistema construtivo no retardo da transferência de calor.

O fluxo de ar ascendente na câmara da fachada ventilada tende a deixar a parte superior da edificação mais aquecida, por este motivo, aconselha-se utilizar interrupções ao longo da altura da câmara de ar como forma de evitar o fluxo contínuo de ventilação.

Quanto as coberturas utilizadas no projeto, é possível afirmar que as duas possuem desempenho térmico que superam as exigências normativas para a zona bioclimática onde o projeto foi construído. Segundo as recomendações técnico-construtivas da NBR 15220 é aconselhado a utilização de coberturas leves, deste modo o uso da telha sanduíche estaria mais condizente, mas a depender do finalidade do projeto pode ser preferível o uso da cobertura vegetal.

Para o edifício estudado, cujo local inserido é de clima quente e o funcionamento é diurno, a solução do telhado verde pode ser mais interessante que a telha sanduíche, tendo em vista que a massa térmica deste sistema construtivo retarda a passagem do calor entre o meio interno e externo proporcionando temperaturas internas com menor amplitude durante o dia e conseqüentemente a redução o uso de condicionadores de ar.

A avaliação foi realizada em um projeto concluído e demonstrou que análises simplificadas como estas além de produzirem bons resultados estão ao alcance de todos os projetistas, arquitetos e engenheiros. Estudos simplificados por meio de normativas tem a função de testar de soluções construtivas diferentes para descartar as consideradas inadequadas e escolher as mais condizentes com a finalidade do edifício e características bioclimáticas locais.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações**, Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edifícios habitacionais-Desempenho: Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas e Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas**. Rio de Janeiro, 2013.

ARAÚJO, S.A. Declividade. IN: POLETTE, M.; MARENZI, R.C.M. E SANTOS, C.F.(Org.) **Atlas socioambiental de Itajaí. Itajaí**. Editora Da Univali, 2012.

BRASIL. Lei nº 11.112, de 12 de janeiro de 2015.

FORMICA, TS exterior. **Resistência, estabilidade e design nas fachadas externas**. Disponível em: www.formica.com.br. Acesso em 08 de dezembro de 2015.

MAFRA, Rafaela Beatriz. **Projeto DC Logistic Brasil**. Itajaí, SC, 08 de dez. 2015.

MICHELS, Caren. **Análise da transferência de calor em coberturas com barreiras radiantes**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis.

MÜLLER, Alexandre. **Desenvolvimento de um protótipo e análise do comportamento térmico de fachada ventilada com placas cerâmicas de grês porcelanato**. Dissertação. Florianópolis, 2003.

PARIZOTTO, S. & LAMBERTS, R. (2011). **Investigation of green roof thermal performance in temperate climate: A case study of an experimental building in Florianópolis city, Southern Brazil**. Energy and Buildings, Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.014>.

T.R. Oke. **Boundary Layer Climates**. Second ed., Cambridge University Press, New York, 1987.