

Fachadas ventiladas: Reflexões sobre os aspectos relativos a sustentabilidade da NBR 15575

Ventilated façades: Reflections on aspects related to Sustainability of NBR 15575

Patrícia Geittenes Tondelo, mestranda no programa de Pós graduação e Arquitetura e Urbanismo, Pós-Arq, UFSC

ptondelo@gmail.com

Resumo

A escolha de um determinado sistema construtivo para composição de uma fachada implica em analisar uma série de fatores relacionados ao seu desempenho e a satisfação do usuário. A NBR 15575 fragmenta o requisito do usuário relativo a sustentabilidade em três critérios expressos pelos fatores de durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental. Dentro deste contexto o artigo busca refletir sobre os aspectos relativos a sustentabilidade expressos pela norma NBR 15575 por meio de um estudo de caso de uma fachada ventilada. Dentre os pontos mais relevantes da análise destaca-se a maleabilidade do revestimento externo em contrapartida com a rigidez da vedação interna, a estimativa da energia incorporada nos processos de fabricação dos subsistemas construtivos e a confirmação do potencial do sistema construtivo na melhora do desempenho térmico através de uma análise simplificada.

Palavras-chave: Fachada ventilada; Sustentabilidade; NBR 15575.

Abstract

The choice of a particular constructive system for composing a façade implies analyzing a series of factors related to its performance and user satisfaction. The NBR 15575 fragments the user requirement for sustainability in three criteria expressed by the factors of durability, maintenance and environmental impact. Within this context, the paper aims to reflect on the aspects related to sustainability expressed by the standard NBR 15575 by means of a case study of a ventilated façade. Among the most relevant points of the analysis, the malleability of the external coating in counterpart with the stiffness of the internal seal, the estimation of the energy incorporated in the manufacturing processes of the constructive subsystems and the confirmation of the potential of the constructive system in the improvement of the thermal performance through simplified analysis.

Keywords: *Ventilated façade; Sustainability; NBR 15575.*

1. Contextualização

“Para sobreviver, necessitamos nos proteger do clima usando três peles. A primeira é a pele natural do nosso corpo, a segunda são as roupas que usamos e a terceira são nossas edificações.” (ROAF, *et al.*, 2009, p.17). As fachadas integram os sistemas de vedações e juntamente com a coberturas definem a envoltória de uma edificação, constituindo a forma como o edifício se comunica com o ambiente externo.

Segundo Barth (2016), as fachadas compõem as interfaces de uma obra arquitetônica constituindo um elemento importante na valorização estética do edifício e composição do espaço urbano. Porém escolha dos sistemas construtivos que compõem as fachadas deve ir além da estética do edifício, devem também considerar fatores climáticos como variação de temperatura e umidade, incidência de chuvas, ventos, poluição entre outros agentes.

A escolha de um determinado sistema construtivo para composição de uma fachada implica na análise de uma série de fatores relacionados ao seu desempenho como alguns dos citados por Barth (2016), assim como fatores relacionados satisfação do usuário. No que diz respeito a satisfação do usuário, a atual norma de desempenho, NBR 15575 Edificações habitacionais – Desempenho, busca traduzir os requisitos relativos a satisfação do usuário em três categorias que englobam a segurança, habitabilidade e a sustentabilidade. O objetivo é atender de forma *Mínima (M)*, *Intermediária (I)* e *Superior (S)* aos seguintes requisitos:

- (a) *segurança* – segurança estrutural, contra o fogo, no uso e na operação;
- (b) *habitabilidade* – estanqueidade, desempenho térmico, lumínico e acústico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade, acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico;
- (c) *sustentabilidade* – durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental;

A NBR 15575 fragmenta o requisito do usuário relativo a sustentabilidade em três critérios expressos pelos fatores de durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental. No decorrer da norma o impacto ambiental ainda é fragmentados em subfatores conforme ilustra a figura 1.

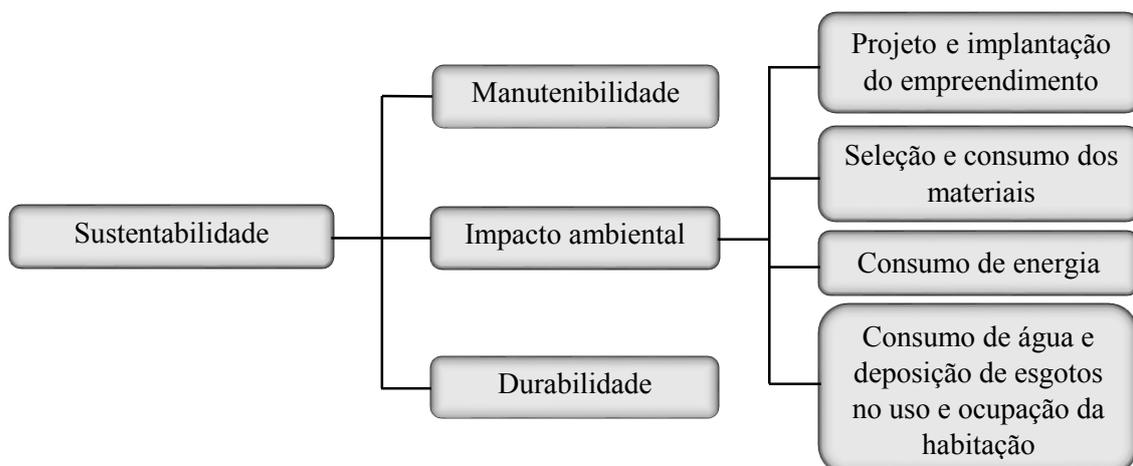


Figura 1: Definição de sustentabilidade segundo a NBR 15575.

Fonte: NBR15575, adaptado pela autora.

A manutenibilidade compreende o grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou relocado no estado o qual possa executar suas funções

requeridas. A manutenção é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes a fim de atender às necessidades dos seus usuários.

A intervenções de reparo e manutenção influenciam na durabilidade dos componentes, sistemas construtivos e do edifício como todo. A durabilidade se extingue quando o produto, edifício ou sistema, deixa de atender as funções que lhe foram atribuídas, quer seja pela degradação através de agentes externo ou própria pela obsolescência funcional. Dentro do contexto de durabilidade expressa o que a norma chama de vida útil (VU) - tempo compreendido entre o início do uso do produto até o momento em que seu tempo deixa de atender aos requisitos do usuário previamente estabelecidos.

Quanto ao impacto ambiental, diversos são os parâmetros que podem ser adotados a fim de avaliar e quantificar o impacto gerado no meio ambiente. Em um estudo realizado por Avellaneda et al. (2007), a impacto ambiental gerado por tipologias de fachadas ventilada distintas foi quantificado através da energia consumida pelo materiais (MJ/m^2), emissão de CO_2 ($KgCO_2/m^2$) e a peso próprio dos sistemas construtivos (Kg/m^2). A norma desempenho não define uma metodologia de avaliação do impacto ambiental devido à dimensão que está temática possui em relação ao edifício, mas se atenta a alguns parâmetros que julga importante e que devem ser considerados, como o projeto da edificação e sua implantação, seleção e consumo dos materiais, consumo de água, deposição de esgotos e o consumo de energia.

É importante salientar que norma NBR 15575 não apresenta ou indica metodologias para avaliação dos parâmetros relativos a sustentabilidade, ficando a cargo dos projetista a interpretação destes aspectos e a escolha de uma forma para avaliar e quantificar esse requisito.

2. Objetivo

Dentro deste contexto, o presente artigo objetiva refletir sobre os aspectos relativos a sustentabilidade expressos pela norma NBR 15575 por meio de um estudo de caso de uma fachada ventilada. Segundo a norma a sustentabilidade é um requisito do usuário expresso pelos fatores de durabilidade, manutenibilidade, impacto ambiental. Partindo do princípio de que a melhoria no desempenho térmico é um dos principais atributos das fachadas ventiladas, a análise do sistema construtivo também englobou um estudo térmico com base na norma NBR 15575.

3. Estudo de caso: Caracterização do sistema construtivo

O edifício que teve sua fachada como objeto de estudo está localizado na cidade de Itajaí, Santa Catarina. A cidade fica na foz do rio Itajaí-Açu. 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 (ARAÚJO, 2012). O prédio possui cerca de 75% de toda a fachada com sistema de ventilação. Os locais com pele de vidro são

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 2.



Figura 2: Vista superior do edifício objeto de estudo
Fonte: Autora

A fachada ventilada é um sistema construtivo caracterizado pela existência de uma câmara de ar entre dois subsistemas 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 que faz com que as pequenas quantidades de água infiltradas ou condensadas no interior da câmara sejam evaporadas através da ventilação (MULLER, 2003). A figura 3 demonstra uma representação genérica das camadas e subsistemas que compõe as fachadas ventiladas (exterior para o interior).

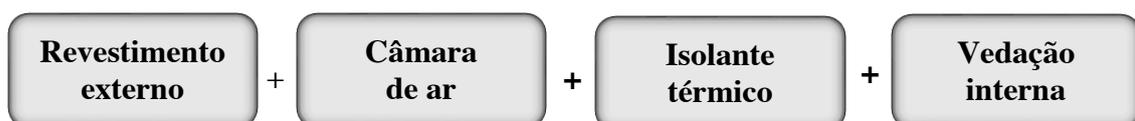


Figura 3: Representação genérica das camadas de uma fachada ventilada.
Fonte: Elaborado pela autora

A fachada ventilada do edifício estudado é composta pelas camadas de revestimento externo em laminado fenólico de alto desempenho (TS exterior), câmara de ar e vedação

interna em alvenaria de tijolos com reboco em ambos os lados, conforme ilustra a figura 4. Vale ressaltar que a fachada não dispõe de isolante térmico em sua composição.

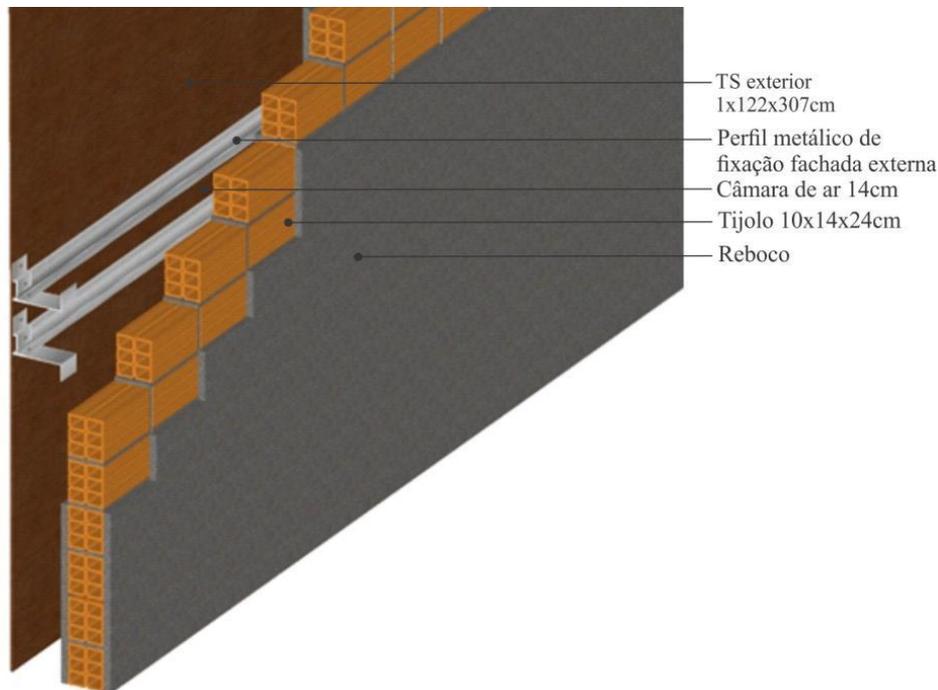


Figura 4: Composição da fachada ventilada do edifício estudado
Fonte: Elaborado pela autora

4. Análise da sustentabilidade do sistema construtivo segundo a norma NBR 15575

O sistema de fachada ventilada funciona como uma parede que “respira”. O efeito chaminé permite a dispersão do vapor entre o revestimento externo e a parede de vedação eliminando a umidade acumulada entre estas camadas. A camada tripla de proteção (revestimento externo + câmara de ar + vedação interna) quando bem dimensionada e executada confere para os ambientes internos boa estanqueidade e melhora nas condições térmicas.

Patologias geradas por infiltrações das águas pluviais e insolação direta são as mais frequentes causas da deterioração das fachadas. No sistema de fachada ventilada o revestimento externo tem a função de proteção das vedações internas por ser o subsistema que fica diretamente exposto às intempéries. No que diz respeito a sustentabilidade, o emprego de sistemas cada vez mais desmontáveis favorece reparo de manutenção, que segundo a norma NBR 15575 é um requisito do relativo a sustentabilidade. A intervenções de manutenção nos sistemas construtivos tem a função de garantir que eles continuem a desempenhando as funções para o qual foram projetados permitindo assim o prolongamento da sua vida útil. O grau de facilidade de manutenção se correlaciona com sustentabilidade pois permite quantificar os resíduos gerados durante as intervenções de reparo e manutenção.

Neste aspecto, a vedação interna composta de alvenaria em tijolos com tubulação embutida se mostra pouco sustentável em razão de constituir um sistema bastante engessado

e gerador de resíduos em caso de possíveis intervenções de manutenção. Por outro lado o revestimento externo possui características construtivas que permitem que os reparos sejam feitos de forma pontual, rápida e com baixa geração de resíduos. A figura 5 ilustra a remoção pontual de uma placa cerâmica de fachada ventilada.

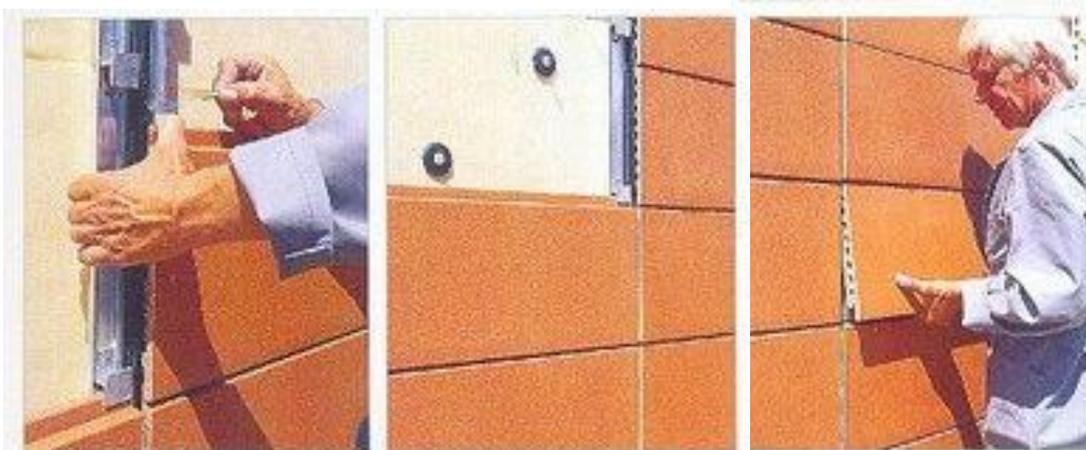


Figura 5: Remoção pontual do revestimento externo

Fonte: Disponível em <www.archdaily.com.br> Acesso em 12 de janeiro de 2017

No que diz respeito ao impacto ambiental, as análises se concentraram no ciclo de vida (CV) dos materiais empregados nos subsistemas que compõe as fachadas ventiladas. A análises dos ciclo de vida foram feitas de forma abrangente e buscaram demonstrar a quantidade de energia incorporada nos processos de fabricação dos subsistemas. Sob o ponto de vista da sustentabilidade, a seleção dos materiais que compõe os subsistemas construtivos deve levar em conta a energia embutida nos produtos, pois envolve a quantificação dos custos econômicos, ambientais e sociais da energia utilizada desde a extração de matérias-primas até à reciclagem e/ou reutilização dos seus produtos finais.

A primeira análise concentrou-se no revestimento externo laminado fenólico de alta pressão TS exterior (marca Formica®) cuja composição dá-se por fibras celulósicas. O ciclo de vida do laminado envolve etapas que vão deste o plantio e cultivo até processos que envolvem extração da celulose, compactação e pensamento em formas de alta temperatura e pressão. A fibras celulósicas derivam de processos realizados com algumas partes das plantas, como caules ou tecidos fibrosos, e seu beneficiamento é realizado com das plantas provenientes de locais onde há manejo florestal, porém o processo de extração da celulose se dá a partir da trituração de plantas virgens, ou seja, a celulose não é um subproduto da indústria madeireira. Analisando sem grande aprofundamento nos detalhes do ciclo é possível perceber a existência de grande quantidade de energia incorporada em todo o processo de fabricação das placas do revestimento externo.

A análise do ciclo de vida da alvenaria envolve a análise do tijolos cerâmicos e do reboco. Quanto a fabricação do tijolo cerâmico, um estudo realizado por BRITO *et al.* (2015) aponta que as etapas de moldagem das peças com argila e água e a queima do tijolo em fornos concentram o maior consumo de energia incorporada. Em todos os estados brasileiros é possível encontrar uma vasta gama de obras em alvenaria de tijolos o que torna este sistema construtivo o mais difundido no país. Segundo OLIVEIRA (2009), o impacto da seleção da cerâmica como sistema de vedação se dá pelo impacto ambiental gerado durante a fabricação do componente cerâmico e pelo volume consumido pelo mercado. A autora ainda afirma que

o impacto ambiental gerado pelas indústrias cerâmicas se concentra no uso de combustíveis fósseis ou biomassa para queima dos componentes e na emissão de poluentes no ar, sendo o CO₂ o principal deles. Quanto ao reboco o principal impacto gerado pelo seu uso ocorre em função da porção de cimento adicionada em sua composição. Práticas como a adoção de cimento do tipo CPIII, cujo o qual leva à adição de resíduo de escória de alto forno em sua composição, demonstram uma maior preocupação com o meio ambiente tendo em vista que este contém resíduos provenientes de outro processo de industrialização em sua composição. No estudo em questão, não foi possível identificar a procedência do cimento utilizado no reboco, mas foi possível identificar que a aplicação de reboco em ambos os lados se mostrou desnecessária, pois poderia ser reduzida ao uso apenas ao lado interno da edificação em função do lado externo estar protegido pelo revestimento TS exterior.

A câmara de ar dos sistemas de fachadas ventiladas tem como principal função melhorar das condições térmicas dos ambientes internos, porém sua utilização pode ir além do desempenho térmico, a cavidade tem potencial para ser adaptada e explorada como um shaft de manutenção, contudo o emprego para este fim ainda é pouco disseminado. Similar a isso ocorre com a tubulação de esgoto dos edifícios, onde os tubos são posicionados em um espaço entre a laje e o forro.

Na fachada analisada, a vedação interna em alvenaria com tubulação embutida se mostra um sistema bastante engessado e gerador de resíduos. A adoção do uso da câmara de ar com o fim de shaft de manutenção favoreceria a manutenção e reparo das tubulações por meio da retirada de placas do revestimento externo evitando assim intervenções drásticas e geradoras de resíduos. A Figura 3 demonstra como seria a aplicação da câmara de ventilação como shaft a partir de um exemplo concreto de uma intervenção de retrofit de fachada.

(A)



(B)

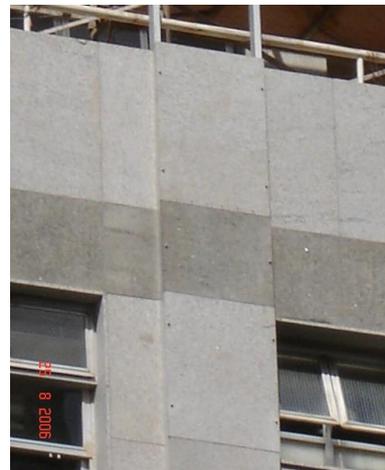


Figura 6: Retrofit da fachada de um prédio demonstra a possibilidade de aplicação do shaft em fachadas ventiladas. Fonte: Disponível em <www.construtoramhp.com.br> Acesso em 20 de novembro de 2016

4.1 Avaliação térmica do sistema construtivo por meio de um estudo de caso

Partindo do princípio de que a melhoria no desempenho térmico é um dos principais atributos das fachadas ventiladas, a análise do sistema construtivo também englobou um estudo térmico por meio da norma NBR 15575.

Segundo a norma NBR 15575, desempenho térmico pode ser avaliado em função dos parâmetros de *transmitância térmica (a)* e *capacidade térmica (b)* que são obtidos através do método cálculo simplificado descrito na norma NBR 15220 - Desempenho térmico nas edificações (2005). A NBR 15220 define:

(b) A *transmitância térmica (U)* como 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 (CT)* como a quantidade de calor que um corpo deve trocar para que sua temperatura sofra uma variação unitária;

Além dos parâmetros de transmitância e capacidade térmica exigidos pela norma pela norma NBR 15575, também foi calculado o *atraso térmico (ϕ)* e o *fator solar (Fso)*, tendo em vista que a norma NBR 15220 apresenta fórmulas para estes dois parâmetro e fixa valores mínimos e máximos que devem ser atendido de acordo com a zona bioclimática onde o edifício está inserido.

A fachada ventilada analisada abrange uma área total de 620m² e possui S/L=500 cm²/m², o que segundo a norma caracteriza a fachada como muito ventilada. Os dados dos materiais utilizados no cálculo foram retirados da NBR 15220 do catálogo do fabricante Formica® e encontram-se descritos na tabela 1, assim como os resultados. A tabela 2 sintetiza os comparativo dos resultados obtidos através do cálculo com as duas normativas.

Propriedades dos materiais da fachada ventilada						
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						
Transmitância térmica (W/m ² .k)	Capacidade térmica (KJ/ m ² .k)		Atraso térmico (horas)	Fator solar (%)		
0,96	241,37		8h 16min 48s	2,84		

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

Valores normativos/ 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 comparado com as normativas.
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.

5. Conclusão

Analisando a fachada ventilada estudada é possível fazer algumas considerações importantes sob o ponto de vista da sustentabilidade dos subsistemas construtivos empregados em sua composição. O sistema de vedação interna é composto de alvenaria de tijolos com tubulações embutidas o que constitui um sistema bastante engessado e gerador de resíduos em caso de possíveis intervenções de manutenção e reparo. Por outro lado, o sistema de ancoragem das placas do revestimento externo por perfis e parafusos metálicos demonstra a maleabilidade do sistema, pois permite que os reparos sejam feitos de forma pontual e com baixa geração de resíduos.

O estudo demonstrou que a energia incorporada dos materiais empregados na construção civil é um fator importante e que deve ser levado em conta quando se analisa a sustentabilidade de um produto ou sistema construtivo. Os subsistemas construtivos que compõem a fachada ventilada analisada derivam de processos em que há grande quantidade de energia embutida. Do ponto de vista da sustentabilidade, este impacto ambiental gerado pelo consumo dos recursos durante a fabricação destes subsistemas deve ser compensado de alguma forma, como por exemplo, através da criação de um produto durável, cuja composição seja inovadora, flexível e que gere poucos resíduos durante os processos de intervenções de manutenção.

Do ponto de vista da térmico, é possível afirmar que a análise simplificada demonstrou que o desempenho térmico da fachada ventilada utilizada nas vedações verticais está dentro dos padrões estabelecidos pelas normas brasileiras, mesmo sem esta possuir isolamento térmico em sua composição. O resultado mais significativo foi o da capacidade térmica que apresentou 85% a mais que mínimo exigido pela norma NBR 15575, o que denotou o potencial do sistema construtivo como mecanismo para o retardo da transferência de calor do ambiente externo para o interno.

A análise térmica por meio de normativas permite os sistemas construtivos considerados inadequados as condições climáticas sejam rapidamente identificados e descartados, evitando assim a aprovação de projetos compostos por vedações externas que requerem a utilização constante de sistemas de resfriamento para manter condições agradáveis de permanência interna pelos usuários.

Por fim, este estudo demonstrou a dificuldade de analisar sustentavelmente um componente, sistema ou subsistema construtivo, ou até mesmo a matéria-prima através dos parâmetros propostos pela norma NBR 15575. Salvo o desempenho térmico, a norma NBR 15575 não propõe uma metodologia de análise para os requisitos relativos a sustentabilidade, ficando a cargo dos projetista a busca por metodologias existentes para a avaliação, o que pode tornar a análise muito abrangente e relativa.

Referências

Archdaily. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/775512/conheca-as-vantagens-das-fachadas-ventiladas>>. Acesso em 12 de janeiro de 2017.

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.

BARTH, Fernando; VEFAGO, Henrique Maccarini. **Tecnologia de fachadas pré-fabricadas**. Florianópolis: Editora UFSC, 2016. 249p.

AVELLANEDA et al. (2007). **A sustainable technical system for ventilated façades**. In International Conference on Sustainable Construction, Materials and Practices: Challenge of the Industry for the New Millennium, Portugal SB 2007; Minho; Portugal; 12 September 2007 through 14 September 2007; Code 104441 (pp. 459–465). Departament Construccions Arquitectòniques, Universitat Politècnica de Catalunya, Spain.

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. 305 p.

BRITO, Adriana C. de, et al. **Contribuições para o aprimoramento da NBR 15.575 referente ao método simplificado de avaliação de desempenho térmico de edifícios**. In: XIV ENTAC - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO.14, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: ENTAC, 7 p., 2012.

Construtoramhp. Disponível em: <www.construtoramhp.com.br>. Acesso em 20 de novembro de 2016.

FORMICA, TS exterior. **Resistência, estabilidade e design nas fachadas externas**. Disponível em: www.formica.com.br. Acesso em 10 de Janeiro de 2016.

MÜLLER, Alexandre. **Desenvolvimento de um protótipo e análise do comportamento térmico de fachada ventilada com placas cerâmicas de grês porcelanato**. Florianópolis, 395 p., 2003. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, Carine Nath de. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. Florianópolis, 198p., 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

ROAF, Sue; FUENTS, Manuel; THOMAS, Stephanie. **Ecohouse: a casa ambientalmente saudável**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman - Grupo A, 2009. 488 p.