

VIABILIDADE ECONÔMICA DE PAINÉIS DE ALUMÍNIO COMPOSTO EM RETROFIT DE FACHADAS: COMPARATIVO COM SISTEMA CONVENCIONAL

Ananda Aguiar Martins¹; Julieth Colodetti da Silva¹; Poline Fernandes Fialho²

1. Acadêmicas de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira – Multivix-Vitória

2. Mestra em Engenharia Civil – Docente na Faculdade Brasileira – Multivix-Vitória

RESUMO

Sabe-se que os revestimentos de fachada cumprem um papel fundamental no desempenho global das edificações. Devido às patologias associadas ao revestimento cerâmico, sistema representativo no que se diz respeito a fachadas, o emprego de novas tecnologias construtivas vem ganhando espaço no setor da construção civil. Uma das alternativas que já compõe o mercado brasileiro é o ACM (*Aluminum Composite Material*), considerado um produto de grande valor por apresentar qualidades como durabilidade, versatilidade, leveza, alta resistência e, principalmente, por estar isento de movimentações térmicas e higroscópicas, as quais são apontadas como a maior causa de manifestações patológicas em revestimentos aderidos, como o revestimento cerâmico. Neste contexto, através do estudo de um caso, o presente trabalho buscou comparar a viabilidade econômica do ACM, quantificando, além do custo inicial de implantação, os custos globais durante a vida útil e, por fim, comparando-o, sob as mesmas condições, com o sistema de revestimento cerâmico. Apesar de possuir elevado custo inicial, o ACM ainda pode ser considerado economicamente viável, a julgar por seu melhor desempenho frente às ações de manutenção.

Palavras-chave: viabilidade econômica, retrofit de fachadas, revestimento cerâmico, painel de alumínio composto.

INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres (ANFACER), o Brasil é um dos protagonistas no mercado mundial de revestimentos cerâmicos, sendo o segundo maior consumidor, bem como o segundo maior produtor. Entretanto, apesar do crescente consumo deste, Cabral Junior *et al.* (2010), afirma que apenas cerca de 3% de todo material consumido no Brasil é utilizado para revestir fachadas, isto se deve à perda de credibilidade por parte dos especificadores associada ao elevado aparecimento de anomalias ao longo de sua vida útil, o que conseqüentemente a faz reduzir-se.

Em virtude da elevada ocorrência de manifestações patológicas nos revestimentos cerâmicos de fachada (RCF) e da crescente demanda por maior produtividade, redução dos prazos de construção e maior controle de custos, busca-se soluções industrializadas ou sistemas construtivos com concepção mais racionalizada de forma a incrementar e aprimorar o desempenho da atividade construtiva (ROCHA, 2017).

Segundo Cardoso (2016), a fachada é um dos subsistemas mais importantes no processo construtivo de edificações de múltiplos pavimentos, tanto por definir a estética, o conforto térmico e acústico dos ambientes internos, quanto por exercer funções como fechamento, acabamento, iluminação, ventilação e algumas vezes,

suporte de sistemas prediais. Além disso, mostram que a fachada representa um custo expressivo em relação ao custo total do empreendimento, e por isso merece cuidados ao se definir a tecnologia a ser utilizada.

Uma das tecnologias adequadas às fachadas e muito adotada como alternativa no processo de recuperação de RCF nos últimos anos são os painéis de alumínio composto (ACM), principalmente por se tratar de um produto com versatilidade, com proteção UV, acabamento de planicidade perfeita, cores diversas, resistente à corrosão e flexível para várias aplicações (ROCHA, 2017). Além disso, conforme Oliveira (2009) e Medeiros *et al.* (2014), estes materiais alternativos permitem uma reforma não destrutiva, limpa e rápida quando comparada à execução e, principalmente, à recuperação convencional.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Segundo Roscoe (2008) e Campante e Sabbatini (2001) a recuperação do RCF que apresenta patologias por muitas vezes mostra-se inviável, pois além de difícil, o custo é alto, visto que quando estas se manifestam visualmente, a integridade do revestimento já pode estar comprometida e os custos para recuperar podem facilmente superar os custos da execução original. Nesta circunstância, surge a necessidade da implementação de novas tecnologias construtivas que melhorem o desempenho e eleve a vida útil dos revestimentos de fachadas, proporcionando qualidade, rapidez na execução e baixos índices de desperdício.

O uso do revestimento não aderido à base suporte, como os painéis em ACM, é interessante nos processos de reabilitação de edifícios onde esteja comprometido o desempenho, por exemplo, do isolamento térmico e acústico, da falta de estanqueidade à água, de fissuração ou até mesmo da perda de sua vida útil (MEDEIROS *et al.*, 2014).

Enquanto as movimentações térmicas e higroscópicas são as principais causas que podem afetar o comportamento do revestimento externo aderido, o revestimento não aderido diretamente na base suporte apresenta livre movimentação conforme seu coeficiente de expansão, independente dos movimentos da base suporte. As movimentações e oscilações são permitidas através da flexibilidade das ancoragens (CAMPOS, 2011). Para o autor, a fixação de fachadas cortina de ACM por meio de perfis metálicos de alumínio proporcionam uma autonomia estática individual em cada placa de revestimento. Orienta-se a utilização da norma NBR 6123 (ABNT, 2013) na execução do projeto do sistema de fixação dos painéis, pois este depende da pressão do vento, especialmente em prédios altos que possam atingir até 200 kgf/m² (ZANONI; SÁNCHEZ, 2012).

Para Oliveira (2009), no caso particular de recuperação ou renovação de fachadas, deve-se optar pela utilização de materiais leves, pois a estrutura principal e as

fundações poderão ser reforçadas, mas não poderão ser totalmente modificadas, devido, principalmente, a questões de viabilidade econômica. Dentre os revestimentos não aderidos, o painel em ACM se destaca no comparativo de leveza, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Peso dos sistemas construtivos em Kg/m²

Tipo	Peso revestimento	Peso subestrutura auxiliar em alumínio	Peso Total
ACM (Alumínio composto)	4,0	4,0	8,0
Vidro - <i>Glazing</i>	20,0	8,5	28,5
Porcelanato fina espessura	8,0	4,0	12,0

Fonte: Campos, 2011.

Oliveira (2009) descreveu a renovação de fachada de um edifício construído em 1970, em Brasília, onde, no lugar do concreto aparente e janelas chanfradas a 45 graus, utilizou-se painéis de alumínio composto com janelas de vidro laminado, não sendo necessário um reforço estrutural em razão da leveza dos materiais empregados. Na Imagem 1 observa-se a renovação de fachada com painéis de ACM, montados no local, no edifício da FNDE em Brasília, 2011.

Imagem 1 - Renovação de fachada com painéis de ACM



Fonte: Zanoni e Sánchez, 2012.

Campos (2011) realizou uma pesquisa de mercado buscando determinar os custos unitários de três tipos de revestimentos de fachada não aderidos à base suporte, dentre eles o ACM se mostrou econômico em relação aos outros, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Comparativo de custos entre revestimentos não aderidos de fachadas

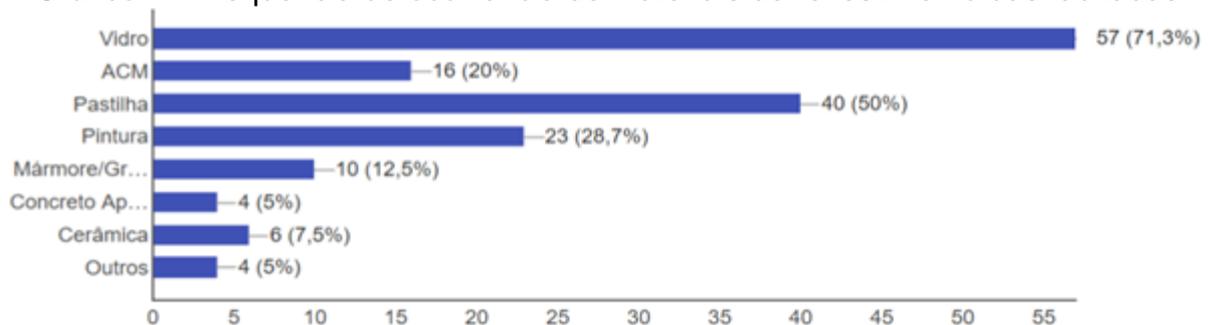
Tipo	Custos (R\$/m ²)			
	Subestrutura auxiliar em alumínio	Mão de obra	Revestimento	Total
ACM (Alumínio composto)	44,00	130,00	85,00	259,00

Vidro - <i>Glazing</i>	230,00	382,00	150,00	762,00
Porcelanato fina espessura	130,00	250,00	150,00	530,00

Fonte: Campos, 2011.

Maioli et al. (2016), catalogou 80 edificações comerciais de quatro pavimentos ou mais e de diferentes décadas, localizadas em diferentes áreas do município de Vitória/ES, e constatou que o uso da fachada envidraçada combinada com painéis de alumínio composto é uma tendência nos edifícios mais antigos reformados no município. No Gráfico 1 apresenta-se a frequência de ocorrência de materiais de revestimentos de fachada nas amostras catalogadas.

Gráfico 1 - Frequência de ocorrência de materiais de revestimento das fachadas



Fonte: Maioli et al., 2016.

Segundo os autores, o ACM está presente em 20% das edificações catalogadas, sendo algumas delas da década de 1960, 1970 e 1980, podendo-se concluir que o material foi aplicado após os edifícios passarem por uma reforma de sua fachada. Já em edificações novas, entre 2000 e 2016, os autores constataram que, dentre as amostras, o modelo mais representativo de revestimento de fachada é o ACM combinado com vidros.

METODOLOGIA

O presente estudo constitui-se em uma pesquisa quantitativa que teve como objetivo mensurar a viabilidade econômica de um revestimento contemporâneo comparando-o a outro tradicional quando aplicados em retrofit de fachadas. Como fonte para o levantamento dos quantitativos, utilizou-se o projeto executivo de retrofit da fachada do Tribunal de Justiça do Espírito Santo (TJ/ES), obra licitada por concorrência pública regulamentada pelo art. 37, inciso XXI da Lei nº 8.666 da Constituição Federal (BRASIL, 1993), a qual disciplina sobre as normas gerais sobre licitações e contratos

administrativos referentes a obras, serviços (inclusive de publicidade), compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Desta maneira, todos os resultados encontrados referem-se particularmente a tal obra.

Os custos iniciais de implantação de cada sistema foram calculados em conformidade com a planilha orçamentária do projeto executivo da licitação de concorrência pública nº 004/2013 do TJ/ES, que por sua vez baseou-se em tabelas referenciais de custos do IOPES (Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo) e SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, da Caixa Econômica Federal), assim como em pesquisas de mercado, variando-se a data base entre junho a agosto de 2013. Alguns dos valores unitários de mão de obra consistem no preço da mão de obra apresentado em tabelas de referência, de acordo com o Dissídio Coletivo de 2013/2014, contendo reajuste de acordo com metodologia exigida pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ).

Para Silva (2009), os revestimentos são os elementos mais expostos às condições adversas, constituindo um sistema de proteção da própria estrutura. Devem, por isso, conservar as suas características durante o período de vida útil, de modo a respeitarem os níveis mínimos de desempenho. Por consequência, buscou-se quantificar os custos globais compreendidos na manutenibilidade de cada revestimento externo através da ocorrência de ações necessárias para a preservação de seu desempenho durante toda a vida útil, como limpezas, substituições e reparações. Para isto, os valores de tempo de vida útil dos revestimentos em painéis de ACM e cerâmico foram extraídos da NBR 15.5575-1 (ABNT, 2013), já a periodicidade de ações de manutenção foram retiradas, além da norma brasileira supracitada, da NBR 15.446 (ABNT, 2006), de pesquisas bibliográficas, e manual técnico do revestimento. Os valores, em reais (R\$), equivalentes às ações de manutenção basearam-se em tabelas referenciais de composições de custo unitário, comunicações pessoais, bem como na própria planilha orçamentária, objeto deste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Busca-se aqui não só comparar o custo inicial de implementação do revestimento de fachada, mas também os custos globais ao longo de sua vida útil, como o custo da manutenção, reparação e/ou substituição, e de limpeza.

ANÁLISE DE CUSTOS NO EMPREGO DE PAINÉIS EM ACM NA REFORMA DE FACHADA DO TJ/ES

RETIRADA DO REVESTIMENTO ANTIGO (CERÂMICO)

Conforme memorial descritivo e planilha de detalhamento unitário, o quantitativo da demolição de revestimento cerâmico não se refere a área total do revestimento, uma vez que planejou-se retirar apenas as placas do revestimento cerâmico que apresentavam manifestações patológicas como infiltrações e descolamento para posteriormente aplicar os painéis de alumínio composto sobre o restante. O custo de demolição parcial do revestimento cerâmico foi disposto na Tabela 3.

Tabela 3 – Custo de demolição parcial do revestimento cerâmico

SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Retirada do revestimento cerâmico	m ²	416,16	19,00	7.907,04

Fonte: IOPES, 2013, reajustado pelo CNJ.

REMOÇÃO DE ENTULHO DO REVESTIMENTO CERÂMICO, INCLUINDO CAÇAMBA, CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE

O quantitativo indicado na Tabela 4 refere-se à área de revestimento condenado, conforme memorial descritivo do presente estudo de caso.

Tabela 4 – Custo de remoção do entulho

SERVIÇO	SITUAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	PREÇO TOTAL
Índice de preço para remoção de entulho decorrente da execução de obras, incluindo aluguel da caçamba, carga, descarga e transporte.	Parcial	m ³	62,42	31,53	1.968,10

Fonte: Adaptado de IOPES, 2013.

MATERIAL E MÃO DE OBRA

Este valor foi calculado por meio de pesquisa de mercado, a qual não engloba detalhadamente todos os insumos, mão de obra e equipamentos necessários para o fornecimento e instalação dos painéis, todavia, refere-se ao custo total, não havendo aditivos ao valor unitário de R\$ 312,90/m² de painel instalado. Tal custo foi computado na Tabela 5.

Tabela 5 - Custo total de fornecimento e instalação dos painéis em ACM

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
-----------------------	-------	--------	----------------	-------------

Fornecimento e instalação de chapa em ACM 4mm com resina PVDF Kynar 500 - composto por lâminas de alumínio com espessura de 0,5mm em ambas as faces. Inclusive estrutura de sustentação, juntas e demais itens conforme especificação em projeto.	m ²	7.961,71	312,90	2.491.219,06
---	----------------	----------	--------	--------------

Fonte: Tribunal de Justiça, 2013.

MANUTENÇÃO

De acordo com Paulo *et al.* (2011), para planejar ações de manutenção ao longo do ciclo de vida da edificação é crucial saber a vida útil dos materiais e componentes integrados. Segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), a vida útil (VU) é o período de tempo durante o qual o sistema pode ser utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene. Já a vida útil de projeto (VUP) de um elemento construtivo é a medida de durabilidade indicada com o pressuposto de que existirá determinado nível de manutenção, devendo este considerar um conjunto de ações que devem ser aplicadas aos elementos da construção de modo a permitir que desempenhem sua função durante o período de vida estimado. Tais ações compreendem as operações de limpeza, como lavagens, as reparações e as substituições necessárias (MENDES, 2009).

Verifica-se na Tabela 6 que as vedações externas em painéis possuem vida útil de projeto (VUP) mínima maior ou igual a 40 anos e VUP superior maior ou igual a 60 anos. Para este trabalho, será considerado o valor de VUP igual a 60 anos, uma vez que, para o estudo da viabilidade econômica, considerou-se a execução das atividades de manutenções regulares ou preventivas.

Tabela 6 – Vida útil de projeto mínima e superior para partes da edificação

Parte da edificação	Exemplos	VUP (anos)	
		Mínimo	Superior
Vedação externa	Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina.	≥ 40	≥ 60

Fonte: NBR 15575-1, 2013.

Substituições e reparações durante a vida útil

Para determinarem-se os custos de manutenção da fachada em ACM foi analisada a necessidade das ações que compreendem as substituições dos materiais constituintes desta. A partir da Tabela 7 conclui-se que não existe custo de manutenção referente às ações citadas.

Tabela 7 – VUP dos materiais do elemento analisado

Componente	Material	Substituições	Referência
Perfis de ancoragem	Alumínio	0	Bessa (2010)

Chumbador tipo Parabolot	Aço Inox	0	Houska (2008)
Revestimento	ACM	0	Bessa (2010)

Fonte: Adaptado de MENDES, 2009.

Limpezas durante a vida útil

Quanto à manutenção referente à limpeza, a NBR 15446 (ABNT, 2006) recomenda que o acúmulo de sujeira e de resíduos que não forem removidos normalmente pelas chuvas sejam retirados periodicamente dos painéis, de acordo com a agressividade do meio na qual os elementos da construção estão inseridos, seguindo Tabela 8 e utilizando água e detergente neutro se necessário.

Tabela 8 – Limpeza da superfície

Nível de agressividade	Ambiente típico	Frequência de limpeza (meses)
Baixo/médio	Residencial	12
Alto	Industrial/litorâneo	6
Excessivo	Industrial/marítimo	3

Fonte: NBR 15446, 2006.

O ambiente típico no qual a edificação do presente estudo está inserida é o Industrial/litorâneo e a frequência de limpeza é, portanto, de 6 meses. Os custos de limpeza, considerando uma vida útil de 60 anos com intervalo de ocorrência de 6 meses e tempo de serviço de 0,15 horas para cada metro quadrado foram dispostos na Tabela 9.

Tabela 9 – Custo com a limpeza da superfície

SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Limpeza do revestimento em ACM	h	143.310,78	6,66	954.449,79

Fonte: Comunicação pessoal, 2017.

ANÁLISE DE CUSTOS NO EMPREGO DE REVESTIMENTO CERÂMICO NA REFORMA DE FACHADA DO TJ/ES

RETIRADA DO REVESTIMENTO ANTIGO (CERÂMICO)

Caso seja implementado novamente revestimento cerâmico na reforma da fachada, a retirada da cerâmica antiga deverá ser total para a posterior aplicação de outra, devido a impossibilidade de reposição do mesmo modelo nos locais onde se necessita retirar, uma vez que este não está mais disponível no mercado em função de não ser mais fabricado. O custo de demolição total do revestimento cerâmico se encontra na Tabela 10.

Tabela 10 – Custo de demolição total do revestimento cerâmico

SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
Retirada do revestimento cerâmico	m ²	7.945,35	19,00	150.961,65

Fonte: Adaptado de IOPES, 2013.

REMOÇÃO DE ENTULHO DO REVESTIMENTO CERÂMICO, INCLUINDO CAÇAMBA, CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE

Com o valor unitário/m³ de descarte adotado na planilha orçamentária, pode-se obter os valores de demolição total do revestimento cerâmico existente, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Custo de remoção do entulho

SERVIÇO	SITUAÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
Índice de preço para remoção de entulho decorrente da execução de obras, incluindo aluguel da caçamba, carga, descarga e transporte.	Total	m ³	1.223,60	31,53	38.580,11

Fonte: Adaptado de IOPES, 2013.

MATERIAL E MÃO DE OBRA

Custo de fornecimento do material foi disposto na Tabela 12.

Tabela 12 - Custo total de fornecimento e instalação do revestimento cerâmico

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
Revestimento cerâmico 10x10cm, Marca de referência Eliane, Cecrisa ou Portobello, empregando argamassa colante, inclusive rejuntamento junta plus cinza claro esp. 3 mm, incluso serviço de instalação.	m ²	7.961,71	49,93	397.528,18

Fonte: Adaptado de IOPES, 2013.

MANUTENÇÃO

Medeiros (1999) e Costa e Silva (2001) enfatizam que a durabilidade do revestimento cerâmico somente se concretizará se além de ser executado de forma adequada, receber durante sua vida útil manutenção preventiva, a qual compreende serviços de inspeções de rejuntas, selantes e placas cerâmicas e limpeza. A VUP do revestimento cerâmico está presente na Tabela 13, conforme NBR 15575-1.

Tabela 13 – Vida útil de projeto mínima e superior para partes da edificação

Parte da edificação	Exemplos	VUP (anos)	
		Mínimo	Superior
		≥ 20	≥ 30

Revestimento de fachada aderido e não aderido	Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre muros.
---	--

Fonte: NBR 15575-1, 2013.

Diante da ausência de um programa de manutenção da edificação em estudo, uma vez em que foi pressuposta a reforma utilizando revestimento cerâmico apenas para fins de comparação e análise, bem como da generalidade no que se refere ao indicativo de periodicidade de atividades de manutenção dos diversos sistemas de fachada tratada na NBR 5674 (ABNT, 2012), optou-se por utilizar como parâmetro o manual técnico de manutenção do material em questão, no qual são abordadas as ações obrigatórias e opcionais, periodicidade e descrição detalhada destas, conforme Tabela 14, atendendo aos requisitos de desempenho presentes na NBR 15575 (ABNT, 2013).

Tabela 14 - Frequência obrigatória e opcional de inspeções e limpezas

Manutenção	Primeira ação	Periodicidade	Descrição
Inspeção de trincas em cerâmicas e rejuntas	no segundo ano	a cada 2 anos, antes da lavagem da fachada	Inspeccionar e corrigir trincas no revestimento, procedendo com a remoção e reaplicação do mesmo. Avaliar a extensão das trincas.
Inspeção de som cavo	no segundo ano	a cada 2 anos, antes da lavagem da fachada	Substituir placas que apresentem som de oco.
Limpeza de fachadas	no segundo ano	A cada 2 anos	Lavar a fachada com hidrojato utilizando detergente neutro para ajudar na limpeza. Não utilizar cloro ou outros produtos químicos.
Inspeção de juntas de dilatação	no segundo ano	A cada 2 anos	Inspeccionar e trocar se necessário o elemento de vedação de juntas de dilatação de pisos.

Tabela de manutenções OPCIONAIS de revestimento cerâmico de Fachadas

Manutenção	Primeira ação	Periodicidade	Descrição
Inspeção de manchas	no segundo ano	a cada 2 anos, antes da lavagem da fachada	Substituir placas manchadas se desejável utilizando placas da reserva técnica para evitar variações de tonalidade.
Final de vida útil dos revestimentos	No trigésimo ano	A cada 30 anos	Após o tempo de vida útil, os custos de manutenção podem passar a ser demasiadamente elevados, justificando a troca do revestimento. Em outros casos esse tempo é estendido para dezenas de anos, de acordo com boas condições de uso e manutenção.

Fonte: Manual técnico, 2016.

Substituições e reparações durante a vida útil

A NBR 15575 (ABNT, 2013) trata sobre a VUP de componentes de juntas e rejuntamentos, indicando o período mínimo e máximo de desempenho do material, conforme estabelecido na Tabela 15.

Tabela 15 - VUP do rejuntamento

Parte da edificação	Exemplos	VUP (anos)	
		Mínimo	Superior

Impermeabilização manutenível sem quebra de revestimentos	Componentes de juntas e rejuntamentos: mata-juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate.	≥ 4	≥ 6
--	---	-----	-----

Fonte: NBR 15575-1, 2013.

Na Tabela 16 foram expostos os custos com reparações do rejunte considerando o tempo de VUP superior disposto na Tabela 15 e inspeções periódicas, sendo estas conforme os dados da Tabela 14. Por se tratar de uma análise hipotética, torna-se impossível quantificar as perdas de desempenho do revestimento cerâmico, o que consequentemente impede o levantamento do custo referente às suas substituições e reparações.

Tabela 16 - Custo de reparação e de inspeções

SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Inspeção de cerâmica da fachada	m ²	445.855,76	0,67	298.723,36
Reparação do rejunte	m ²	39.726,75	6,63	263.388,35

Fonte: Adaptado de Tribunal de Justiça, 2013.

Limpezas durante a vida útil

Resende (2004) recomenda que o método de limpeza seja adotado em função da natureza do revestimento e das sujidades presentes. Tendo em vista a proposta de ocorrência periódica de limpeza deste trabalho, as principais sujidades analisadas serão as partículas em suspensão, como poeira e fuligem, as quais, segundo o mesmo autor, podem ser removidas com sabões e detergentes neutros diluídos em água. Desta forma, desconsidera-se a ocorrência de limpezas de sujeiras específicas, conforme Tabela 17.

Tabela 17 - Custo com a limpeza da superfície

SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Limpeza e lavagem de cerâmica de fachada	h	71.655,39	6,66	477.224,90

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2017.

COMPARATIVO DO CUSTO GLOBAL DURANTE A VIDA ÚTIL DOS REVESTIMENTOS EM ESTUDO

Em virtude dos dados apresentados, percebe-se que o custo global da implantação do sistema de revestimento de fachada em painéis de ACM no TJ/ES é de R\$ 3.445.543,99, valor substancialmente maior ao do revestimento cerâmico de fachada, conforme Tabela 18. Entretanto, em longo prazo, o RCF apresenta maior custo com

ações de manutenção, mesmo não se levando em conta as substituições do material caso o mesmo perca seu desempenho.

A Tabela 18 traz o comparativo dos custos globais de cada revestimento analisado em razão do seu tempo de vida útil estabelecido por norma vigente. Nota-se que o sistema de em painéis de ACM mostrou-se moderadamente mais custoso em relação ao RCF. Além disso, conforme citado anteriormente, os custos referente à mão de obra foram reajustados pelo órgão licitante, o que interferiu significativamente nos valores totais dos serviços de revestimento cerâmico, onde a mão de obra foi composta por servente e azulejista.

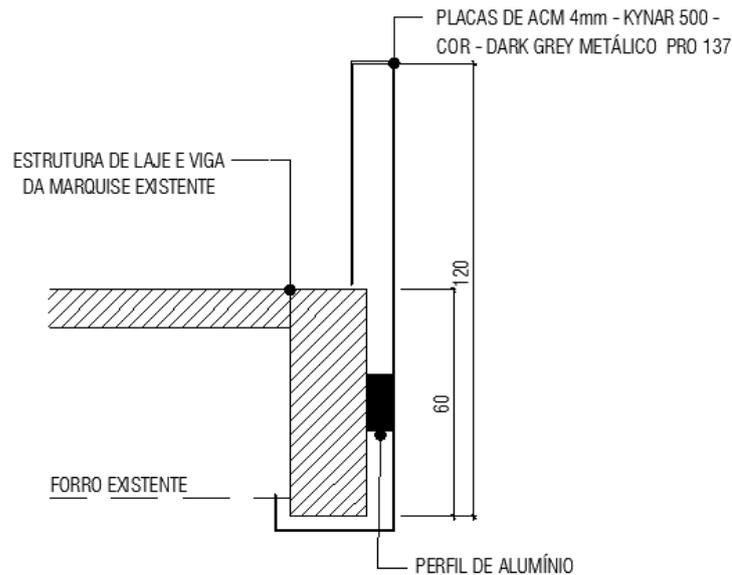
Tabela 18 - Comparativo de custos globais durante o tempo de vida útil

Tipo de Revestimento	Custo global (R\$)	Vida útil (anos)	Custo global/vida útil
Painéis em ACM	3.445.543,99	60	57.425,73
Cerâmico	1.626.406,55	30	54.213,55

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2017.

Esta análise de gastos deixou de levar em conta a agregação de outros parâmetros econômicos como a eficiência energética do revestimento não aderido, a qual gera um melhor isolamento térmico e acústico a edificação, tal como o aspecto moderno que resulta na valorização do imóvel. Além disso, por razões de não ser comparável, outro fator não quantificado em custos que remete a uma vantagem peculiar do revestimento em painéis de alumínio composto é a flexibilidade arquitetônica. Observa-se que os fatores requeridos no projeto de reforma da sede do TJ/ES, como a ampliação da altura e do comprimento da marquise, conforme Imagens 2 e 3, e o assentamento de painéis chanfrados à 45°, não seriam passíveis de execução no sistema de revestimento aderido devido a necessidade de uma base suporte e consequente peso próprio resultante do sistema.

Imagem 2 - Corte esquemático da marquise com a instalação da placa de ACM



Fonte: Tribunal de Justiça, 2013.

Imagem 3 - Visão parcial da parte frontal da marquise com a parte que irá sobrepor o bloco de vidro e sua estrutura de vigas em ACM e pérgola metálica



Fonte: Tribunal de Justiça, 2013.

Acredita-se que a falta de dados normativos particulares de cada sistema de revestimento possa ter gerado margens de erro no cálculo dos resultados, além da faixa de precisão esperada do custo estimado em relação ao seu custo final ser de $\pm 5\%$, conforme detalha Reis (2014).

CONCLUSÃO

Dado o exposto, observa-se que os custos com a demolição do revestimento cerâmico antigo e com a remoção do entulho gerado foram maiores para a opção pela reforma convencional da fachada do TJ/ES. Entretanto, quando se compara os custos totais com material e mão de obra, os valores do ACM se mostram mais elevados, isso devido à necessidade de mão de obra mais especializada e ao maior custo inicial das placas e subestruturas de sustentação, tornando o custo global da reforma analisada maior em relação à reforma convencional.

Apesar do investimento na implantação de painéis em ACM ter se mostrado maior quando comparado à execução de um modelo convencional, o de revestimento cerâmico, o sistema pode ser considerado viável, haja vista o seu menor custo com

ações futuras de manutenção durante a vida útil, a possibilidade de execução das demandas arquitetônicas, e aos fatores não considerados neste estudo, como o isolamento térmico do sistema. A frequência das ações de manutenção ainda pode ser questionada, dado o elevado número de limpezas impostas aos edifícios por normas técnicas, nas quais os sistemas são abordados de forma generalizada.

Por se tratar da análise de um caso, tomando como referência os índices e composições apresentados na planilha orçamentária da licitação, na qual se reajustou os custos da mão de obra, as composições de custo unitário adotadas para o estudo são particulares àquela obra, não sendo possível estender o resultado para uma análise da viabilidade econômica geral dos materiais em questão.

Durante o processo de revisão bibliográfica deste trabalho, com foco na identificação de índices de custos, de produtividade da mão de obra, e da frequência sugerida para ações de manutenção, verificou-se a necessidade e importância da sistematização na classificação e caracterização dos sistemas de vedação em painéis de ACM, tal como em RCF, haja vista as particularidades de cada sistema.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 57 p.

_____. **NBR 15446**: Painéis de chapas sólidas de alumínio e painéis de material composto de alumínio utilizados em fachadas e revestimentos arquitetônicos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2006. 9 p.

_____. **NBR 15.575-1** - Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais.

_____. **NBR 5.674**: Manutenção de edifício – Requisitos. Rio de Janeiro, 1999. 06 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). **Perfil de Produção**. Acesso em 17 de julho de 2017. Disponível em <<http://www.anfacer.org.br/produto>>.

BESSA, Vanessa Montoro Taborianski. **Contribuição à Metodologia de Avaliação das Emissões de Dióxido de Carbono no Ciclo de Vida das Fachadas de Edifícios de Escritórios**. Tese de Doutorado de Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm> acesso em: 15 set 2017.

CABRAL Junior *et al.* (2010): Panorama e Perspectivas da Indústria de Revestimentos Cerâmicos no Brasil. **Cerâmica Industrial**, vol. 15, n. 3, p. 7-18.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI – SIPCI – Sistema de Preços, custo e índices**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.sipci.caixa.gov.br/>. Acesso em: 25 de outubro de 2017.

Campante, E. F.; Sabbatini F. H. (2001): “**Metodologia de Diagnóstico, Recuperação e Prevenção de Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos de Fachada**” - São Paulo: EPUSP, 2001.

CAMPOS, Karina Felisbino. **Desenvolvimento de sistema de fixação de fachada ventilada com porcelanato de fina espessura**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

CARDOSO, S. S. **Tecnologia construtiva de fachada em chapas delgadas estruturadas em light steel Framing**. 2015. 245p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Comissão das Comunidades Europeias (CEE). Directiva do Conselho nº 89/106/CEE – Directiva dos Produtos de Construção (DPC), Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L40, 11/02/1989, p.13, Bruxelas, 1993.

COSTA E SILVA, A.J. **Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. 2001. 255p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

HOUSKA, Catherine. **Wrapped in Stainless Steel, Sustainable curtain walls and roofing**. The Construction Specifier, número 05, Agosto 2008.

MAIOLI, R. N. *et al.* A transformação da fachada na tipologia construtiva de edifícios comerciais verticais em vitória-es e sua relação com o conforto ambiental. **XVI ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, São Paulo, 2016.

MANUAL TÉCNICO. **Atendimento à NBR 15575: 2013** – Norma de desempenho. Tijucas, Santa Catarina, fevereiro de 2016.

MEDEIROS, J.S. **Tecnologia e projeto de revestimento cerâmicos de fachadas de edifícios**. 1999. 458p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São paulo, 1999.

MEDEIROS, J.S. *et al.* **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas**. Rio de Janeiro: Instituto do Aço Brasil / CBCA, 2014. (Série Manual de construção em aço).

MENDES, Francisco M. V. P. **Durabilidade das fachadas ventiladas - Aplicação da norma ISO 15686-1**. Dissertação. Porto – Portugal, 2009. Disponível em <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60056/1/000141996.pdf>> Acesso em 26/10/2017.

OLIVEIRA, Luciana Alves de. “**Metodologia para desenvolvimento de projetos de fachadas leves**”. Tese de Doutorado. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

PELLISSARI, Vitor. **Custos unitários de painéis em ACM** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <julieth@colodetti.com> em 16 out. 2017.

PAULO, P. V.; BRANCO, F.A.; BRITO, J. *Deterministic and stochastic prediction models for the buildings life platform*. XII DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Porto, Portugal. 2011.

PINI. TCPO 14 – **Tabela de composição de preços para orçamentos**. TCPO Web. 2013. Disponível em: <http://tcpoweb.pini.com.br/Menu.aspx>. Acesso em: 25 de out. de 2017.

REIS, P. S. M. Elaboração de Planilhas de Orçamento de Obras. **Licitações e Contratos**, Curitiba, n. 1, p. 1-8, 2014.

RESENDE, M.M. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios – Limpeza de revestimentos cerâmicos**. 2004. 215p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

ROSCOE, Márcia T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachadas**. 2008. 81f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ROCHA, A. C. **Análise comparativa de planejamento e custo de fachada de edifício de múltiplos pavimentos com as tecnologias tradicional e com chapas delgadas estruturas em light steel framing**. Dissertação (mestrado em engenharia civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SILVA, A. F. F. S. **Previsão da vida útil de revestimentos de pedra natural de paredes**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Porto, Portugal, 2009.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESPÍRITO SANTO. **Licitação homologada de concorrência pública n.º 004 de 2013**: de acordo com as Leis 8.666/1993 e 8.883/1994. Espírito Santo, 2013. Disponível em: <<http://aplicativos.tjes.jus.br/sistemaspublicos>>. Acesso em: 15 set. 2017.

ZANONI, V. A. G.; SÁNCHEZ, J. M. M. Painéis Metálicos: Prospectando Inovações. **CONSTRUMETAL - Congresso Latinoamericano da construção metálica**, São Paulo, 2012.