XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Variabilidade de resultados em teste percussivo de revestimento cerâmico de fachadas – Estudo de caso em Salvador – BA

Variability of results in percussive test of ceramic cladding of facades – Case study in Salvador – BA

Vinícius Almeida Coelho
Universidade Federal da Bahia| Salvador| Brasil | mrvoelho@gmail.com
Karla Pianchão Weyll
Universidade Federal da Bahia| Salvador| Brasil | karla.weyll@gmail.com
Francisco Gabriel Santos Silva
Universidade Federal da Bahia| Salvador| Brasil | fgabriel.ufba@gmail.com

Resumo

Os revestimentos das fachadas possuem elevada relevância para o desempenho das edificações e o surgimento de manifestações patológicas como o desplacamento levanta sérias preocupações, principalmente pelo risco de acidentes. O teste percussivo é empregado como metodologia de inspeção para identificação de falhas de aderência. Apesar de simples, falta padronização do ensaio, que exibe sensível variabilidade em função das ferramentas e condições de execução, impactando na tomada de decisão das atividades de manutenção. O presente estudo acompanhou múltiplos testes percussivos em edifícios na cidade de Salvador-BA, verificando possíveis fontes de variação e fatores que devem ser estudados para melhoria da confiabilidade.

Palavras-chave: Descolamento. Som cavo. Fachada. Patologia. Inspeção.

Abstract

Facade coatings are highly relevant to the performance of buildings and the appearance of pathological manifestations such as detachment raises serious concerns, mainly due to the risk of accidents. The percussive test is used as inspection methodology to identify adherence failures. Despite being simple, the test lacks standardization, resulting in variability depending on the tools and execution conditions, impacting the decision-making of maintenance activities. The present study followed multiple percussive tests in buildings in the city of Salvador BA, checking possible sources of variation and factors that should be studied to improve reliability.

Keywords: Detachment. Hollow sound. Facade. Pathology. Inspection.

Como citar:
COELHO, V. A.; WEYLL, K. P.; SILVA, F. G. S. Variabilidade de resultados em teste percussivo de revestimento cerâmico de fachadas – Estudo de caso em Salvador -BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de manifestações patológicas nas edificações está diretamente ligada à perda de desempenho dos sistemas construtivos, muitas vezes de forma prematura, que pode ser associada à baixa qualidade ou incompatibilidade de materiais, falta de projeto ou ausência de detalhamento, e problemas executivos, seja por desconhecimento, emprego de procedimentos inadequados ou não atendimento de recomendações técnicas [1–3].

Diversas são as manifestações que podem acometer os sistemas de revestimento externo, incluindo fissuração, eflorescências, manchamentos, deterioração, corrosão e desplacamentos. Este último é o que apresenta a maior preocupação devido ao risco de queda de material de elevadas alturas, que pode provocar acidentes fatais. Há ainda a ocorrência associada de danos materiais e desvalorização das edificações, comprometimento da camada de revestimento e facilitação do ingresso de agentes agressivos nos sistemas construtivos [2, 4].

Dentre as principais causas de falhas de aderência de revestimentos cerâmicos estão a espessura excessiva da camada argamassada; falhas no processo de assentamento; a percolação de água; a baixa aderência do revestimento ao substrato, usualmente por falhas no tratamento de base; deformações diferenciais; a ausência de juntas de assentamento e de movimentação; e a não observância do tempo em aberto da argamassa colante [2, 5, 6]. Estas duas últimas são usualmente consideradas como mais críticas [1]. Também é comum a ocorrência de problemas de aderência pelo uso inadequado de argilomineral nas fachadas em substituição à cal hidratada [2, 7]. Usualmente, a forma como se dá o desplacamento fornece indícios de sua causa, podendo estar associado a um conjunto de fatores que atuam simultaneamente [8].

O ensaio de percussão é apresentado como um dos métodos de avaliação de aderência pela NBR 13749 [9], devendo ser utilizado tanto para a avaliação da aderência entre revestimento e base, bem como entre suas camadas constituintes. A correlação entre o teste e a falta de aderência deve-se principalmente à formação de bolsões de ar em regiões onde o contato entre camadas argamassadas é ineficiente ou ausente, resultando no típico “som cavo” ou “som oco” sob percussão. A norma supracitada descreve a execução do ensaio por meio da realização de impactos leves e não contundentes sobre o revestimento, utilizando martelo de madeira ou instrumento rígido. A NBR 13755 [10] sugere ainda o uso de cabos de madeira ou martelo de plástico duro, sendo a avaliação percussiva fundamental para inspeção do assentamento de placas cerâmicas em fachadas. Também há relatos do uso de hastes metálicas e martelos de borracha como instrumentos [1, 2, 11].

É evidente que com a ocorrência de problemas de aderência, evidenciadas pelo som cavo, menores são as resistências de aderência à tração encontradas no revestimento [3]. Ainda assim, alguns autores [2] reforçam que o ensaio de som cavo não deve ser empregado de maneira isolada para avaliação da resistência de aderência dos revestimentos, servindo apenas como indicativo de falhas. Para verificação da real

condição do revestimento, deve-se proceder com o ensaio de resistência de aderência à tração previsto na NBR 13528 [12].

O teste percussivo é também indicado como atividade de inspeção periódica, tanto de natureza preventiva quanto após ocorrência de recuperações, de modo que eventuais pontos do revestimento que apresentem perda de desempenho possam ser rapidamente identificados e tratados [8].

Apesar de ser um ensaio simples e de fácil execução, várias condições podem afetar os resultados da análise de som cavo, incluindo propriedades do revestimento a ser inspecionado, o tipo, formato e massa do instrumento de impacto; experiência, acústica e condicionamento físico do operador; condições ambientais no momento do ensaio e a própria técnica de execução. Tais fatores dão margem para o surgimento de variações significativas nos resultados do teste percussivo, que podem impactar severamente a tomada de decisão e etapa de planejamento de manutenções, especialmente por não existirem critérios normativos que indiquem os níveis aceitáveis para tal variação [13].

Desta forma, o presente estudo de caso teve como objetivo analisar a variabilidade encontrada ao comparar múltiplos ensaios percussivos realizados em fachadas de edifícios da cidade de Salvador - BA, verificando as possíveis causas para as variações encontradas e identificação de fatores que devem ser estudados para aprimoramento da técnica.

MÉTODO

Foi feito o acompanhamento de ensaios percussivos em fachadas de três edifícios em estrutura convencional de concreto armado com alvenarias de vedação e fachadas com revestimento cerâmico, situados na cidade de Salvador, Bahia. O Edifício A, com 13 pavimentos e 23 anos na data de vistoria, apresentava diversas marcações nas fachadas oriundas do mapeamento de trechos com problemas de aderência identificados em teste percussivo prévio, cuja data de realização não foi informada. Na ocasião da vistoria, era de interesse do condomínio averiguar as áreas com ocorrências e atualizar o quantitativo de danos em função de eventuais variações.

O Edifício B, com 15 pavimentos e sete anos de construído, passou por vistoria com execução de teste percussivo para emissão de laudo técnico. Após cinco meses, foi realizada nova inspeção por parte da empresa contratada para execução dos serviços de recuperação. Devido à variação encontrada, uma terceira empresa foi contratada para realizar novo teste percussivo e conferir maior precisão aos resultados.

O Edifício C, com 33 pavimentos e seis anos de construído, também passou por vistoria para emissão de laudo técnico, sendo contratada nova avaliação percussiva para verificação do estado de degradação três anos após a primeira avaliação.

As vistorias acompanhadas durante o presente trabalho se deram por meio da descida de alpinista, com realização do teste percussivo com martelo metálico (tipo pena de 100 g), registro de imagens com câmera de alto zoom profissional (marca Sony, modelo DSC H400) e Vant/Drone profissional (marca DJI, modelo Mavic Air 2s). Durante as vistorias foram removidos os revestimentos cerâmicos acometidos por descolamento, para evitar queda de material e acidentes nas áreas comuns dos condomínios. Estas placas também foram consideradas no cálculo da área total de revestimento afetado com som cavo.

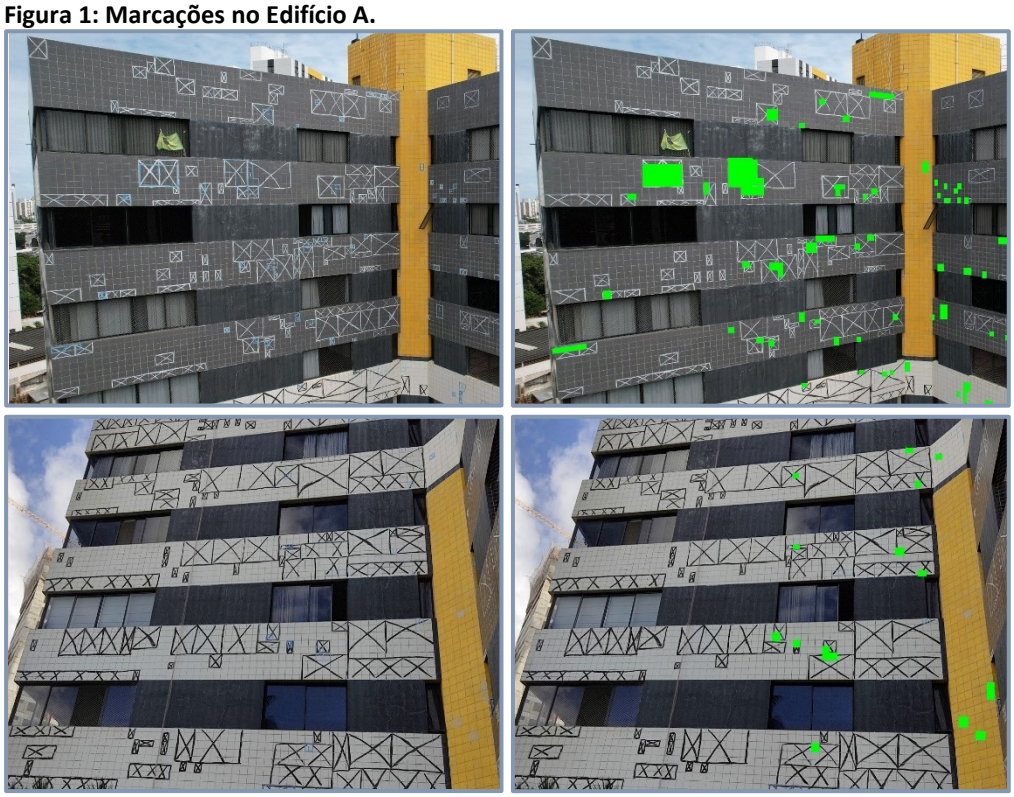
O operador do teste percussivo realizou marcações nas fachadas à medida em que áreas acometidas pela patologia eram identificadas. Com base em tais marcações e croquis das fachadas, foi feita quantificação da área sinalizada com a ocorrência de som cavo e verificação da variação entre os resultados encontrados em ambas as edificações, sendo apresentadas prováveis causas para as variações encontradas.

RESULTADOS

EDIFÍCIO A

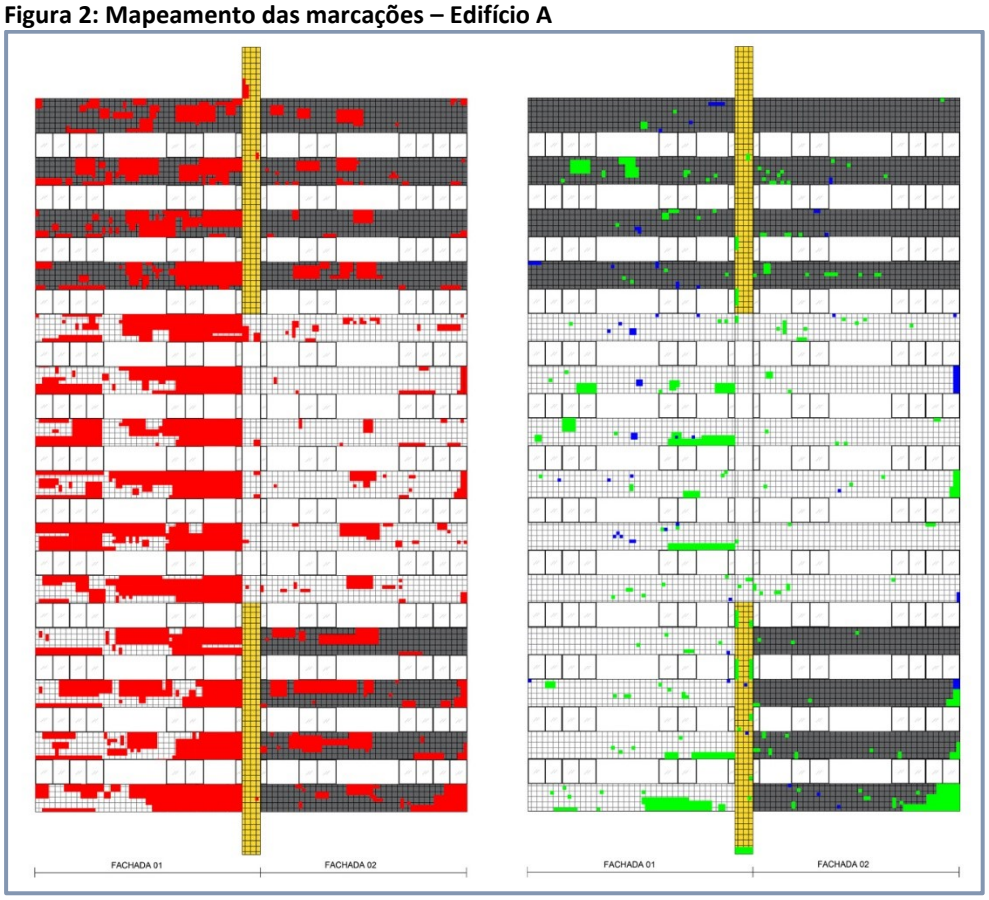
O conjunto de imagens da Figura 1 exemplificam a variação de áreas identificadas com a ocorrência de som cavo nas fachadas em ambas as vistorias, sendo apresentado o mapeamento na Figura 2. Observa-se que as marcações da primeira vistoria foram maiores e mais numerosas, sendo sensível a discrepância entre os resultados. A maior parte das novas marcações coincidiram com regiões internas de marcações pré-existentes, contudo, também foram identificadas regiões com a manifestação que não haviam sido delimitadas no ensaio anterior.

Figura 1: Marcações no Edifício A.



Nota: À esquerda, marcações gerais da antiga vistoria (em preto e branco) e da vistoria recente (em azul). À direita, destaque das marcações de som cavo da vistoria recente (em verde). Fonte: Os autores.

Figura 2: Mapeamento das marcações – Edifício A



Nota: À esquerda, marcações da antiga vistoria (em vermelho). À direita, marcações da nova vistoria (em azul e verde). Fonte: Os autores.

Devido à falta de informações sobre como foi conduzida a primeira vistoria não é possível determinar a causa da variação observada. As diferenças estão provavelmente associadas à ferramenta utilizada para a percussão, às condições de execução e experiência do operador, visto que a falha de aderência dos revestimentos é um dano tipicamente progressivo, sendo esperado o aumento na área de revestimento afetado devido à perda de desempenho ao longo do tempo, potencializada pelo ingresso de umidade, variação higrotérmica e outros agentes influentes que acometem as fachadas. Inexistindo fenômeno conhecido que recupere, naturalmente, a aderência de revestimentos que se encontravam em processo de descolamento.

A Tabela 1 apresenta o quantitativo de áreas de cada um dos testes percussivos. é possível observar a grande variação entre as análises, sendo que o novo teste apresentou a área afetada 87,6% menor para a fachada 1 e 76,3% menor para a fachada 2. Tal variação pode impactar seriamente a execução das atividades de manutenção dado o grande impacto financeiro e de logística para a execução da recuperação. Além disso, a diferença entre os resultados é muito elevada e ultrapassa a variabilidade esperada para tal ensaio, principalmente por se tratar de redução do quantitativo.

Tabela 1: Quantitativo de áreas de revestimento com som cavo – Edifício A

Revestimento	Fachada 1				Fachada 2			
	1º Ensaio	2º Ensaio	Variação	Var. (%)	1º Ensaio	2º Ensaio	Variação	Var. (%)
Branco	126,07	14,3	-111,77	-88,7%	11,33	3,02	-8,31	-73,3%
Amarelo	0,49	1,82	+1,33	+271,4%	-	-	-	-
Cinza	33,60	3,65	-29,95	-89,1%	30,91	6,99	-23,92	-77,4%
Total	160,16	19,77	-140,39	-87,7%	42,24	10,01	-32,23	-76,3%

Nota: Medidas em m². Fonte: Os autores.

EDIFÍCIO B

A Figura 3 mostra a fachada do Edifício B após a primeira vistoria, destacando as regiões onde foi identificado o som cavo do revestimento. Durante o procedimento, foram removidas preventivamente placas cerâmicas que se encontravam desplacadas. A

Figura 4 mostra o tardoz de algumas placas removidas, onde se constata grave falha de adesão da camada de argamassa colante, sendo quase nula a extensão de aderência (relação entre a área de argamassa colante aderida e área do tardoz cerâmico). Tal situação resulta na formação de bolsões de ar entre argamassa e revestimento, produzindo o som cavo característico do teste percussivo.

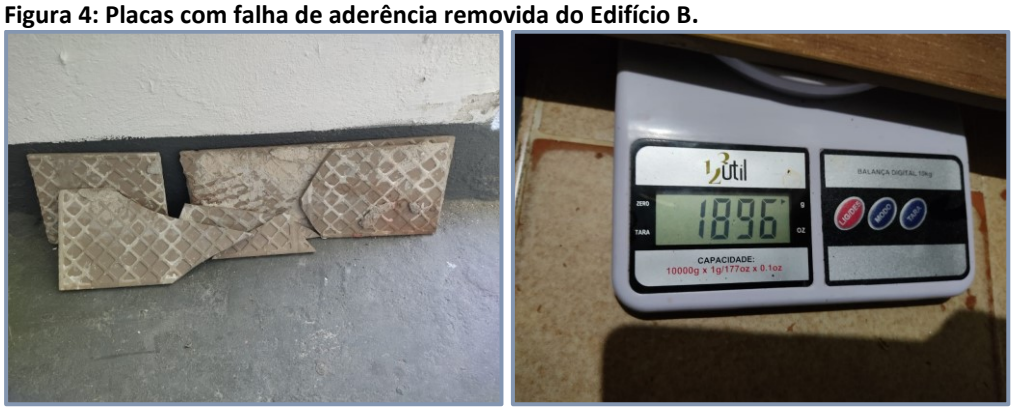
Também foi determinada a massa de uma das placas cerâmicas do revestimento, removida do 10º pavimento. O elemento, com aproximadamente 2 kg, estava desprovido de aderência com a camada de revestimento, permanecendo fixado ao plano da fachada apenas pelos rejuntes laterais e pelo contato com o selante da junta de dilatação, representando grave risco aos usuários da edificação.

Figura 3: Marcações no Edifício B – Primeira Vistoria



Fonte: Os autores.

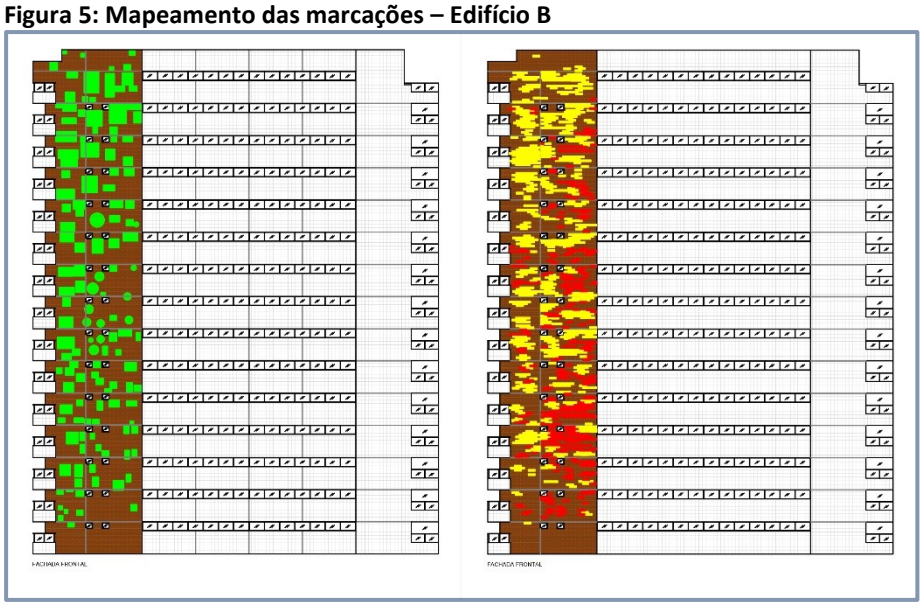
Figura 4: Placas com falha de aderência removida do Edifício B.



Nota: Imagem à direita mostra a massa de uma das placas de revestimento. Fonte: Os autores.

A Figura 5 mostra a mesma fachada do Edifício B após a terceira vistoria, destacando os trechos com som cavo que não estavam presentes no primeiro teste percussivo. Neste momento as placas identificadas na primeira vistoria já haviam sido removidas. A marcação de placas cerâmicas adjacentes àquelas removidas sugere um avanço da degradação, situação já esperada, visto que a falta dos revestimentos adjacentes favorece o ingresso de água e outros agentes agressivos na camada argamassada. Também é perdida a contribuição do rejuntamento lateral para a aderência das placas, favorecendo seu desplacamento.

Figura 5: Mapeamento das marcações – Edifício B



Nota: À esquerda, resultados da primeira vistoria (em verde). À direita, marcações da segunda e terceira vistoria (em amarelo e vermelho). Fonte: Os autores.

A variação da área afetada com som cavo entre os ensaios percussivos é apresentada na Tabela 2, juntamente com os valores individuais para cada orientação das fachadas. Observa se que entre a primeira e segunda vistoria houve um acréscimo de 26,1% na área afetada com o som cavo. Entre a segunda e a terceira houve um acréscimo de 4,4%. Tal observação corrobora com a afirmação de evolução progressiva do dano, visto que o intervalo entre a primeira e segunda vistoria foi de cinco meses e entre a segunda e terceira de poucas semanas.

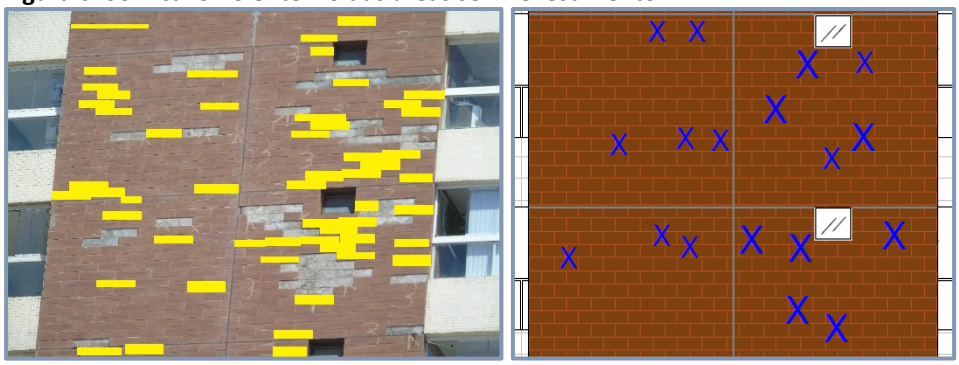
A variação entre primeira e segunda vistoria na fachada 3 pode ter origem nas variáveis associadas a execução do teste percussivo, levando à aparente redução de área acometida pela falha de aderência. Por outro lado, a expressiva variação na fachada 4 pode ser atribuída principalmente ao avanço da patologia no entorno das regiões onde foram removidos trechos de revestimento durante a primeira vistoria, como pode ser visto na Figura 6, similar a relatos encontrados em literatura [8].

Tabela 2: Quantitativo de áreas de revestimento com som cavo – Edifício B

Revestimento	Ensaio percussivo			Variação	
	1º	2º	3º	(1º e 2º)	(2º e 3º)
Fachada 1	85,44	97,29	102,96	+13,9%	+5,8%
Fachada 2	43,18	49,86	54,81	+15,5%	+9,9%
Fachada 3	25,84	15,39	15,39	-40,4%	0,0%
Fachada 4	38,31	80,55	80,55	+110,2%	0,0%
Total	192,76	243,09	253,71	+26,1%	+4,4%

Nota: Medidas em m². Fonte: Os autores.

Figura 6: Som cavo no entorno das áreas sem revestimento.



Nota: Imagem à direita mostra as regiões com desplacamento identificadas na primeira vistoria. Fonte: Os autores.

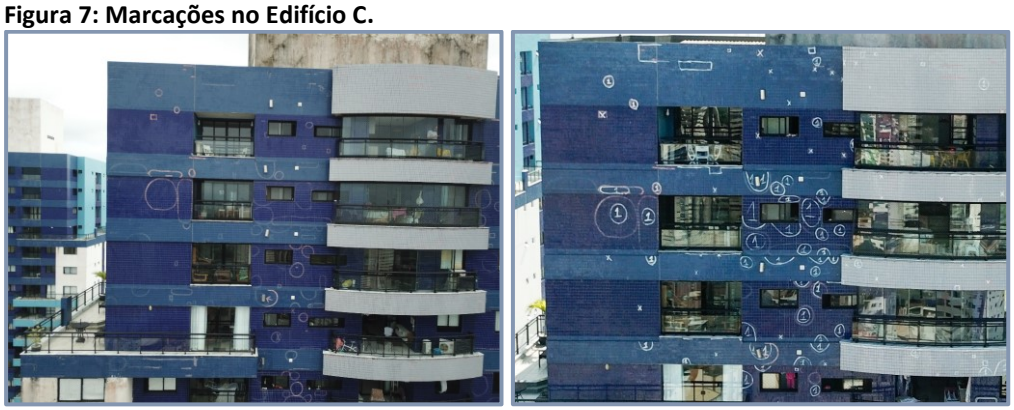
Tais resultados reforçam a necessidade de se executar as atividades de recuperação das fachadas com brevidade, visto que os fenômenos deletérios têm avanço progressivo e comprometem severamente a aderência dos revestimentos cerâmicos aos painéis.

EDIFÍCIO C

As imagens da

Figura 7 exemplificam as marcações nas fachadas do Edifício C na primeira e última vistoria. Muitas áreas em comum foram registradas por ambos os ensaios percussivos, com novas áreas aparecendo principalmente nas vizinhanças de regiões anteriormente identificadas com falhas de aderência ou outras manifestações, como fissuração ou falta de rejunte.

Figura 7: Marcações no Edifício C.



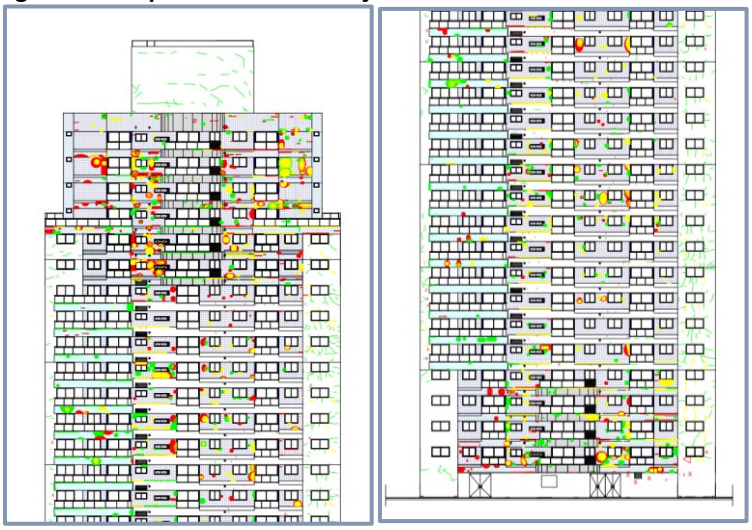
Nota: À esquerda, vista da fachada com as marcações da primeira vistoria. À direita, marcações da nova vistoria (destacado em branco). Fonte: Os autores

A Figura 8 apresenta o comparativo de uma das fachadas do Edifício C, individualizando as marcações antigas, novas e em comum com diferentes cores. Os resultados quantitativos, apresentados na Tabela 3, indicam um aumento de 28,8% na área total afetada por som cavo. A variação positiva encontrada pode ser atribuída ao aumento da área com falha de aderência devido ao intervalo entre a realização dos testes e à percolação de água por fissuras, aberturas e regiões sem rejunte, juntamente com a movimentação higrotérmica do revestimento ao longo do tempo.

A grande variação observada na fachada lateral direita (+354,9%) pode ser atribuída à progressão da degradação, especialmente pela atuação de outros mecanismos agressivos que contribuíram para o aumento expressivo de áreas afetadas com diversas manifestações. Por exemplo, foi observado nesta fachada um aumento de 390% na área de pastilhas danificadas e 270% das regiões com fissuração ou ausência de rejuntamento.

Por outro lado, a redução encontrada na fachada posterior está provavelmente ligada a variações do ensaio, atingindo porcentagem de variação próxima àquela registrada entre a segunda e terceira vistoria do Edifício B.

Figura 8: Comparativo das marcações no Edifício C.



Nota: Marcações antigas (vermelho), novas (verde), em comum (amarelo). Fonte: Os autores

Tabela 3: Quantitativo de áreas de revestimento com som cavo – Edifício C

Fachada	1º Teste	2º Teste	Variação	Variação (%)
Frontal	145,92	189,17	+43,25	+29,6%
Posterior	64,55	58,56	-5,99	-9,3%
Direita	7,45	33,89	+26,44	+354,9%
Esquerda	39,74	50,12	+10,38	+26,1%
Total	257,66	331,74	+74,08	+28,8%

Nota: Medidas em m². Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o teste percussivo está sujeito à expressiva variação em função de diversas variáveis intrínsecas ao processo, sendo registradas variações totais de 85,3%, 21,6% e 28,8% nos Edifícios A, B e C, respectivamente. Tais valores podem estar associados à ferramenta utilizada, a experiência do operador, as condições ambientais no momento do teste e características do sistema de revestimento a ser ensaiado. Desta forma, é de grande importância que o teste percussivo seja realizado por profissionais qualificados e experientes, visto que falhas na análise podem trazer riscos aos usuários das edificações, como a falsa sensação de segurança no caso de subnotificação de áreas degradadas, ou impactar severamente o aspecto visual da fachada, devido às excessivas marcações, caso haja identificação indevida de áreas não afetadas. Em ambos os casos, há prejuízo às atividades de planejamento de manutenção por parte do condomínio, com significativo impacto financeiro e logístico.

Também foi possível constatar que existem variações oriundas do avanço da degradação do revestimento, potencializada por fissuras e aberturas, como no entorno de regiões onde placas cerâmicas foram previamente removidas. Além disso, a variação da área acometida por falhas de aderência é imprevisível e ocorre de maneira não linear, o que reforça a necessidade de se realizar as intervenções corretivas o mais breve possível após a identificação de irregularidades.

Os resultados apontam ainda para a necessidade de estudos aprofundados na metodologia do teste percussivo e suas variáveis, buscando a padronização dos procedimentos e redução da variabilidade intrínseca do ensaio, incluindo o tipo, massa e formato da ferramenta de inspeção, a metodologia de execução (com impacto ou deslizamento superficial) e a distância máxima do operador ao ponto de inspeção, de acordo com o tipo de revestimento e de substrato, além do possível uso conjugado de ensaios mais refinados como ultrassonografia e termografia infravermelha para aumentar ainda mais a confiabilidade dos resultados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] FONTENELLE, A. M.; MOURA, Y. M. Estudo das causas dos deslocamentos de revestimento cerâmico em fachadas e a retroalimentação do projeto. In: *Simpósio Brasileiro de Qualidade Do Projeto No Ambiente Construído*, **Anais...** 913–922, 2009. DOI: https://doi.org/10.4237/sbqp.09.090.

[2] LORDSLEEM JR., A. C.; FARO, H. F. Descolamento de revestimento de fachada: Estudo de caso, ***Revista ALCONPAT***, Vol. 7, No. 2, 148–159, 2017. DOI: https://doi.org/10.21041/ra.v7i2.126.

[3] CARASEK, H.; CASCUDO, O. Descolamento de revestimentos de argamassa aplicados sobre estruturas de concreto – estudos de casos brasileiros, In: *2º Congresso Nacional de Argamassa de Construção*, **Anais...** 12, 2007.

[4] CORREA, G. A.; DOS SANTOS, M. D. F.; TATIM FILHO, Y. D. S. UTILIZAÇÃO DA INJEÇÃO DE RESINA EPÓXI COMO MÉTODO DE CORREÇÃO DO SOM CAVO EM FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO, ***Brazilian Journals of Development***, Vol. 7, No. 5, 43828–43840, 2021. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv7n5-008.

[5] FIORITI, C. F.; SILVA, A. M. Mapeamento De Manifestações Patológicas Em Revestimentos Argamassados Externos De Edifícios De Múltiplos Pavimentos, ***REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil***, Vol. 15, No. 2, 192–203, 2020. DOI: https://doi.org/10.5216/reec.v15i2.52140.

[6] LIMA GASPAR, P.; FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. Técnicas de diagnóstico e classificação de anomalias por perda de aderência em rebocos, In: *2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, **Anais...**, 2007.*

[7] COELHO, V. A.; MENDES, M. V. A. S.; OMORE, A. R. A.; SILVA, F. G. S. Recuperação de fachadas com revestimento pétreo assentado sobre argamassa com argilomineral - Estudo de caso em Salvador-BA, In: *CONGRESO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN*, ALCONPAT, **Anais...** 1245–1253, 2021. DOI: https://doi.org/10.4322/conpat2021.528.

[8] Pacheco, C. P.; Vieira, G. L. Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico, ***Cerâmica***, Vol. 63, No. 368, 432–445, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/0366-69132017633682156.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação, Rio de Janeiro, 2013.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13755**: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação - Procedimento, Rio de Janeiro, 2017.

[11] PATRIOTA JUNIOR, A. I.; BATISTA, P. I. B.; PÓVOAS, Y. V. Verificação de Descolamento Cerâmico de Fachada por Meio da Termografia Infravermelha, ***Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada***, Vol. 5, No. 3, 10–16, 2020. DOI: https://doi.org/10.25286/repa.v5i3.1159

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13528**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração, Rio de Janeiro, 2019.

[13] OLIVEIRA, A. A.; FONSECA, J. M. M.; SOUSA, R. R.; SILVA, A. J. DA C. E S.; SILVA, D. L. Reabilitação Da Fachada Em Mármore De Um Edifício – Estudo De Caso, In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Foz do Iguaçu, Paraná, **Anais...** 2016.