

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

## O EMPREGO DA ANÁLISE TERMOGRÁFICA NO ESTUDO DA DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

Vicente Junio de Oliveira Rosse ([vicente.rosse@engenharia.ufjf.br](mailto:vicente.rosse@engenharia.ufjf.br)); Ana Flávia Ramos Cruz ([ana.cruz@engenharia.ufjf.br](mailto:ana.cruz@engenharia.ufjf.br)); Marina Barbosa Nogueira Lucena ([marina.nogueira@engenharia.ufjf.br](mailto:marina.nogueira@engenharia.ufjf.br)); Maria Teresa Gomes Barbosa ([teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br](mailto:teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br))

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia (UFJF) - Brazil

**Palavras chave:** Estanqueidade, Grau de Degradação, Termografia, Vida Útil.

*Um dos principais indicadores do bom desempenho das fachadas é sua estanqueidade. O reparo de danos mal mensurados usando métodos pouco conhecidos é causa de grande impacto ambiental atualmente. Como a fachada é uma das partes da edificação que mais causa desconforto ao usuário, quando não responde bem à ação dos agentes atmosféricos, este objeto de estudo torna-se muito relevante. A incapacidade de impedir a absorção de água da fachada é um dos principais causadores de degradação, resultando em manifestações patológicas. Este trabalho tem como objetivo estimar o grau de degradação da fachada com auxílio de dados termográficos (imagens termográficas) para o mapeamento de danos decorrente da presença de umidade, e assim auxiliar na manutenção limpa e efetiva do elemento construtivo; juntamente será realizada, uma pesquisa bibliográfica, sobre os métodos de quantificação de danos no revestimento da fachada. Logo, apresenta-se uma metodologia para o uso deste método (ensaio não destrutivo) de avaliação de degradação, bem como da representação dos danos nas edificações, mas especificadamente, fachadas. E, finalmente, é exposta uma proposta para monitoramento de manifestações patológicas causados pela falta de estanqueidade nas fachadas, através da representação destas por meio de diferença de temperatura.*

### 1. INTRODUÇÃO

A habitação é essencial para o equilíbrio social de uma nação, tendo em vista que a ela estão relacionados segurança, conforto e abrigo de uma pessoa. A moradia digna é considerada um dos principais direitos do homem. O acesso à “casa própria” é um grande desejo do cidadão, pois esta é um forte fator de estabilidade social e política. No Brasil, a questão habitacional é discutida a longa data, já que no país boa parte da população ainda não possui habitação própria. Desde criança o lar é passado como sinônimo de segurança, abrigo e status, que permitem o indivíduo decretar a conquista dos seus objetivos. Para que as conquistas de um imóvel como meio de inserção social o desenvolvimento sustentável de uma nação torna-se essencial, visto as demasiadas necessidades da população.

O termo desenvolvimento sustentável data de 1980, porém só foi consagrado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland. Esta comissão produziu um relatório que define o desenvolvimento sustentável como sendo:

*“um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras... é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades.”*  
(COMISSÃO BRUNDTLAND (1987))

Com isso surgiu a necessidade de criar instrumentos de mensuração, tais como os indicadores de desenvolvimento que se resumem a ferramentas com variáveis associadas para dar significado aos fenômenos a eles atrelados. Em se tratando de desenvolvimento sustentável, o Índice de Desenvolvimento Sustentável (IDS) é um instrumento essencial para acompanhar e avaliar os progressos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE ano) o IDS é organizado em pilares essenciais ao bom desenvolvimento do país, são eles:

- Ambiental - este pilar está relacionado com a preservação e conservação do meio ambiente, sendo considerado fundamental na qualidade de vida das gerações atual e futura. Expressando pressões sobre o ambiente e políticas ambientais influenciando fortemente na saúde e qualidade de vida da população.
- Social – ligado em essência às satisfazer necessidades básicas humanas e melhoria na qualidade de vida e justiça social. Explicita nele as desigualdades acarretadas por sexo e cor ou raça.
- Econômica – este pilar trata as questões de esgotamento de recursos, do reaproveitamento e melhor uso de resíduos, assim como a energia. Se preocupando com a eficiência do processo construtivo e produtivo, a fim de adequá-lo ao aspecto sustentável e economicamente viável
- Institucional – relacionado a capacidade de esforço que o governo e sociedade estão dispostos para implementar mudanças no âmbito do desenvolvimento sustentável.

O IBGE ainda menciona que o IDS é uma das principais fontes de informação sobre os pilares que regem o desenvolvimento sustentável no Brasil. Considerando a necessidade do país em gerar, no aspecto social, menor disparidade na população, o Governo Federal lançou, em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) objetivando diminuir a parcela da população que não possui casa própria, tornando assim a conquista deste empreendimento mais acessível às famílias, em especial as mais humildes. Como o interesse deste programa, e conseqüentemente, seus empreendimentos imobiliários é o público de baixa renda, seus imóveis são considerados de baixo padrão de acabamento, e muitas das vezes são usados materiais que comprometem a boa eficiência e resposta da edificação ao meio.

Neste contexto, o uso de materiais com baixo desempenho, em especial se tratando da fachada da edificação, acarreta em diversas manifestações patológicas (MP) principalmente, se analisarmos as vedações verticais que é um dos componentes mais exposto ao intemperismo, como: chuva direcionada, variação de temperatura, efeito de ventos e radiação solar, dentre outros. Segundo Silva (2008) esse componente da edificação está sujeito ao aparecimento de diversos tipos de manifestações patológicas, bolores, eflorescência, vesículas, fissuras, entre outros, causando desconforto aos usuários e transgredindo as premissas do IDS.

Nesse contexto, em 2013 a norma de desempenho brasileira, NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho, entrou em vigência e traz consigo o conceito de vida útil de projeto definido como sendo “período de tempo em que um edifício e/ou sistema se prestam a atividades para os quais foram projetados ou construídos[...]” (ABNT NBR 15.575 (2013)) e prescreve., ainda, a necessidade de atender requisitos mínimos, sendo que a vida útil não pode ser confundida com os prazos (legal e contratual) da obra.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho busca avaliar um empreendimento, resultado do PMCMV que possui revestimento das vedações verticais externas (VVE) argamassado. Na avaliação do grau de degradação da uma fachada, empregou-se o ensaio não destrutivo de termografia, pois é possível apresentar falhas atuais e futuras além de ser uma técnica simples, baseada no

princípio da emissão de energia do material, representada em imagens que são traduzidas em regiões de calor diferenciadas (CORTIZO (2007); SILVA (2012); BAUER et al, 2018).

Salienta-se que a variação dos ângulos, no seu manuseio da câmera termográfica causa grande distorção nos valores de emissividade e, conseqüentemente, na qualidade dos termogramas gerados (BARREIRA et al, 2014), sendo ideais para a coleta de imagens os ângulos do intervalo entre 0° e 20°, pois estes mostram com melhor precisão, e sem interferência de corpos celestes, as diferenças de temperatura do objeto em análise (CRUZ et al, 2018).

O uso da câmera termográfica é interessante por ser eficiente e enquadrar-se como ensaio não destrutivo (END), o que torna ela um aparato economicamente e ambientalmente viável, já que não gera gastos de reforma à edificação. No que se refere às análises dos termogramas obtidos, existem muitas ferramentas passíveis de serem empregadas e, nesse estudo, será avaliado o emprego do Método de gravidade, urgência e tendência (GUT). Segundo Sotille (2014), este método é uma matriz de priorização na qual definem-se prioridades das diversas alternativas de ação. Sendo assim, esta ferramenta prioriza de forma racional, levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência do fenômeno, o que permite escolher a tomada de ação menos prejudicial.

Finalmente, este trabalho tem como objetivo, capturar a radiação térmica emitida pelos corpos, usando a câmera termográfica; a avaliar as áreas afetadas da região de estudo, com base nos termogramas gerados, e definir as prioridades de correção das manifestações, causadas pela estanqueidade deficiente.

### 3. METODOLOGIA

Neste estudo foram avaliadas as fachadas de um condomínio de edifícios residenciais com 5 pavimentos tipo (composto por 8 apartamentos por andar), como mostrado na Figura 1. Os apartamentos possuem dois quartos, um banheiro, sala conjugada com cozinha mais área de serviço, com padrão de acabamento baixo e fazem parte do Programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal. Suas características construtivas resumem-se a um edifício construído alvenaria estrutural com revestimento argamassado, e possui uma idade aproximada de 5 anos.

Salienta-se que a edificação em questão está localizada na cidade de Juiz de Fora (zona da mata mineira), que possui clima tropical de altitude segundo classificação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ou seja, verão com elevados índices de calor e umidade; a temperatura média anual é de 20,1°C e uma pluviosidade média de 1504 mm. A Figura 2 mostra a localização do empreendimento no mapa da cidade, que se localiza na região leste da cidade, numa zona essencialmente residencial e de baixa agressividade ambiental.



Figura 1. Fachada do edifício estudado. Fonte: os autores.

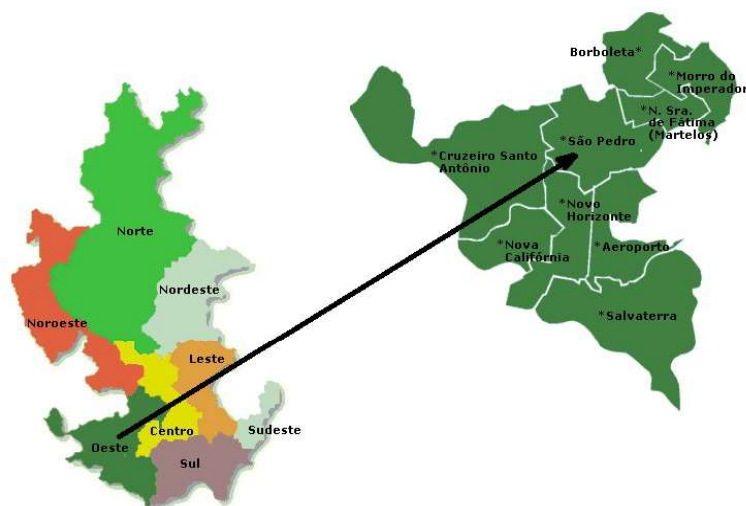


Figura 2. Regiões da cidade de Juiz de Fora e Bairro onde se localiza a edificação em. Fonte: adaptado do google maps.

Adotou-se os procedimentos descritos a seguir a fim de minimizar possíveis erros:

- i) Inicialmente efetuou-se uma revisão bibliográfica acerca do uso da câmera termográfica, para possibilitar na inspeção com boa identificação dos pontos mais críticos da obra, tomando, também, como observação reclamação dos moradores sobre infiltrações nas fachadas.

Adotou-se a metodologia baseada em Cruz et al (2018) na captura dos termogramas, possibilitando escolher os melhores ângulos de captura. As imagens foram feitas em sequência durante uma semana, e a variação climática entre os dias de estudo pôde ser considerada desprezível, tendo em vista a baixa variação térmica e de umidade, a temperatura média foi de 23°C e a umidade relativa estava em torno de 26%.

Para realização das fotografias foi usada a câmera do modelo FLIR ONE: Thermal Imaging Camera for Apple, que oferece uma série de filtros de contraste, que explicitam os pontos com diferença de temperatura, fazendo um mapa da fachada como mostra a Figura 3.



Figura 3. Modelo de termograma usado. Fonte: os autores.

- i) Para procedimento da coleta de dados foram seguidos os parâmetros descritos a seguir: primeiramente a coleta de dados foi realizada por andar; sendo que a câmara foi posicionada a uma distância de 5 metros em relação à fachada e de 1,45 metros em relação ao piso. No que se refere a inclinação da máquina, adotou-se as informações fornecidas por

Cruz et al (2018), ou seja, os ângulos verticais entre 0° e 20°, tendo em vista que os autores analisaram as variações de ângulo e verificaram que em angulações onde a câmera está com mais de 20° a coleta dos dados é prejudicada pela emissividade de corpos celestes.

- ii) Após o término da coleta de dados (fotos e termogramas), com o auxílio do software Autodesk AutoCad, as imagens foram sobrepostas por um desenho esquemático como mostrado na Figura 4. A imagem ortogonalizada permitiu obter a área afetada com maior precisão através das figuras formadas nas diferentes cores do termograma.
- iii) Em seguida determinou-se a porcentagem de área degradada através de uma adaptação do modelo de Método de Mensuração da Degradação (MMD) proposto por Santos et al (2018), obtendo-se um fator de dano (FD), que permitirá mensurar as prioridades de correção das fachadas analisadas neste projeto, conforme apresentado na equação 1.

$$FD = \frac{\sum AD}{AT} \quad (1)$$

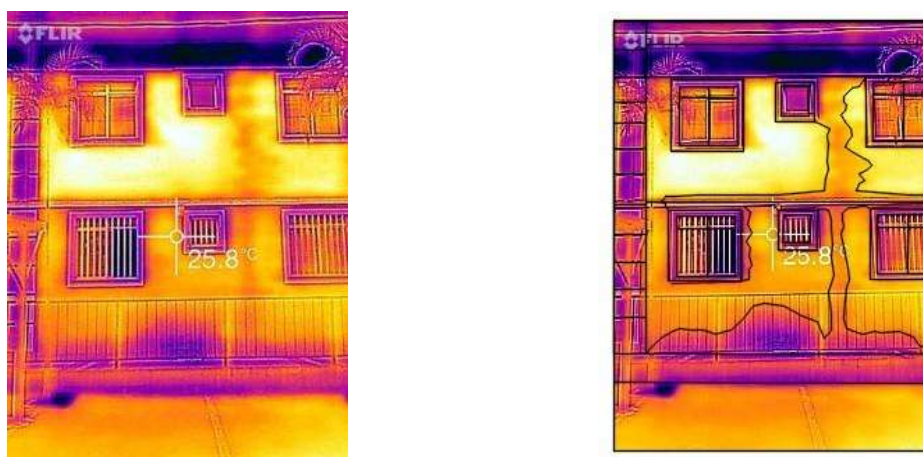


Figura 4. figura demonstrativa do auxílio do software AutoCad na obtenção do esquema 2D. Fonte: os autores

- iv) Após encontrada a área não degradada da fachada procedeu-se uma adaptação do método GUT. Segundo Martins *et al* (2017) este método baseia-se na análise dos problemas de modo que estes receberão uma nota de 1 a 5 em cada uma das características: gravidade, urgência e tendência, conforme mostrado na Tabela 1. Em seguida os pontos da escala GUT são multiplicados, dando origem a um fator resultante para cada problema, assim as podem ser tomadas com mais facilidade ações de gerenciamento.

Tabela 1. Pontuação do GUT e adaptação para umidade em fachada.

| PONTOS | Gravidade                      | Urgência                   | Tendência              | Origem da manifestação patológica |
|--------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|
|        | Consequência se nada for feito | Prazo para tomada de ações | Progressão do problema |                                   |
| 5      | Gravíssima                     | Ação imediata              | Considerável           | Umidade ascensional               |
| 4      | Muito grave                    | Urgente                    | Rápida                 | Umidade oriunda das chuvas        |
| 3      | Grave                          | Rápida                     | Média                  | Umidade acidental                 |
| 2      | Pouco grave                    | Programada                 | Lenta                  | Umidade proveniente da construção |
| 1      | Sem gravidade                  | Não tem pressa             | Irrelevante            | Umidade relativa do ar            |

Fonte: OLIVEIRA, 1995, adaptado.

Uma proposição de adaptação do método dos fatores também é feita para este trabalho, de modo que existam três fatores, que representam desvios das condições assumidas no projeto, como mostrado na Tabela 2.

Com os valores encontrados na Tabela 2, é possível proceder o cálculo da vida útil estimada através da equação 2.

$$VUE = VUR \times A \times B \times C \quad (2)$$

Onde:

- VUE= vida útil estimada;
- VUR=vida útil de referência, neste trabalho adotado o valor mínimo recomendado pela norma brasileira ABNT NBR 15575.

Tabela 2. Descrição das classes de fatores adaptado para estanqueidade

| Classe dos fatores                   |   |                          | Condições de uso       |       |        |     |
|--------------------------------------|---|--------------------------|------------------------|-------|--------|-----|
|                                      |   |                          | Para considerar        | Pobre | Normal | Bom |
| Característica de qualidade inerente | A | Projeto                  | Detalhes da construção | 0,8   | 1,0    | 1,2 |
|                                      | B | Material de Revestimento | Traço da argamassa     | 0,8   | 1,0    | 1,2 |
| Meio ambiente                        | C | Externo (chuva dirigida) | Face oposta            | 0,8   | 1,0    | 1,2 |
|                                      |   |                          | Face frontal           | 0,8   | 1,0    | 1,2 |

Fonte: Zarzar Junior, 2007, adaptado.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 5 apresenta algumas imagens das regiões estudadas, onde se verifica nos termogramas, os contrastes das regiões afetadas pela presença de umidade; estes auxiliam a visualização da mudança na temperatura, causado pela presença de água na vedação da fachada, quando sua estanqueidade está comprometida.

Com o emprego dos termogramas elaborou-se, através do software AutoCad, como mostrado nas Figuras 5, uma demonstração da área degradada, com base na área no qual o espectro possui coloração mais escura, ou seja, a área degradada.

Observa-se que as fachadas que recebem mais chuva direcionada como é o caso da Figura 5(III), possuem um espectro de coloração mais escura. Este fato se dá pela provável presença de umidade no local.

Sendo assim, a câmera termográfica mostrou-se muito eficiente no auxílio da confecção de modelos a fim de mensurar danos já existentes e principalmente danos que ainda poderão aparecer. E para prevenção de danos este trabalho prosseguiu para mensurar e quantificar a degradação da fachada.

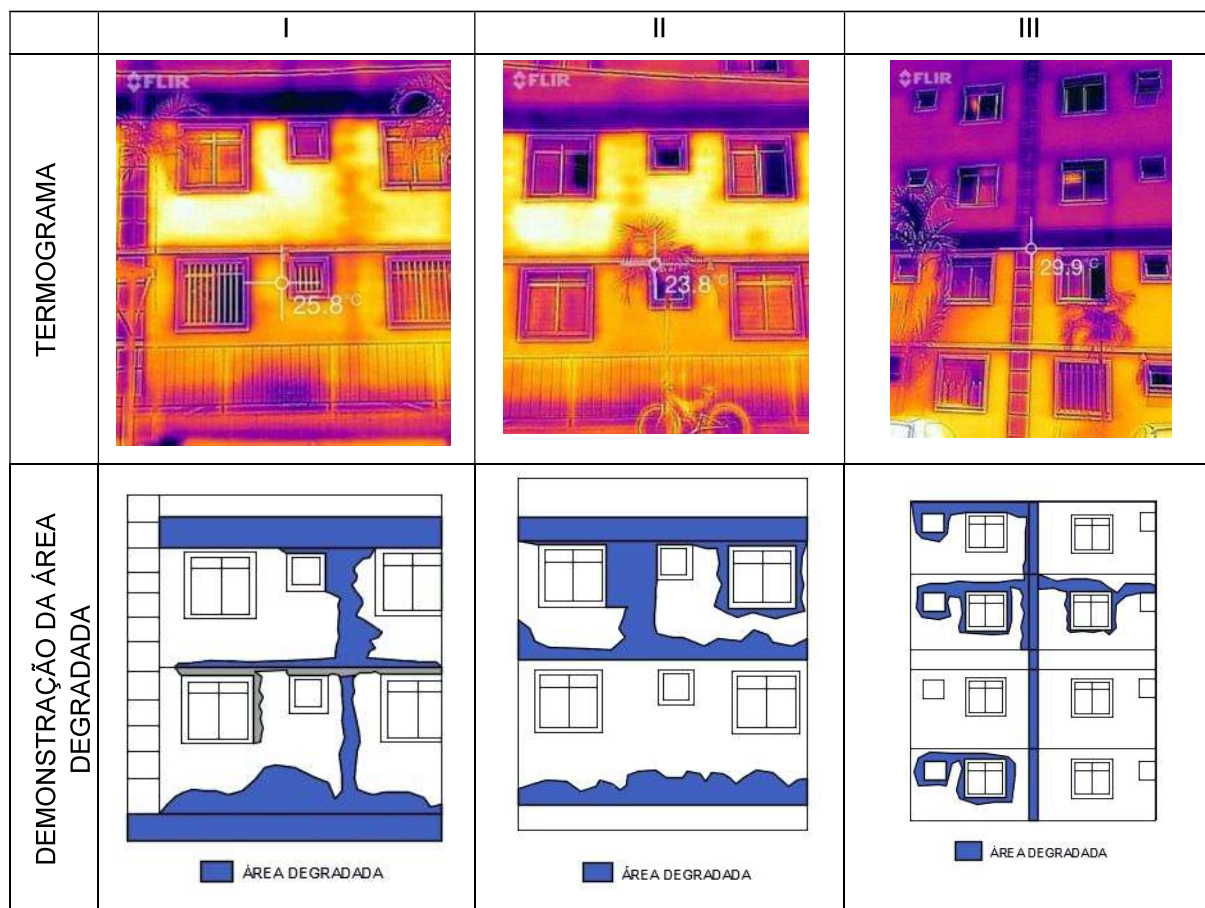
No estudo do Grau de Degradação, através da adaptação ao Método de Mensuração da Degradação (MMD) (Santos et al (2018)) calculou-se a área não degradada da fachada, como apresentado na equação (1); os resultados obtidos nas amostras da Figuras 5 estão apresentados na Tabela 3, para melhor entendimento do leitor.

Tabela 3. Cálculo da área não degradada das amostras analisadas.

| Fachada | Área degradada | Área total | Fator de dano |
|---------|----------------|------------|---------------|
| I       | 19,26          | 59,60      | 0,323         |
| II      | 13,10          | 67,06      | 0,195         |

|     |      |       |       |
|-----|------|-------|-------|
| III | 7,62 | 60,63 | 0,126 |
|-----|------|-------|-------|

Fonte: os autores.



**Figura 5.** Exemplos de áreas analisadas segundo a metodologia empregada. Fonte: os autores

Fonte: os autores.

Feito isto, prossegue-se para cálculo da vida útil estimada da estrutura como um todo. Para este empreendimento analisado os valores estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4. Cálculo da vida útil estimada nas fachadas analisadas.

| Critério   | Fachada I | Fachada II | Fachada III |
|--|-----------|------------|-------------|
| VUR – Adotado menor valor por norma                    | 40        | 40         | 40          |
| Nota qualidade de projeto e detalhes da construção (A) | 1         | 1          | 1           |
| Nota qualidade do revestimento (B)                     | 0,8       | 0,8        | 0,8         |
| Nota dada chuva dirigida na fachada (C)                | 0,8       | 0,8        | 1           |
| $VUE = VUR \times A \times B \times C$                 | 25,6      | 25,6       | 32          |

Considerando as fachadas I a III, apresentadas na figura 5 e a fim de ser avaliada a durabilidade e vida útil do empreendimento foi elaborada a tabela 5.

Tabela 5. Resultado das amostras analisadas

| Fachada | GUT      | Porcentagem de área degradada | VUE (anos) |
|---------|----------|-------------------------------|------------|
| I       | 5, 4 e 3 | 32,3%                         | 25,6       |
| II      | 5 e 4    | 19,5%                         | 25,6       |
| III     | 4        | 12,6%                         | 32         |

Fonte: os autores.

Nesse sentido e possível concluir que:

- i) As fachada I e II necessitam de intervenção imediata face à presença de umidade ascensional, baixa estanqueidade na fachada, bem como a presença de umidade acidental (existente somente na fachada I), constata-se, inclusive (vide Tabela 5) que ocorrerá, sem a intervenção uma perda significativa da vida útil mínima, cerca 36%;
- ii) A fachada III necessita de intervenção urgente decorrente da presença de umidade causada pela deficiência de estanqueidade dos materiais de revestimento pois, compromete 8% (atualmente) da vida útil mínima prescrita pela normalização brasileira.

## 5. CONCLUSÕES

Conclui-se então que a câmera termográfica se mostrou com resultados satisfatórios quando analisamos fachadas, bem como a metodologia adotada para avaliar o grau de degradação da área estudada. Para bom resultado dos dados coletados, torna-se necessário tomar cuidado com objetos que estejam mais quentes por perto (como, por exemplo, pessoas e carros), tendo em vista que estes podem emitir uma radiação maior, que alterar a qualidade do termograma.

Ainda neste contexto, a metodologia de coleta é essencial para uma boa análise posterior. Salienta-se que foi possível o uso dos melhores graus de inclinação, neste estudo, por peculiaridades da edificação em questão. No caso de fachadas mais altas torna-se necessário o uso dos demais graus, mesmo que estes comprometam a qualidade do termograma. Entretanto, quando o grau de inclinação for muito elevado e a ortogonalização da imagem não for simples, recomenda-se além do método apresentado por este trabalho, fazer um gradeamento como proposto por Silva (2014), o qual seria necessário sobrepor uma malha de dimensões X e Y que ajudará na melhor mensuração das áreas afetadas.

Entre as principais manifestações patológicas que apareceram no edifício estudado destacam-se manchas, fissuração, destacamento do revestimento argamassado, e presença de matéria orgânica. As regiões mais atingidas são as fachadas dos cômodos de área molhada, e as que recebem chuvas direcionadas. Além dos efeitos climáticos, constatou-se uma falha de projeto, pelo fato de ter usado uma argamassa de traço pobre. A termografia possibilitou a verificação dos pontos com maior dano, o fator de degradação da fachada informou, então, o quão comprometida está a estrutura analisada.

Ainda se observa que a vida útil de projeto (VUP) definida pela norma de desempenho está longe de ser atendida, deste modo compromete a qualidade da obra e o seu enquadro nos padrões do desenvolvimento sustentável, visto o apelo econômico gerado em obras de correção. Além do mais fere o critério social, pois traz diversos desconfortos aos usuários visto grande quantidade de úmida dentro de casa, mofo de moveis, além de doenças causadas por microrganismos presentes na umidade.

Em resumo, apresenta-se uma forma mais simplificada de fazer essa análise, de modo que possa fazer as ações preventivas, evitando futuros sinistros de comprometimento de estrutura, e causando menos desconforto ao usuário da edificação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho. 4 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- Barreira, E., Freitas, S. S., Freitas, V. P., Delgado, J. M. P. Q., Sensibility Analysis of the Parameters affecting infrared thermal images for the evaluation of building pathologies. Defect and diffusion fórum vol 353 (2014) pp 23-27 online: 2014-05-21.



- Bauer, E., Aidar, L., Milhomem, P. *Análise das possíveis variações nos termogramas provocadas por alterações no ângulo de obtenção das imagens. In: congresso brasileiro de patologia das CONSTRUÇÕES (CBPAT), 2018, Campo Grande. Anais 2018, p.1-10.*
- Caixa Econômica Federal. *Minha casa minha vida. (Cartilha). Brasília, 2009.*
- Cortizo, E. C. *Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico, 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.*
- Cruz, A. F. R., Rosse, V. J. O., Barbosa, M. T. G., *A importância do emprego da termografia na avaliação da vida útil de fachadas. In Simposio Interinstitucional De Tecnologia Do Ambiente Construido (SINTAC), 2018, Juiz de Fora, 2018.*
- Flores-Colen, I. S., *Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva. Tese de doutorado, Universidade técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico, 2009.*
- Florim, L. C., Quelhas, O. L. G. *Contribuição para a construção sustentável: Características de um projeto habitacional ecoeficiente. Revista Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.*
- Gh Brundtland, *NF Comum - Our Common Future: United Nations, 1987*
- IBGE. *Índice de Desenvolvimento Sustentável. SIDRA, acesso em 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>>.*
- ISO 15686:2011, *“buildings and constructed assets- Service life planning – Part 1: General Principles. Geneva: International Organization for Standardization.*
- Sabbatini, F. H. *Patologia das argamassas de revestimento – aspectos físicos, In: Simpósio Nacional de tecnologia da construção, 3, São Paulo, Anais... São Paulo: EPUSP, p. 69-76. 1986.*
- Santos, D. G; Macêdo, M. S. P. H; Souza, J. S; Bauer, E. *Aplicação do método de mensuração da degradação (MMD) na distribuição de ocorrências de danos de um edifício em Brasília. In: Congresso Brasileiro De Patologia Das Construções (CBPAT), 2018, Campo Grande. Anais 2018, p.1-9.*
- Martins, Natalia et al. *Priorização na resolução de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: Método GU. Revista de engenharia e pesquisa aplicada, Recife, v.2, n.3, p.139-148, ago. 2017. Disponível em:*
- *< <http://revista.poli.br/index.php/rep/issue/view/issue/12/12>>, acesso em 2018.*
- Silva, C. S. C. C., Camarini, G. *Patologias e Argamassas: Um Estudo em Habitações para Estudantes No Brasil. 4th international conference on structural defects and repair: 4° cinpar, 2008 – Universidade Aveiro. Portugal. 2008*
- Silva, D. D. S., *Diagnósticos de patologias em fachadas utilizando termografia, Universidade do Porto, 2012.*
- Silva, M. N. B., *“Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília, Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2014.*

## 7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro para execução da pesquisa. (Projeto: APQ-03068-17)