

# A APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DIAGNÓSTICA PARA OBTENÇÃO DA QUALIDADE CONSTRUTIVA NAS EDIFICAÇÕES

## THE APPLICATION OF DIAGNOSTIC ENGINEERING TO OBTAIN CONSTRUCTIVE QUALITY IN BUILDINGS

Francilene da Silva Pereira<sup>1</sup>, Joedy M. Santa Rosa de Souza <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada-PE, Brasil.

### Resumo

A Engenharia Civil possui algumas divisões e uma delas é a Diagnóstica. Esta disciplina iniciou-se no Brasil por volta de 2005 sendo aplicada desde a escolha do terreno até a desconstrução de uma edificação. Uma área composta por cinco ferramentas: vistoria, inspeção, auditoria, perícia e consultoria. O profissional qualificado desenvolverá através da Engenharia Diagnóstica (ED) um serviço de qualidade construtiva e promovendo o desenvolvimento social. O objetivo deste estudo é destacar a aplicação da Engenharia Diagnóstica como forma de obtenção da Qualidade construtiva, focada em edificações para atender as exigências dos usuários, da sociedade e ambientais, bem como de manutenção. O artigo desenvolve-se inicialmente por pesquisa bibliográfica e aplicação de uma ferramenta da Engenharia Diagnóstica como exemplo em um imóvel na cidade de Custódia utilizando a termografia para identificar manifestações patológicas. O estudo promoveu novos debates acerca do tema com ênfase na disseminação da temática com revisão bibliográfica e aplicação utilizando a termografia por infravermelho. Através da Engenharia Diagnóstica é possível garantir a qualidade construtiva da edificação prolongando sua vida útil e fazendo as correções das manifestações patológicas encontradas de maneira adequada por profissional devidamente preparado e capacitado e assim, oferecer um serviço de qualidade e eficácia em todas as fases da edificação.

**Palavras-chave:** Edificação. Engenharia Diagnóstica. Qualidade construtiva.

### Abstract

Civil Engineering has some divisions and one of them is Diagnostics. This discipline started in Brazil around 2005 and the choice of land was applied until the deconstruction of a building. An area composed of five tools: inspection, inspection, audit, expertise and consultancy. The qualified professional will develop through Diagnostic Engineering (ED) a constructive quality service and promoting social development. The objective of this study is to highlight the application of Diagnostic Engineering as a way of obtaining constructive Quality, focused on buildings to meet the requirements of users, society and the environment, as well as maintenance. The article is initially developed by bibliographic research and application of a Diagnostic Engineering tool as an example in a property in the city of Custódia using thermography to identify pathological manifestations. The study promoted new debates on the theme with emphasis on the dissemination of the theme with bibliographic review and application using infrared thermography. Through Diagnostic Engineering it is possible to guarantee the constructive quality of the building, extending its useful life and correcting the pathological manifestations found in an appropriate manner by a properly prepared and trained professional and thus offering a quality and effective service in all phases of the building.

**Key words:** Building. Diagnostic Engineering. Constructive quality.

## Introdução

A construção civil é um ramo da Engenharia que se modifica e necessita que profissionais se aperfeiçoem para atender as necessidades do mercado e da sociedade. Ao passo que se avança tecnologicamente para novas construções, o acompanhamento do engenheiro se torna ainda mais importante nas obras desde o planejamento preliminar até o uso do produto.

Gullo (2020) apresenta alguns países que possuem experiências acerca da Engenharia Diagnóstica, como o Reino Unido e Estados Unidos que atuam há 30 e 20 anos, respectivamente. Já no Brasil, segundo Gomide (2020), esta disciplina foi conceituada em 2005 por meio do diagnóstico, prognóstico e prescrições objetivando a Qualidade Total, evoluindo para as investigações patológicas e atualmente, ampliando os estudos para o nível de desempenho da construção ou das responsabilidades. Garvin (1992) enfatiza que “A qualidade é obtida quando são preenchidos os seguintes quesitos: desempenho, características especificadas, durabilidade, atendimento aos requisitos, estética, qualidade percebida, conformidade e confiabilidade”.

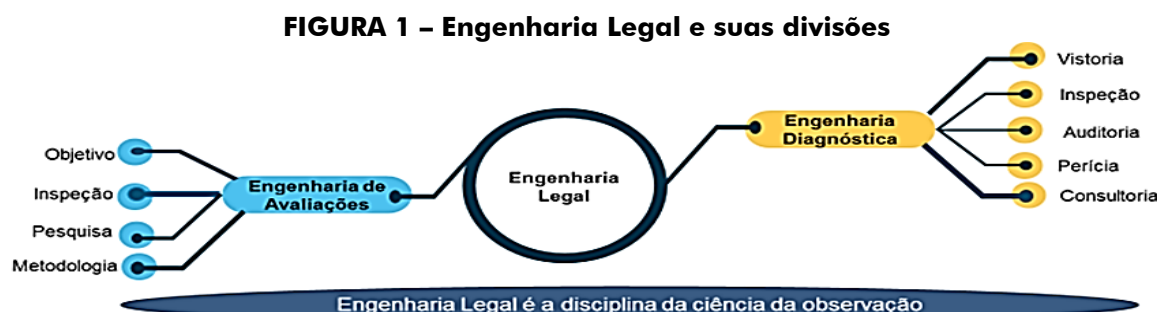
O objetivo neste estudo é destacar a aplicação da Engenharia Diagnóstica como forma de obtenção da Qualidade construtiva, focada em edificações, servindo para atender as exigências dos usuários, da sociedade e ambientais, bem como de manutenção. Nesta área, a abordagem da Visão sistêmica, ferramentas, atribuição e responsabilidade profissional e aplicação prática (Estudo de caso) contribuirão para a compreensão sobre a importância deste tema.

## Metodologia

O conteúdo é apresentado por meio da revisão bibliográfica e, posteriormente a aplicação prática da ferramenta com uma visita técnica ao imóvel localizado na cidade de Custódia onde foram registradas as manifestações patológicas através de fotografias e imagens de termografia infravermelha.

A Engenharia Diagnóstica (ED) foi conceituada, historicamente no Brasil, em 2005 no I Seminário de Inspeção e Manutenção predial promovido pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE/SP) tendo o engenheiro Gomide como precursor desta disciplina. Este autor a aborda como uma área voltada a vertente técnica/anomalias construtivas, de uso/anomalias funcionais e de manutenção/falhas; com o trabalho direcionado a análises documentais e recomendações.

Por sua vez, a Engenharia Legal, segundo Deutsch (2019, p.19) é uma atividade ligada às Engenharias, à Arquitetura e ao Direito sendo muito utilizada para o trabalho judicial com profissionais capacitados e registrados para executar tal função. Na Figura 1, observa-se o conceito e as divisões da Engenharia Legal:

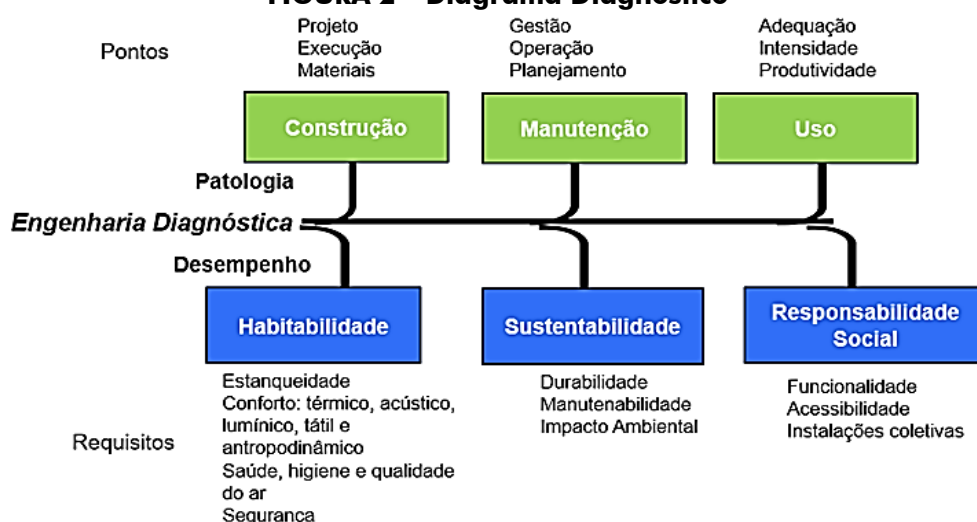


Fonte: Gomide; Fagundes Neto; Gullo (2015) autora Adaptado.

Na figura anterior observa-se que a ED tem origem da Engenharia Legal, motivo este que nos estudos iniciais ocorreram equívocos em relação aos instrumentos e documentos correspondentes, resumindo a atividade diagnóstica em apenas um instrumento que era a Perícia. Observa-se também que cada divisão possui suas ferramentas e didaticamente em comum apenas a Inspeção.

Jargemboski (2018, p. 15) enfatiza que a EL possui duas vertentes: a Diagnóstica e a de Avaliações”, e define Engenharia de Avaliações como um campo da Engenharia em que os conhecimentos estão voltados a avaliação de bens, ou seja, os “valores, custos, frutos e direitos”. Neste caso, o detentor dos conhecimentos técnicos-científicos especializados é o Engenheiro-avaliador. Para a definição de Engenharia Diagnóstica destaca-se o conceito de Gomide e Flora (2018, p.11): “Disciplina das investigações técnicas para determinar os diagnósticos de manifestações patológicas e níveis de desempenho das construções, visando aprimorar Qualidades ou apurar Responsabilidades”. Para este artigo, a ênfase será no campo do Diagnóstico em que o profissional (Engenheiro diagnóstico), desenvolve suas atividades estudando a Patologia e o Desempenho, conforme o Diagrama diagnóstico representado na Figura 2.

**FIGURA 2 – Diagrama Diagnóstico**

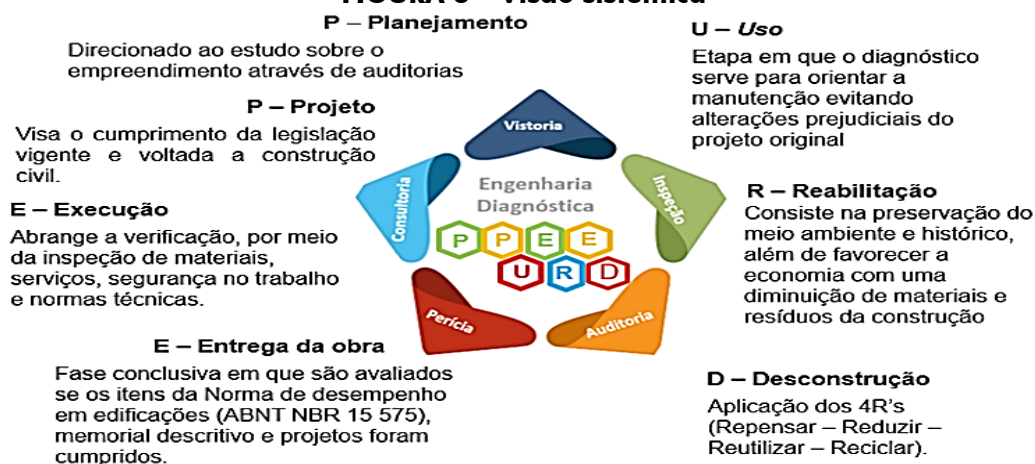


Fonte: Gomide e Flora (2018) autora Adaptado

O Diagrama caracteriza quais pontos as “investigações” devem ser realizadas quando se tratar das origens da Patologia, quer seja na Construção, Manutenção e Uso como também o “compromisso” em desenvolver uma edificação com Qualidade Total voltado ao Desempenho que atenda aos requisitos da Habitabilidade, Sustentabilidade e Responsabilidade Social.

A aplicabilidade da Engenharia Diagnóstica é destacada por Gomide e Flora (2018) na Figura 3 nas etapas da visão sistêmica simbolizadas por PPEEUD com seus respectivos nomes e definições:

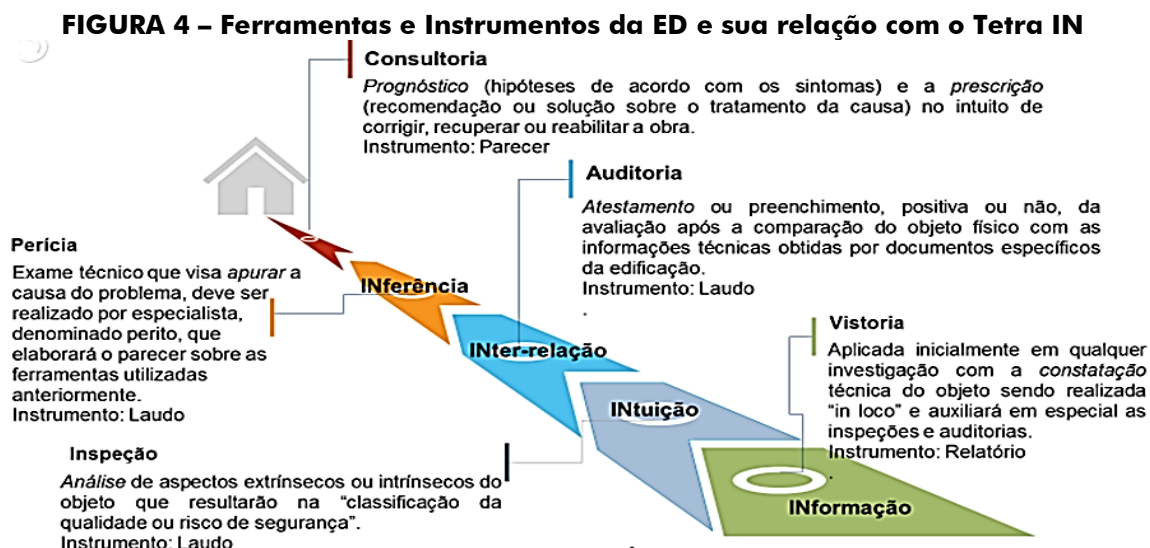
**FIGURA 3 – Visão sistêmica**



Fonte: Gomide e Flora (2018) autora Adaptado

A forma da disposição da sigla envolvida pelas ferramentas da ED traduz que em todas as fases da edificação devem ser investigadas e interpretadas na busca permanente da excelência, resumidamente seria definida por Gomide e Flora (2018) a realização do “Check-up da construção”.

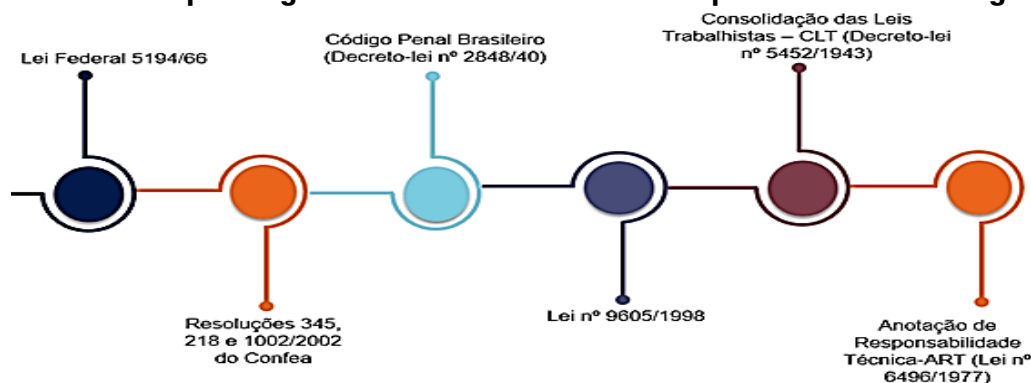
As ferramentas utilizadas para realizar o Diagnóstico nas edificações servem como orientação técnica e atualmente são classificadas em Vistoria, Inspeção, Auditoria, Perícia e Consultoria, que serão descritas na Figura 4:



O Instituto de Engenharia (2016) apresenta cada ferramenta com instrumentos específicos que formalizam o trabalho do Profissional responsável iniciando-se na vistoria e avançando progressivamente até a Consultoria, cada uma complementa a seguinte dando mais credibilidade e confiabilidade relacionando as Informações coletadas na vistoria com a Intuição ao discernir uma classificação ou risco para a edificação. Por meio destes dados, haverá a Interrelação, ou seja, a comparação da realidade com o ideal normativo e por fim, a Inferência para concluir a origem, mecanismo e causa de um problema surgido em qualquer etapa da obra.

A arte de diagnosticar exige do profissional diversas aptidões tais como a percepção, intuição, comparação e dedução além de um conjunto de normas, leis e regulamentos a serem seguidos e, conseqüentemente, atribuições, responsabilidades e sanções são impostas aos profissionais que realizarão a atividade na edificação. A atribuição e responsabilidade profissional no exercício da Engenharia Diagnóstica são apresentados por Gomide; Fagundes Neto; Gullo (2015, p.27-30) em que principais regramentos estão indicados na Figura 5:

**FIGURA 5 – Principais regramentos sobre atributos e responsabilidade do Engenheiro**



Fonte: Gomide; Fagundes Neto; Gullo (2015) autora Adaptado

Em uma análise sucinta da figura anterior, a conduta do Engenheiro Diagnóstico deve estar pautada na Ética pessoal e profissional, no compromisso com o bem-estar individual e coletivo em que suas ações não gerem danos a terceiros nem ao Meio Ambiente, caso contrário, haverá a aplicação de sanções proporcionais as falhas cometidas.

Para a realização deste trabalho, além do conteúdo teórico sobre o tema realizou-se um Estudo de Caso com o propósito de aplicar a Engenharia Diagnóstica em uma edificação. A abordagem prática iniciou-se com uma vistoria no local com a coleta de informações e imagens para posteriormente analisar os registros fotográficos e de termogramas das manifestações patológicas identificadas. Para obtenção dos termogramas foi utilizada uma câmera termográfica que captura imagens térmicas com a variação da temperatura na superfície sendo possível localizar mais rapidamente as anomalias. Raposo (2017, p. 12) aborda esta técnica como “análise com carácter não destrutivo” permitindo avaliações detalhadas quanto ao estado de conservação do edifício e identificação de patologias em que uma das principais limitações é que a determinação da profundidade e da espessura da anomalia localizada necessitam de um acompanhamento e ensaios mais específicos.

O estudo de caso foi realizado no imóvel em 22/10/2020, no período diurno, constituída de três fases:

- 1- Coleta de dados: registros fotográficos e acesso a documentações e fotos antigas do local.
- 2- Análise de dados: com base em pesquisas e conhecimentos em registros históricos dos acontecimentos, em enunciados normativos e experiência do orientador.
- 3- Elaboração do artigo: forma de apresentação das informações para plena compreensão tanto por profissionais da área quanto por membros da sociedade em geral interessados.

A coleta de dados foi em uma edificação localizada na Avenida João Veríssimo no Centro da cidade de Custódia – PE que pertence a uma Associação privada dispoendo de um salão para o dance, outro para a disposição de mesas, setor de bar, setor para banheiro feminino e masculino e um palco, totalizando uma área de 783 m<sup>2</sup>. O prédio foi fundado por Ernesto Queiroz Júnior em 11 de setembro de 1958 e atualmente é gerenciado por Severino Romério Rodrigues Rezende. Durante muitos anos neste local foram realizados diversos eventos.

Ao ser realizada a vistoria e comparar as imagens da Figura 7 observa-se que a fachada não sofrera com intervenções físicas, ou seja, manteve-se a estruturalmente igual ao período de fundação e passando por mudanças no revestimento.

**FIGURA 7 – Fachada Frontal**



(a) Ano 2005



(b) Ano 2020

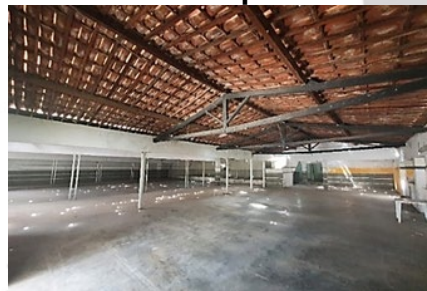
Fonte: Pereira

**FIGURA 8 - Salão sem mesas**



Fonte: Autora (2020)

**FIGURA 9 - Setor para as mesas**



Fonte: Autora (2020)

No ambiente interno foi realizado o registro fotográfico como mostram as imagens da Figura 8 até a Figura 11 e constatações iniciais com o objetivo de reconhecer manifestações patológicas que podem servir para trabalhos posteriores e mais aprofundados devido à complexidade do tema.

Através das figuras 8 e 9, constatou-se a precariedade da cobertura e do piso. As telhas romanas estão danificadas após uma chuva de granizo ocorrida no mês de setembro e a estrutura do telhado (caibros, ripas e tesouras) com aspecto envelhecido, enquanto o piso, encardido.

Nas figuras 10 e 11, há a necessidade de um estudo mais aprofundado diagnosticando as causas dos bolores e deslocamentos do revestimento das paredes e teto, não apenas nos banheiros, mas nos outros setores da edificação.

**FIGURA 10 – Banheiro Masculino**



Fonte: Autora (2020)

**FIGURA 11 - Setor para as mesas**

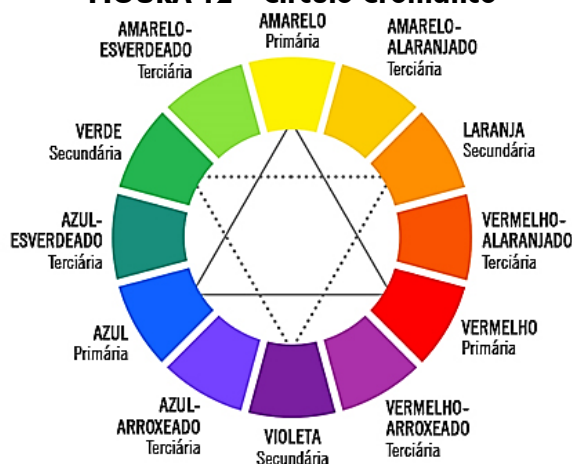


Fonte: Autora (2020)

Uma alternativa em analisar inicialmente uma patologia sem danificar a estrutura estudada é a técnica da termografia por infravermelho. As manifestações foram registradas através dos termogramas em que a captura das imagens ocorre com os mesmos procedimentos gerais e critérios adotados para as fotografias.

Na Figura 12, Kramer e Marques (2018) classificam as cores aquelas pertencente à família quente como vermelho, laranja e amarelo, localizadas no lado direito do círculo, enquanto à fria, o roxo, o azul e o verde, situadas do lado esquerdo.

**FIGURA 12 - Círculo Cromático**



Fonte: Kramer e Marques

É por meio do círculo cromático que segundo Cunha (2016, p. 10), as cores são classificadas como quente ou fria. Na linguagem da Termografia por Infravermelho, as cores alaranjadas representaram insolação e as roxeadas presença de umidade.

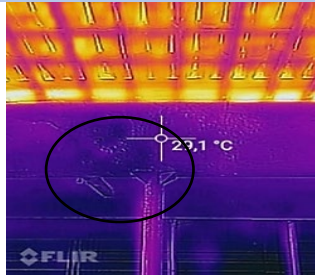
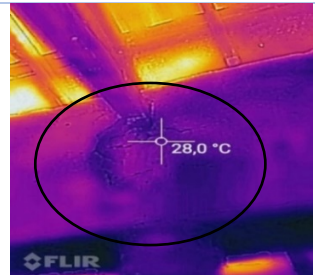
## Resultados e Discussão

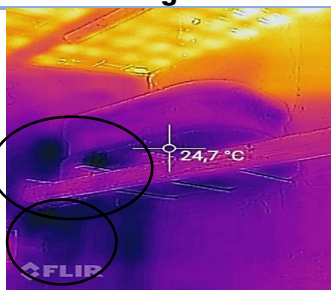
Através deste artigo verificou-se a importância da aplicação da Engenharia Diagnóstica para a Construção civil promovendo a melhoria da integridade das estruturas, além de identificar as ferramentas utilizando como forma de obter uma edificação que atenda as exigências dos usuários, da sociedade e do meio ambiente, e consequentemente, aumentar a vida útil e assegurando a integridade estrutural através da promoção de métodos eficazes relacionados a Engenharia Diagnóstica com a manutenção escolhendo a ferramenta mais adequada para o caso a ser estudado apresentando reduzindo possíveis conflitos, seja originada na fase de projeto, execução, adquirida ou acidental.

Em relação a aplicação da ferramenta, a edificação necessita de manutenção devido as manifestações patológicas indicam negativamente na Qualidade Total da edificação no tocante a segurança e saúde antecipando a degradação e a diminuição da sua vida útil sendo sugerido a adoção de medidas de correção. Novos estudos devem ser promovidos afim de abordar com mais detalhes as manifestações patológicas e sim, que o profissional da área deve estudar, compreender e aplicar as diversas normas técnicas relacionadas aos sistemas construtivos.

As manifestações patológicas serão resumidas no Quadro 1 para destacar a prática da atividade de engenharia diagnóstica e entre os problemas constatados.

**QUADRO 1 - Resumo das constatações**

| Item | Fotografias                                                                         | Termogramas                                                                          | Constatação técnica                                                                          |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    |   |   | Variações térmicas, bolor e deslocamento no revestimento da fachada.                         |
| 2    |  |  | Bolor no revestimento                                                                        |
| 3    |  |  | Deslocamento do revestimento e fissuras, possível infiltração próxima a tesoura.             |
| 4    |  |  | Mal funcionamento do telhado como isolante térmico devido a passagem do calor para a parede. |

| Item | Fotografias                                                                       | Termogramas                                                                        | Constatação técnica                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 5    |  |  | Visualização de umidade na parede e no reservatório |

Fonte: Autor (2020)

A análise dos registros fotográficos e dos termogramas abrange o diagnóstico, prognóstico e prescrição e são diferenciados por Gomide; Fagundes Neto; Gullo (2015, p. 17) em que os diagnósticos para distinguir anomalias, prognósticos são as hipóteses levantadas de acordo com os sintomas, as prescrições aparecem como as recomendações para resolver estes sintomas. O Quadro 2 aborda estas três características:

**QUADRO 2 – Prognósticos e Soluções das manifestações patológicas**

| Item     | Manifestações patológicas                                                                    | Prognósticos                                                                                               | Possíveis Soluções                                                                                                                                                                                                        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1, 2 e 5 | Biodegradação (presença de microrganismos)                                                   | Umidade prolongada, falta de ventilação ou iluminação, sujidades.                                          | Limpar a região para eliminar e prevenir dos microrganismos, realizar a correta impermeabilização refazendo o revestimento                                                                                                |
| 3        | Descolamentos com empolamentos                                                               | Focos de infiltração, aplicação em superfícies com sujidades ou muito lisas ou porosas ou sobre base úmida | Trocar o reboco, aplicar um impermeabilizante e realizar a pintura                                                                                                                                                        |
| 3        | Fissuras (flexão, torção ou cisalhamento)                                                    | Sobrecargas imprevistas                                                                                    | Consolidar a estrutura, refazer o reboco e aplicar a pintura.                                                                                                                                                             |
| 4        | Fraturas em telhas                                                                           | Utilização (granizo, objetos pesados, entre outros)                                                        | Troca das telhas                                                                                                                                                                                                          |
| 5        | Ruptura na superfície do reservatório                                                        | Base do suporte menor ou ausência de regularidade no suporte                                               | Reparo das instalações hidráulicas do reservatório. Verificação da regularidade na base do suporte e Troca do reservatório.                                                                                               |
| 5        | Manchas de umidade com aspecto esponjoso ou descolorido nos revestimentos de pisos e paredes | Vazamentos em tubulações embutidas                                                                         | Localizar o ponto de vazamento realizando as correções nas instalações hidráulicas. Limpar a região para eliminar e prevenir dos microrganismos, realizar a correta impermeabilização e refazer os acabamentos da parede. |

Fonte: Autor (2020)

## Conclusão

A Engenharia é um ramo que contribui muito para a sociedade em diversos setores sendo um mercado cada vez mais competitivo que exige novas técnicas e inovações resultando em uma postura pela excelência na execução dos serviços, materiais, qualidade, segurança e apuração de responsabilidade.

A abordagem sobre conceitos, etapas construtivas, as ferramentas e a aplicação de ferramenta foram apresentadas para oferecer informações que orientem as atividades para estudos mais aprofundados. As informações sobre a aplicação desta ciência no âmbito das edificações mostram que através dos seus instrumentos, as investigações sobre as falhas nos processos construtivos, patologias, deficiência na manutenção e desvios no uso podem e devem ser solucionados para prolongar a vida útil do empreendimento.

É possível observar que aplicar os conhecimentos da Engenharia Diagnóstica, em todas as fases da edificação proporciona a eficácia na qualidade predial devendo ser compromisso assumido, em conjunto, pelos responsáveis do projeto, da execução, do empreendimento, síndicos e do proprietário para que seja atendida as exigências da norma de desempenho, do usuário, da sociedade e ambientais e da manutenção.

## Referências

CUNHA, L. S. **Avaliação de edificações com a utilização da termografia como ensaio não destrutivo – Estudo de caso**. 2016. 39 f. Trabalhos de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília.

DEUTSCH, S. F. **Perícias de engenharia: a apuração dos fatos**. 4ª ed. atual. e ampliada com comentários do CPC. São Paulo: Editora Leud, 2019. 271 p.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GOMIDE, T. L. F.; FLORA, S. M. D. **Manual de engenharia diagnóstica: desempenho, manifestações patológicas e perícias na construção civil**. 1ª ed. São Paulo: Leud, 2018. 220 p.

GOMIDE, T. L. F. **Engenharia Diagnóstica – Novos estudos**. Elaborado por Engenharia diagnóstica em edificações. Disponível em: <http://engenhariadiagnostica.com.br/site/engenharia-diagnostica-novos-estudos/>. Acesso em: 20 jan 2020.

GOMIDE, T. L. F.; FAGUNDES NETO, J.C.P.; GULLO, M. A. **Engenharia diagnóstica em edificações**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2015, 424p.

GULLO, M. A. **A difusão da engenharia diagnóstica pelo mundo e a importância em nosso país**. Elaborado por Engenharia diagnóstica em edificações. Disponível em: <http://engenhariadiagnostica.com.br/site/a-difusao-da-engenharia-diagnostica-pelo-mundo-e-a-importancia-em-nosso-pais/>. Acesso em: 20 jan 2020.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Diretrizes técnicas de engenharia diagnósticas em edificações: vistorias, inspeções, auditorias, perícias e consultorias**. São Paulo: Leud, 2016. 192 p.

JARGEMBOSKI, N. J. **Engenharia Diagnóstica: Sua contribuição para a Construção Civil**. 2018. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil – Faculdade Anhanguera de Joinville Unidade I, Joinville.

KRAMER, D; MARQUES, C. C. R. **Teoria e prática de cor**. Porto Alegre: SAGAH. 2018, 160 p.

RAPOSO, N. M. R. **Diagnóstico de Patologias na Construção apoiada na Análise Termográfica**. 2017, 180 f. Trabalho de Relatório de Estágio de Natureza Científica (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Portugal.

Recebido em: 20/11/2020

Aprovado em: 12/12/2020