



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DA PARAÍBA -
CAMPUS PATOS - CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM
ENGENHARIA CIVIL**

ANDERSON BEZERRA MONTEIRO

**METODOLOGIA GUT APLICADA À ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM PONTES RODOVIÁRIAS DA CIDADE DE PATOS-PB**

PATOS-PB

2025

ANDERSON BEZERRA MONTEIRO

**METODOLOGIA GUT APLICADA À ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM PONTES RODOVIÁRIAS DA CIDADE DE PATOS-PB**

Trabalho apresentado ao Instituto Federal da Paraíba, no curso de Engenharia Civil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Valteson da Silva Santos.

PATOS-PB

2025

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

M775m Monteiro, Anderson Bezerra.

Metodologia GUT aplicada à análise de manifestações patológicas em pontes rodoviárias da cidade de Patos-PB / Diogenes da Silva Pereira. - Patos, 2025.

48 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia Civil)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2025.

Orientador(a): Prof. Me. Valteson da Silva Santos.

1. Pontes 2. Patologias das construções 3. Matriz GUT I.
Título II. Santos, Valteson da Silva III. Instituto Federal da Paraíba.

CDU – 624.012.45

ANDERSON BEZERRA MONTEIRO

**METODOLOGIA GUT APLICADA À ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM PONTES RODOVIÁRIAS DA CIDADE DE PATOS-PB**

Trabalho apresentado ao Instituto Federal da Paraíba, no curso de Engenharia Civil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Valteson da Silva Santos.

Aprovado em ____ / ____ / _____

Banca Examinadora

Prof. Me. Valteson da Silva Santos - Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Prof. Me. Lorena Karla Soares Peixoto - Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Maria Silva Freitas - Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Dedico este TCC à minha mãe por todo esforço para me proporcionar educação e me ensinar valores que guiaram minha jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus eu agradeço por me sustentar ao longo desses anos e me guiar em toda essa trajetória. Esteve presente em todos os momentos que eu pensei em desistir, e foi a força que me fez continuar.

À minha mãe, Itamara Bezerra, por todo o apoio de sempre. Nunca mediu esforços para me ajudar e me motivar nas circunstâncias mais difíceis. Ao meu pai, Antônio Florêncio, por todos os ensinamentos e por sempre acreditar que eu seria capaz. Ênfase que, sem vocês, eu não chegaria até aqui, essa conquista carrega o amor e o incentivo que sempre me ofereceram.

À minha irmã, Ayslane Bezerra, que presenciou dias e noites de estudo e com seus gestos de atenção e cuidado, me ajudou a superar muitas etapas dessa caminhada. À Luzia Bezerra, minha querida vó, por todo o amor, carinho e cuidado.

À minha namorada, Livya Kelly, que me encorajou a começar essa trajetória acadêmica, me ouviu nos dias de desânimo, nas vezes em que pensei em desistir, e me confortou em todas as etapas desta caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Me. Valteson da Silva Santos, por aceitar o meu convite e dedicar seu tempo e conhecimento ao longo deste trabalho.

A todos os professores que, com dedicação e sabedoria, contribuíram para a minha formação acadêmica, transmitindo conhecimento que levarei para toda a vida.

Aos meus amigos, Bruno Lima, Diógenes Silva, Douglas Franco, Ismael Pereira, Janilson Leandro e Pedro Terto, que dividiram comigo a carga de trabalhos, projetos, seminários e provas, vocês tornaram esta jornada mais leve e memorável. À todas as pessoas que, indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho, meu muito obrigado.

RESUMO

As pontes rodoviárias, classificadas como Obras de Arte Especiais (OAE's), exercem papel fundamental na infraestrutura viária ao permitirem a transposição de obstáculos naturais ou artificiais, viabilizando o tráfego e impulsionando o desenvolvimento econômico. No entanto, essas estruturas estão sujeitas a manifestações patológicas que comprometem sua durabilidade e a segurança dos usuários, sendo muitas vezes agravadas pela ausência de inspeções periódicas. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo aplicar a metodologia da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) na análise das manifestações patológicas observadas em pontes do município de Patos-PB, de modo a subsidiar a priorização de ações de manutenção e recuperação. A pesquisa envolveu levantamento documental, inspeção visual e registro técnico de duas pontes representativas da cidade. Com base nos danos identificados, aplicou-se a matriz GUT para hierarquizar as intervenções necessárias. Diante dos resultados obtidos, pôde-se constatar a presença de diversas manifestações patológicas no objeto de estudo. Dessa maneira, foi possível classificar as duas pontes analisadas como estruturas com alto nível de deterioração, sendo que uma delas apresenta danos mais graves, demandando serviços urgentes de recuperação. Os resultados demonstram que a ferramenta oferece um suporte eficiente à tomada de decisões técnicas, possibilitando um planejamento mais racional das ações corretivas e preventivas, contribuindo para a segurança e conservação das estruturas.

Palavras-chave: Durabilidade de pontes; Problemas estruturais; Inspeção; Priorização de riscos; Anomalias construtivas.

ABSTRACT

Highway bridges, classified as Special Engineering Structures (SES), play a fundamental role in road infrastructure by enabling the crossing of natural or artificial obstacles, facilitating traffic and boosting economic development. However, these structures are subject to pathological manifestations that compromise their durability and user safety, often worsened by the lack of periodic inspections. Therefore, the present work aims to apply the GUT matrix methodology (Gravity, Urgency, and Trend) to analyze the pathological manifestations observed in bridges in the municipality of Patos-PB, to support the prioritization of maintenance and repair actions. The research involved document review, visual inspection, and technical records of two representative bridges in the city. Based on the identified damages, the GUT matrix was applied to rank the necessary interventions. The results revealed the presence of various pathological manifestations in the studied objects. Thus, it was possible to classify the two analyzed bridges as structures with a high level of deterioration, with one of them presenting more severe damages, requiring urgent repair services. The findings demonstrate that the tool provides effective support for technical decision-making, enabling a more rational planning of corrective and preventive actions, contributing to the safety and preservation of the structures.

Keywords: Bridge durability; Structural problems; Inspection; Risk prioritization; Construction anomalies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema ilustrativo da composição de pontes.	17
Figura 2 - Esquema ilustrativo seguido da composição de pontes.....	17
Figura 3 - Origem dos problemas patológicos nas etapas da construção.....	20
Figura 4 - Mapa de localização da Ponte do São Sebastião	26
Figura 5 - Mapa de localização da Ponte do Juá Doce.....	27
Figura 6 - Comparativo da Gravidade das Manifestações Patológicas.....	40
Figura 7 - Classificações das manifestações patológicas por origem	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação das obras selecionadas, conforme os critérios estabelecidos .	24
Quadro 2 - Escopo com organização da pesquisa	25
Quadro 3 - Resultado da Priorização (Ponte do São Sebastião)	42
Quadro 4 - Resultado da Priorização (Ponte do Juá Doce).....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela da matriz GUT	23
Tabela 2 - Definição do grau da Gravidade (G)	28
Tabela 3 - Definição do grau de Urgência (U)	28
Tabela 4 - Definição do grau de Tendência (T)	29
Tabela 5 - Elemento 1 (Ponte do São Sebastião).....	30
Tabela 6 - Elemento 2 (Ponte do São Sebastião).....	31
Tabela 7 - Elemento 3 (Ponte do São Sebastião).....	31
Tabela 8 - Elemento 4 (Ponte do São Sebastião).....	32
Tabela 9 - Elemento 5 (Ponte do São Sebastião).....	32
Tabela 10 - Elemento 6 (Ponte do São Sebastião).....	33
Tabela 11 - Elemento 7 (Ponte do São Sebastião).....	33
Tabela 12 - Elemento 8 (Ponte do São Sebastião).....	34
Tabela 13 - Elemento 9 (Ponte do São Sebastião).....	34
Tabela 14 - Elemento 10 (Ponte do São Sebastião).....	35
Tabela 15 - Elemento 1 (Ponte do Juá Doce)	35
Tabela 16 - Elemento 2 (Ponte do Juá Doce)	36
Tabela 17 - Elemento 3 (Ponte do Juá Doce)	36
Tabela 18 - Elemento 4 (Ponte do Juá Doce)	37
Tabela 19 - Elemento 5 (Ponte do Juá Doce)	37
Tabela 20 - Elemento 6 (Ponte do Juá Doce)	38
Tabela 21 - Elemento 7 (Ponte do Juá Doce)	38
Tabela 22 - Priorização aplicando a metodologia GUT	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REFERENCIAL TEORICO	16
3.1	PONTES.....	16
3.1.1	ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE UMA PONTE.....	16
3.2	DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	18
3.3	ANÁLISE DE DETERIORAÇÕES EM PONTES DE CONCRETO ARMADO 19	
3.4	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PECULIARES ÀS PONTES RODOVIÁRIAS DE CONCRETO ARMADO	20
3.5	INSPEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	21
3.5.1	CLASSIFICAÇÃO ETIOLÓGICA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS	22
3.6	METODOLOGIA GUT	22
4	METODOLOGIA	24
4.1	ÁREA DE ESTUDO	26
4.2	INSPEÇÃO VISUAL DOS ELEMENTOS	27
4.3	APLICAÇÃO METODOLOGIA GUT.....	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1	MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	30
5.1.1	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA PONTE DO SÃO SEBASTIÃO ..	30
5.1.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA PONTE DO JUÁ DOCE.....	35
5.2	PRIORIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS	39
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 INTRODUÇÃO

As pontes, ou como são tecnicamente conhecidas, Obras de Arte Especiais (OAE's), exercem uma importância significativa na sociedade hodierna, tendo em vista a ligação de trajetos que viabilizam o tráfego e, conseqüentemente, impulsionam o desenvolvimento econômico.

Na visão de Cavalcante (2019), as pontes representam um componente indispensável na evolução da engenharia civil, uma vez que simbolizam a aplicação de tecnologias inovadoras e soluções criativas para superar condições adversas, sejam elas climáticas, geológicas, logísticas ou arquitetônicas. Sua presença está diretamente associada ao nível de desenvolvimento urbano, além de serem essenciais para a economia, pois facilitam o deslocamento de pessoas e o escoamento de mercadorias.

A malha viária desempenha papel crucial no transporte de pessoas e cargas. Entretanto, a ocorrência de manifestações patológicas em pontes pode comprometer não apenas a durabilidade das estruturas, mas também a segurança dos usuários. Tais manifestações incluem desde fissuras e corrosão de armaduras até problemas mais graves, como degradação de apoios e falhas nos sistemas de drenagem, muitas vezes agravados pela falta de inspeções periódicas e manutenção preventiva.

Diante da escassez de recursos para intervenções imediatas, torna-se urgente adotar metodologias que priorizem as manifestações patológicas que apresentam risco, classificando-as para intervenção imediata. A metodologia GUT, proposta originalmente por Kepner e Tregoe (1981) como ferramenta de análise e tomada de decisão em gestão de riscos, tem se mostrado eficaz também no contexto da engenharia civil, principalmente quando adaptada para a priorização de intervenções em edificações e estruturas de infraestrutura, conforme estudos (Lima, 2021; Costa, 2023).

A aplicação da GUT em pontes rodoviárias permite classificar objetivamente os problemas com base na severidade dos danos (Gravidade), na necessidade de ação imediata (Urgência) e na possibilidade de agravamento (Tendência). Tal abordagem promove decisões mais técnicas e eficazes para o gerenciamento das estruturas, alinhando-se aos princípios de segurança, economicidade e durabilidade preconizados pelas normas brasileiras, especialmente a NBR 9452 (ABNT, 2023) e a NBR 7187 (ABNT, 2022).

Portanto, este estudo visa contribuir para o conhecimento e informar as condições como duas pontes da cidade de Patos-PB se encontram atualmente, verificando as

manifestações patológicas presentes por meio de inspeção visual, assim como a aplicação da metodologia GUT, oferecendo uma ferramenta sistematizada de apoio à tomada de decisão técnica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar a metodologia da matriz GUT na análise das manifestações patológicas identificadas nas principais pontes rodoviárias no Município de Patos, Paraíba, com o propósito de priorizar as ações de manutenção e recuperação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar manifestações patológicas presentes em pontes do Município de Patos-PB;
- Priorizar as manifestações patológicas encontradas, através da metodologia GUT;
- Propor soluções para a correção das manifestações patológicas identificadas.

3 REFERENCIAL TEORICO

3.1 PONTES

As pontes rodoviárias são conhecidas como Obras de Arte Especiais (OAE's), pois desempenham funções diferenciadas dentro da infraestrutura viária, como transpor obstáculos naturais ou artificiais, rios, vales, rodovias e ferrovias, permitindo a continuidade do tráfego com segurança e eficiência (PINHO, 2007). As Obras de Arte Especiais (OAE's), estruturas que incluem pontes, viadutos, passarelas e túneis, são denominadas "especiais" justamente por exigirem projetos e execuções mais complexos que as obras comuns de pavimentação, drenagem ou terraplenagem, além de demandarem critérios rigorosos de inspeção e manutenção ao longo de sua vida útil.

Apresentando um valor inestimável devido à sua importância para o desenvolvimento econômico e social do país, as pontes, representam um patrimônio fundamental da infraestrutura rodoviária. No Brasil, o modal rodoviário é o mais utilizado tanto para o transporte de mercadorias quanto para o de passageiros, o que reforça a relevância dessas estruturas. Assim, torna-se essencial assegurar a integridade e o pleno funcionamento das pontes, a fim de prevenir falhas que possam comprometer sua estabilidade e colocar em risco a segurança dos usuários (Vitório, 2021).

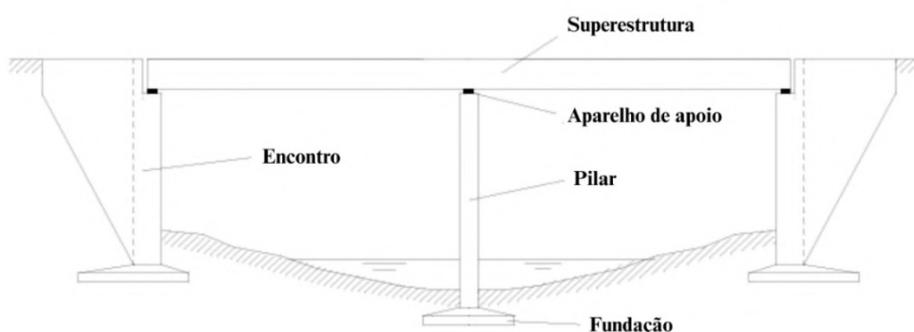
Segundo Wittfoht (1975), as estruturas de ligação representam, desde os primórdios da humanidade, a vontade do ser humano de superar obstáculos. Para o autor, essas estruturas não apenas cumprem uma função prática, mas também carregam significados simbólicos e culturais, sendo testemunhos do progresso, da mentalidade e da evolução das sociedades ao longo do tempo.

3.1.1 Elementos estruturais de uma ponte

De acordo com El Debs e Takeya (2021), do ponto de vista estrutural, as pontes podem ser subdivididas em três elementos fundamentais: superestrutura, aparelhos de apoio e infraestrutura (Figura 1). A superestrutura corresponde à parte da ponte responsável por vencer o vão do obstáculo, sendo composta pela estrutura principal (encarregada de suportar o vão livre) e pela estrutura secundária, também denominada tabuleiro ou estrado, que recebe diretamente as cargas atuantes e as transmite à estrutura principal. Os aparelhos de apoio, por sua vez, situam-se entre a infraestrutura e a superestrutura, com a função de transferir as reações de apoio e permitir movimentos

específicos da estrutura superior. Por outro lado, a infraestrutura é o elemento que recebe as cargas provenientes da superestrutura e as transfere ao solo, podendo ser subdividida em suportes (encontros e pilares) e fundações. Os encontros estão localizados nas extremidades da ponte, atuando como elemento de transição entre o aterro e a estrutura, com funções de suporte e contenção do solo. Os pilares, geralmente localizados na parte intermediária da ponte, têm como função exclusiva o suporte estrutural, sem exercer contenção de solo.

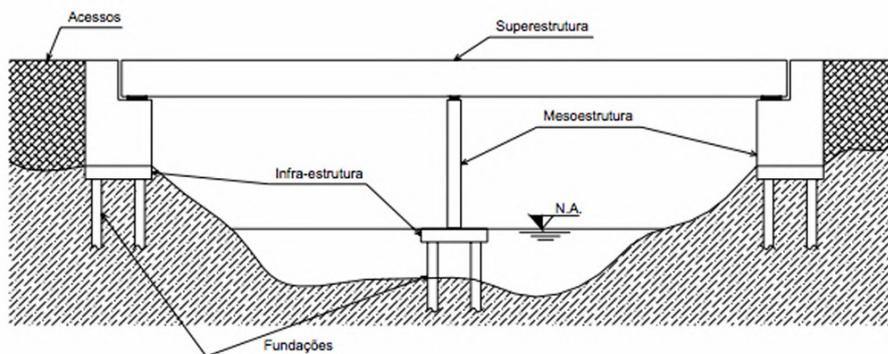
Figura 1 - Esquema ilustrativo da composição de pontes.



Fonte: El Debs e Takeya (2021).

Em oposição ao que afirmam El Debs e Takeya (2009), Leonhardt (1979) destaca que as pontes podem ser divididas em três categorias: superestrutura, mesoestrutura (abrangendo aparelhos de apoio, pilares e encontros) e infraestrutura (limitada às fundações). No entanto, em determinados tipos de pontes, pode não haver distinções físicas bem definidas entre essas partes, o que torna a aplicação dessas nomenclaturas mais flexível e dependente do contexto estrutural. De acordo com a Figura 2 no presente estudo, as delimitações seguem a subdivisão proposta por Leonhardt (1979), uma vez que os elementos estruturais se encontram bem definidos e facilmente identificáveis.

Figura 2 - Esquema ilustrativo seguido da composição de pontes.



Fonte: Mason, 1977.

- SUPERESTRUTURA

Recebe diretamente as cargas de uso normal e funcional, sendo constituída por pista de rolamento, passeio, guarda-corpo, lajes centrais e em balanço, vigas principais e secundárias.

- MESOESTRUTURA

Estrutura intermediária que recebe as cargas verticais e horizontais da superestrutura, e transmite para a infraestrutura. Seus principais componentes são: aparelho de apoio, pilares, vigas de ligação ou travessas, estruturas de contenção de solo.

- INFRAESTRUTURA

Elementos estruturais com a função de receber cargas da superestrutura e transmitir para o solo. Fazem parte da infraestrutura as sapatas ou blocos (fundação superficial); blocos de coroamento; estacas e tubulões (fundações profundas).

3.2 DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Carvalho e Calixto (2020) afirmam que a maior parte das pontes que compõem a malha rodoviária federal brasileira foi construída antes de 1984, ainda sob normas obsoletas, o que torna sua capacidade estrutural incompatível com as exigências do tráfego moderno. Dito isso, muitas dessas estruturas apresentam capacidade estrutural incompatível com as solicitações impostas pelo tráfego atual.

De acordo com Medeiros *et al.* (2021), na concepção de muitos, as pontes são também frequentemente associadas a estruturas extremamente duráveis, “eternas”, e essa percepção está relacionada à aparência robusta e sólida dessas obras, o que contribui para a suposição de que demandam pouca manutenção ao longo do tempo.

A durabilidade das estruturas de concreto armado está diretamente relacionada à resistência dos materiais e às condições ambientais a que estão submetidas. A carbonatação do concreto é um dos principais mecanismos que levam à degradação dessas estruturas, pois reduz o pH do concreto, comprometendo a passivação das armaduras e iniciando a corrosão do aço. Couto (2020), realizou uma avaliação probabilística da vida útil das estruturas afetadas pela carbonatação utilizando a simulação de Monte Carlo, o que permitiu considerar as incertezas dos parâmetros envolvidos e obter estimativas mais realistas da durabilidade.

Outro importante estudo, de Feliz e Carrazedo (2021), também empregou a análise probabilística para prever a vida útil de lajes de concreto armado sujeitas à corrosão por

carbonatação, reforçando a necessidade de levar em conta as variabilidades dos materiais e ambientes para um projeto mais seguro e eficiente. Conte (2024), por sua vez, validou modelos determinísticos de corrosão por carbonatação com dados reais de uma ponte com 40 anos de uso, confirmando a aplicabilidade desses modelos no cenário prático da engenharia civil.

Fatores construtivos como a relação água/cimento, o cobrimento das armaduras e a umidade relativa do ambiente, exercem influência direta no avanço da carbonatação e na vida útil da estrutura. Kalsing (2020), ressaltou a importância desses aspectos e apresentou estratégias para retardar o processo de degradação. Helene (2021), destacou que o projeto estrutural deve incorporar critérios de durabilidade, indo além da mera resistência mecânica, considerando as condições ambientais e de exposição para garantir a longevidade das obras.

3.3 ANÁLISE DE DETERIORAÇÕES EM PONTES DE CONCRETO ARMADO

Fatores como a ação contínua das intempéries, o envelhecimento natural da estrutura, o uso de materiais inadequados e a ausência de manutenção adequada contribuem diretamente para o surgimento de manifestações patológicas em pontes de concreto armado (Costa *et al.*, 2023).

As normas técnicas nacionais e internacionais estabelecem parâmetros distintos quanto ao controle de fissuração, cobrimento das armaduras e classes de exposição, sendo esses critérios fundamentais para prolongar a vida útil das estruturas. Rosse (2021), faz um estudo comparativo entre a ABNT NBR 6118, o Eurocode 2 e o fib Model Code 2010, evidenciando como essas diretrizes influenciam diretamente no desempenho e na durabilidade das edificações de concreto.

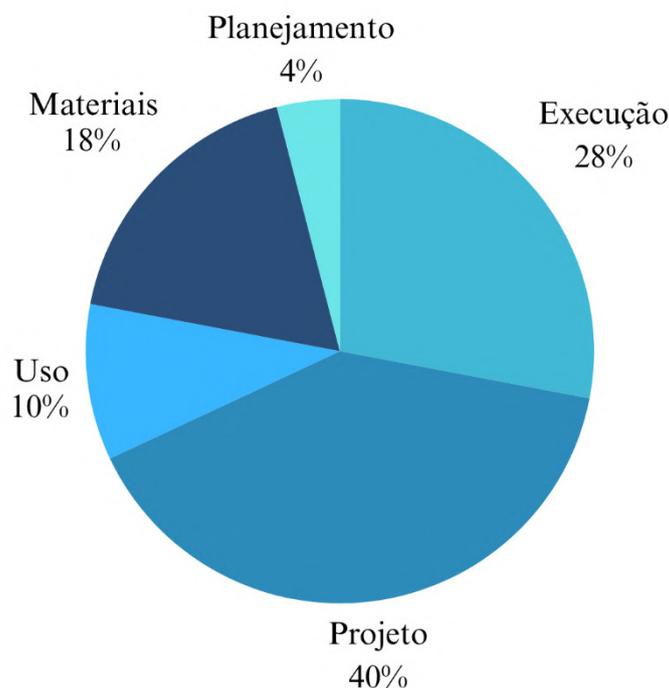
3.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PECULIARES ÀS PONTES RODOVIÁRIAS DE CONCRETO ARMADO

As manifestações patológicas em ponte de concreto armado no Brasil apresentam uma natureza variada, comprometendo a funcionalidade da estrutura quando não tratadas adequadamente. O surgimento dessas manifestações patológicas está associado a erros ou deficiências antes, durante e após finalização da obra como o projeto, a execução e o uso da estrutura (Neves *et al.*, 2023).

Para Moraes *et al.* (2020), fatores como o seguimento das etapas construtivas e a devida realização de manutenções de uma estrutura influenciam na durabilidade. A ausência desses cuidados pode acelerar o surgimento de manifestações patológicas, reduzindo a vida útil da obra e comprometendo sua segurança.

Segundo Helene (1992), existe uma elevada porcentagem das causas das manifestações patológicas originadas nas etapas de planejamento e projeto, sendo falhas mais graves que as falhas de qualidade de materiais e de má execução. Na Figura 3, é possível identificar as origens dos problemas patológicos das obras civis.

Figura 3 - Origem dos problemas patológicos nas etapas da construção



Fonte: Adaptado de Helene, 1992.

3.5 INSPEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Segundo Carvalho *et al.* (2021), por meio da coleta organizada de informações sobre as condições da estrutura é possível detectar, classificar e estabelecer prioridades quanto às manifestações patológicas que possam afetar sua durabilidade e desempenho. Além disso, essa prática orienta decisões mais precisas sobre a realização de intervenções corretivas ou preventivas.

Conforme preconizado pela NBR 9452 (ABNT, 2023), as inspeções em pontes devem ser realizadas periodicamente e de maneira sistemática, sendo classificadas em três tipos: inspeção rotineira, principal e especial. A inspeção rotineira tem como foco a verificação visual de aspectos superficiais da estrutura, enquanto a principal compreende análises mais detalhadas com medições e registros técnicos. A inspeção especial é realizada em situações excepcionais, como após eventos extremos ou detecção de danos severos.

Durante inspeções técnicas em pontes, as manifestações patológicas podem ser classificadas com base em diferentes aspectos como a gravidade do dano, sua extensão, o local afetado, possíveis impactos na estabilidade da estrutura e a urgência com que a intervenção precisa ser feita. Para Santos e Mendes (2022), é essencial adotar uma terminologia padronizada e critérios bem definidos, o que garante mais clareza e confiabilidade aos relatórios produzidos.

Nesse sentido, ferramentas como a metodologia GUT, que considera a Gravidade, Urgência e Tendência do problema, têm sido utilizadas como apoio na tomada de decisão, ajudando a organizar e priorizar tecnicamente as anomalias identificadas.

Nos últimos anos, novas abordagens complementaram a inspeção visual tradicional. Tecnologias como drones, sensores acoplados e modelos 3D gerados por nuvem de pontos mostraram resultados promissores, principalmente em áreas de difícil acesso (Lima *et al.*, 2023). Esses recursos tornam o mapeamento mais preciso, reduzem riscos para os profissionais e aceleram o processo de avaliação.

Outro ponto que vem ganhando espaço é a utilização de sistemas integrados para registrar e acompanhar o estado das pontes ao longo do tempo. De acordo com Oliveira e Freitas (2021), esse tipo de banco de dados permite uma gestão mais eficiente das informações, o que favorece a elaboração de planos de manutenção mais eficazes, com menor custo e maior prevenção de falhas estruturais. Em resumo, manter uma rotina

sistemática de inspeções é fundamental para a conservação e a segurança das infraestruturas rodoviárias.

3.5.1 Classificação etiológica das manifestações patológicas em estruturas

Na visão de Dias *et al.* (2021), umidade, carbonatação, deslocamento de revestimento, fissuras, trincas e rachaduras são alguns exemplos de manifestações patológicas em obras civis.

De acordo com Helene (1992), a engenharia estuda os sintomas, mecanismos, causas e origem de manifestações patológicas na construção civil. Complementando essa abordagem, a NBR 1674 (ABNT, 2020) classifica as manifestações em anomalias ou falhas, sendo que as anomalias, por sua vez, são subdivididas conforme sua origem em três tipos: endógenas, quando a perda de desempenho decorre das etapas de projeto e/ou execução; exógenas, quando a perda de desempenho se relaciona a fatores externos à edificação, provocados por terceiros; e funcionais, quando a perda de desempenho se relaciona ao envelhecimento natural e consequente término da vida útil. Em diversos casos, observa-se, também, a ocorrência de anomalias de origem mista, resultantes da interação entre fatores endógenos e exógenos. Por outro lado, as falhas estão relacionadas ao uso inadequado, à operação ou à ausência de manutenção adequada dos sistemas e componentes da edificação.

3.6 METODOLOGIA GUT

Também conhecida como Matriz de Prioridades, a Matriz GUT é uma ferramenta que auxilia na priorização de problemas a serem solucionados. O método foi desenvolvido em 1980 pelos especialistas americanos Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, com base em experiências práticas nos setores industrial e militar dos Estados Unidos e do Japão. Inicialmente aplicada em empresas que demandavam respostas rápidas e racionais a problemas complexos, a metodologia teve sua aplicação ampliada ao longo do tempo, sendo atualmente amplamente utilizada na engenharia civil (Kepner e Tregoe, 1981).

Segundo Daychoum (2012), a matriz GUT utiliza uma escala de pontuação que atribui valores de 1 a 5 para os critérios de Gravidade, Urgência e Tendência, sendo 1 o nível menos crítico, e 5 o mais severo. A priorização é obtida por meio do produto entre

esses três fatores, permitindo classificar a importância das manifestações. A aplicação prática desse método pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela da matriz GUT

Nota	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	G x U x T
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves.	É necessária uma ação imediata.	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato.	$5 \times 5 \times 5 = 125$
4	Muito graves.	Com alguma urgência.	Vai piorar em curto prazo.	$4 \times 4 \times 4 = 64$
3	Graves.	O mais cedo possível.	Vai piorar em médio prazo.	$3 \times 3 \times 3 = 27$
2	Pouco graves.	Pode esperar um pouco.	Vai piorar em longo prazo.	$2 \times 2 \times 2 = 8$
1	Sem gravidade.	Não tem pressa.	Não vai piorar ou pode até melhorar.	$1 \times 1 \times 1 = 1$

Fonte: Adaptado de Daychoum (2012).

Oferecendo uma abordagem sistemática na identificação de riscos, essa metodologia permite que sejam tomadas medidas preventivas e corretivas. De acordo com Silva (2023), sua utilização como uma ferramenta de gestão de riscos tem sido cada vez mais valorizada no setor, contribuindo para a melhoria contínua da qualidade das edificações e a satisfação dos usuários.

4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado entre os meses de março e julho de 2025, período no qual foram desenvolvidas as etapas de levantamento bibliográfico, inspeção técnica, análise das manifestações patológicas e aplicação da metodologia de priorização.

Nesta pesquisa, foram selecionadas duas pontes rodoviárias localizadas no município de Patos-PB, que se destacam por sua relevância estrutural e funcional, uma vez que desempenham papel fundamental na mobilidade urbana, conectando bairros populosos e suportando intenso fluxo de veículos. Além desse critério, considerou-se também a viabilidade de acesso às estruturas, priorizando aquelas que possibilitavam a realização adequada das inspeções técnicas e o registro fotográfico necessário para a análise das manifestações patológicas.

Considerando tais aspectos, duas pontes foram selecionadas para a análise. O Quadro 1 apresenta os dados principais das obras escolhidas.

Quadro 1 - Relação das obras selecionadas, conforme os critérios estabelecidos

Estrutura analisada	Localização	Rodovia	Natureza da transposição	Data de construção	Reconstrução
Ponte do São Sebastião	Patos-PB	BR-330	Ponte	1923	1970
Ponte do Juá Doce	Patos-PB	Municipal	Ponte	1940 - 1960	-

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

O Quadro 2 destaca a organização analítica de cada etapa do trabalho, estruturando as etapas metodológicas adotadas durante o desenvolvimento da pesquisa. O escopo é dividido em quatro fases principais: Planejamento, Execução da Inspeção, Diagnóstico e Recomendações Técnicas.

Quadro 2 - Escopo com organização da pesquisa

Nº	Atividade
1	Planejamento
1.1	Levantamento de dados
1.1.1	Coleta documental
1.1.2	Anamnese técnica
2	Execução da Inspeção
2.1	Vistoria da edificação
2.2	Inspeção visual
2.3	Registro fotográfico e técnico
3	Diagnóstico
3.1	Identificação de manifestações patológicas
3.2	Classificação das irregularidades (GUT)
4	Recomendações Técnicas
4.1	Ações corretivas

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Na fase de Planejamento, realizou-se o levantamento de dados iniciais por meio da coleta documental e da anamnese técnica, visando compreender o histórico da estrutura e suas condições de uso. A fase de Execução da Inspeção envolve a vistoria das pontes, inspeção visual e o registro fotográfico e técnico.

A parte de Diagnóstico é dedicada à identificação das manifestações patológicas e à sua respectiva classificação segundo a metodologia GUT. Por fim, em Recomendações Técnicas, são sugeridas as ações corretivas e preventivas, visando garantir a durabilidade e segurança da estrutura analisada.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Ponte do São Sebastião, na coordenada $7^{\circ} 1' 15.17''$ S, $37^{\circ} 16' 32.04''$ W, localizada sobre o Rio Espinharas em Patos-PB, possui origem centenária. Foi inaugurada em 1923 e reconstruída na década de 1970. Esta estrutura rodoviária conecta um dos principais bairros de Patos ao centro da cidade. Está estrategicamente próxima a pontos importantes como o Patos Shopping e a antiga estação ferroviária. Construída em um momento de modernização e crescimento do município, a ponte possui mais de 150 metros de extensão e aproximadamente 12 metros de largura. Sua estrutura é de concreto armado e conta com guarda-corpos laterais em concreto e uma passarela composta por placas do mesmo material. A Figura 4 mostra uma vista superior da ponte analisada.

Figura 4 - Mapa de localização da Ponte do São Sebastião



Fonte: Google Earth, 2025.

Na Figura 5, é possível observar uma vista superior da Ponte do Juá Doce, situada sobre o Rio Espinharas, nas coordenadas $7^{\circ} 0' 56.42''$ S, $37^{\circ} 16' 45.10''$ W, no município de Patos-PB. Essa ponte exerce função estratégica na mobilidade urbana ao conectar os bairros São Sebastião e Belo Horizonte, ambos com elevada densidade populacional. A estrutura de concreto armado possui cerca de 200 metros de comprimento e 12 metros de largura, permitindo a circulação de veículos e pedestres em ambos os sentidos. A Ponte do Juá Doce não integra nenhuma rodovia estadual ou federal.

Embora não existam registros oficiais que indiquem com precisão o ano de sua construção, relatos de moradores locais apontam que a ponte teria sido edificada entre as décadas de 1940 e 1960, durante um período de crescimento e consolidação do sistema viário da cidade. Sua tipologia é compatível com as técnicas construtivas utilizadas no Brasil nesse intervalo de tempo.

A ponte apresenta guarda-corpos laterais e calçadas para pedestres, além de sinais visíveis de envelhecimento e desgaste estrutural.

Figura 5 - Mapa de localização da Ponte do Juá Doce



Fonte: Google Earth, 2025.

4.2 INSPEÇÃO VISUAL DOS ELEMENTOS

Inicialmente, foi realizada uma inspeção visual nos elementos estruturais da ponte, com o objetivo de identificar as manifestações patológicas presentes. Durante essa etapa, foram registradas fotografias para documentar e auxiliar na análise das anomalias observadas.

4.3 APLICAÇÃO METODOLOGIA GUT

Após a inspeção das pontes e a identificação de problemas patológicos, foi realizada a priorização dos elementos estruturais que apresentavam tais manifestações. Conforme exposto nas Tabelas 2, 3 e 4, foram atribuídas as classificações correspondentes aos

critérios de Gravidade, Urgência e Tendência para cada manifestação patológica identificada.

Tabela 2 - Definição do grau da Gravidade (G)

Grau	Definição do grau de Gravidade (G)	Nota
TOTAL (Extremamente Grave)	Risco de morte, risco de desabamento/colapso pontual ou generalizado, iminência de incêndio, impacto irreversível com perda excessiva do desempenho e funcionalidade, comprometimento irreversível da vida útil do sistema causando danos graves à saúde dos usuários ou ao meio ambiente. Prejuízo financeiro muito alto.	5
ALTA (Muito Grave)	Risco de ferimentos aos usuários, danos reversíveis ao meio ambiente ou ao edifício. Impacto recuperável com o comprometimento parcial do desempenho e funcionalidade (vida útil) do sistema que afeta parcialmente a saúde dos usuários ou o meio ambiente. Prejuízo financeiro alto.	4
MÉDIA (Grave)	Risco à saúde dos usuários, desconfortos na utilização dos sistemas, deterioração passível de restauração/reparo, podendo provocar perda de funcionalidade com prejuízo à operação direta de sistemas ou componentes. Danos ao meio ambiente passíveis de reparo. Prejuízo financeiro médio.	3
BAIXA (Pouco Grave)	Sem risco à integridade física dos usuários, sem risco ao meio ambiente, pequenos incômodos estéticos ou de utilização, pequenas substituições de componentes ou sistemas, reparos de manutenção planejada para recuperação ou prolongamento de vida útil. Prejuízo financeiro pequeno.	2
NENHUMA (Sem Gravidade)	Nenhum risco à saúde, à integridade física dos usuários, ao meio ambiente ou ao edifício. Mínima depreciação do patrimônio. Eventuais trocas de componentes, nenhum comprometimento do valor imobiliário.	1

Fonte: Adaptada de Verzola, Marchiori e Aragon, 2014.

Tabela 3 - Definição do grau de Urgência (U)

Grau	Definição do Urgência (U)	Nota
TOTAL (Emergência)	Incidente em ocorrência, intervenção imediata passível de interdição do imóvel. Prazo para intervenção: Nenhum	5
ALTA (Grande Urgência)	Incidente prestes a ocorrer, intervenção urgente. Prazo para intervenção: Urgente	4
MÉDIA	Incidente previsto para breve, intervenção em curto prazo. Prazo para intervenção: O mais cedo possível	3
BAIXA	Indício de Incidente futuro, intervenção programada. Prazo para intervenção: Pode esperar um pouco	2
NENHUMA	Incidente imprevisto, indicação de acompanhamento e manutenção programada. Prazo para intervenção: Não tem pressa	1

Fonte: Adaptada de Verzola, Marchiori e Aragon, 2014.

Tabela 4 - Definição do grau de Tendência (T)

Grau	Definição do grau (Tendência)	Nota
TOTAL	Progressão imediata. Vai piorar rapidamente, pode piorar inesperadamente.	5
ALTA	Progressão em curto prazo. Vai piorar em pouco tempo.	4
MÉDIA	Progressão em médio prazo. Vai piorar em médio prazo.	3
BAIXA	Provável progressão em longo prazo. Vai demorar a piorar.	2
NENHUMA	Não vai progredir. Não vai piorar, estabilizado.	1

Fonte: Adaptada de Verzola, Marchiori e Aragon, 2014.

Após a identificação e análise das manifestações patológicas observadas, foram atribuídos valores de 1 a 5 para cada um dos critérios da metodologia GUT. Com base nessas pontuações, determinou-se o grau de prioridade de cada anomalia, conforme demonstrado na Equação 1:

$$\text{Prioridade} = (G) \times (U) \times (T).$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Nas tabelas 5 a 21, pode-se observar os elementos afetados com problemas patológicos encontrados na Ponte do São Sebastião e na Ponte do Juá doce, acompanhado da descrição da manifestações, de sua classificação, conforme destacado no item 3.5.1, criticidade, possíveis causas e sua nota GUT seguindo os parâmetros das tabelas 2 ,3 e 4.

5.1.1 Manifestações patológicas da ponte do São Sebastião

Tabela 5 - Elemento 1 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO			Figura A	
ANOMALIA		Endógenas		
		Exógenas		
	X	Mistas		
		Funcionais		
G	U	T		NOTA
5	4	5		100
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Deterioração do concreto, armadura exposta e sinais de corrosão de armadura.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Erro de execução ou de projeto, falta de cobertura de concreto adequada para classe de agressividade do local.			ELEMENTO AFETADO:	
			Viga	

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 6 - Elemento 2 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO				Figura B
ANOMALIA			Endógenas	
			Exógenas	
		X	Mistas	
			Funcionais	
G	U	T	NOTA	
4	4	5	80	
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Perda do cobrimento do concreto, e sinais de corrosão de armadura.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Cobrimento de concreto insuficiente; presença de agentes agressivos.				
ELEMENTO AFETADO:				
Viga				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 7 - Elemento 3 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO				Figura C
ANOMALIA			Endógenas	
			Exógenas	
		X	Mistas	
			Funcionais	
G	U	T	NOTA	
4	4	5	80	
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Deterioração do concreto, armadura exposta e corrosão de armadura.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Carbonatação pela ação de umidade, que favoreceram a corrosão das armaduras e o deslocamento do cobrimento.				
ELEMENTO AFETADO:				
Viga				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 8 - Elemento 4 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO				Figura D
ANOMALIA		X	Endógenas	
			Exógenas	
			Mistas	
			Funcionais	
G	U	T	NOTA	
3	3	3	27	
CRITICIDADE				
	Crítico			
X	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Exposição e corrosão das armaduras.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Possível erro de execução, falta de cobertura de concreto adequada para classe de agressividade do local				
ELEMENTO AFETADO:				
Viga				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 9 - Elemento 5 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO				Figura E
ANOMALIA		X	Endógenas	
			Exógenas	
			Mistas	
			Funcionais	
G	U	T	NOTA	
2	2	3	12	
CRITICIDADE				
	Crítico			
	Médio			
X	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Nichos de concretagem, superfície irregular.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Erro de execução, falta de vibração do concreto na hora da concretagem.				
ELEMENTO AFETADO:				
Pilar				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 10 - Elemento 6 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO			Figura G	
ANOMALIA		Endógenas		
		Exógenas		
	X	Mistas		
		Funcionais		
G	U	T		NOTA
4	4	5		80
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Cavidades na superfície do concreto, resultantes de má vibração; armadura exposta com sinais visíveis de corrosão, indicando perda do cobrimento.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Falha no processo de concretagem (adensamento insuficiente, vibração inadequada) e penetração de agentes agressivos.			ELEMENTO AFETADO:	
			Viga	

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 11 - Elemento 7 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO			Figura F	
ANOMALIA	X	Endógenas		
		Exógenas		
		Mistas		
		Funcionais		
G	U	T		NOTA
2	3	3		18
CRITICIDADE				
	Crítico			
	Médio			
X	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Abertura fina (< 0,3 mm), orientação horizontal, localizada na face tensionada ou tracionada da viga.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Variações térmicas, fadiga ou carregamento repetido de baixa intensidade. Aumento de seção da armadura em virtude de corrosão.			ELEMENTO AFETADO:	
			Viga	

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 12 - Elemento 8 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO				Figura H
ANOMALIA	X	Endógenas		
		Exógenas		
		Mistas		
		Funcionais		
G	U	T	NOTA	
2	2	2	8	
CRITICIDADE				
	Crítico			
	Médio			
X	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Fissura com formato irregular, sem padrão definido, apresenta largura regular e trajetórias não lineares na sapata.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Retração e cura insuficiente do concreto; Sobrecarga.				
ELEMENTO AFETADO:				
Sapata				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 13 - Elemento 9 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO				Figura I
ANOMALIA		Endógenas		
		Exógenas		
	X	Mistas		
		Funcionais		
G	U	T	NOTA	
5	5	5	125	
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Exposição da armadura da laje, com sinais visíveis de corrosão, indicando perda do cobrimento.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Carbonatação; Fissuração que favorece a entrada de água e íons corrosivos.				
ELEMENTO AFETADO:				
Laje				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 14 - Elemento 10 (Ponte do São Sebastião)

CLASSIFICAÇÃO			Figura J	
ANOMALIA		Endógenas		
		Exógenas		
	X	Mistas		
		Funcionais		
G	U	T		NOTA
3	3	4		36
CRITICIDADE				ELEMENTO AFETADO:
	Crítico			
X	Médio			
	Mínimo			Laje
CARACTERÍSTICA				
Pequena exposição localizada da armadura na região inferior da viga, com sinais aparentes de corrosão superficial.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Cobrimento insuficiente de concreto; Microfissuras ou porosidade facilitando infiltração.				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

5.1.2 Manifestações patológicas da ponte do Juá Doce

Tabela 15 - Elemento 1 (Ponte do Juá Doce)

CLASSIFICAÇÃO			Figura K	
ANOMALIA	X	Endógenas		
		Exógenas		
		Mistas		
		Funcionais		
G	U	T		NOTA
2	2	2		8
CRITICIDADE				ELEMENTO AFETADO:
	Crítico			
	Médio			
X	Mínimo			Viga
CARACTERÍSTICA				
Nichos de concretagem distribuídos em vários pontos do pilar.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Vibração inadequada durante a concretagem.				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 16 - Elemento 2 (Ponte do Juá Doce)

CLASSIFICAÇÃO			Figura L	
ANOMALIA		Endógenas		
	X	Exógenas		
		Mistas		
		Funcionais		
G	U	T		NOTA
3	2	3		18
CRITICIDADE				ELEMENTO AFETADO: Viga
	Crítico			
	Médio			
X	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Aparência de eflorescência (manchas brancas superficiais) combinada com microfissuras.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Eflorescência causada pela migração de sais solúveis para a superfície com evaporação da água; Microfissuras causada pelas variações térmicas diárias ou ação de cargas repetitivas.				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 17 - Elemento 3 (Ponte do Juá Doce)

CLASSIFICAÇÃO			Figura M	
ANOMALIA	X	Endógenas		
		Exógenas		
		Mistas		
		Funcionais		
G	U	T		NOTA
2	3	3		18
CRITICIDADE				ELEMENTO AFETADO: Viga
	Crítico			
	Médio			
X	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Abertura fina (< 0,3 mm), orientação horizontal, localizada na face tensionada ou tracionada da viga.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Variações térmicas, fadiga ou carregamento repetido de baixa intensidade.				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 18 - Elemento 4 (Ponte do Juá Doce)

CLASSIFICAÇÃO				Figura O
ANOMALIA	X	Endógenas		
		Exógenas		
		Mistas		
		Funcionais		
G	U	T	NOTA	
5	4	4	80	
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Fissuras verticais localizadas na região inferior do pilar, próximas à ligação com a fundação, varia em largura e profundidade.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Recalques diferenciais; Sobrecarga ou esforços excessivos na base do pilar.				
ELEMENTO AFETADO:				
Pilar				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 19 - Elemento 5 (Ponte do Juá Doce)

CLASSIFICAÇÃO				Figura N
ANOMALIA	X	Endógenas		
		Exógenas		
		Mistas		
		Funcionais		
G	U	T	NOTA	
5	4	5	100	
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Fissuras verticais localizadas na região inferior do pilar e no bloco de coroamento, varia em largura e profundidade.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Recalques diferenciais; Sobrecarga ou esforços excessivos na base do pilar.				
ELEMENTO AFETADO:				
Pilar e bloco de coroamento				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 20 - Elemento 6 (Ponte do Juá Doce)

CLASSIFICAÇÃO				Figura P
ANOMALIA			Endógenas	
			Exógenas	
		X	Mistas	
			Funcionais	
G	U	T	NOTA	
5	5	5	125	
CRITICIDADE				
X	Crítico			
	Médio			
	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Abertura de rachadura de maior dimensão; Exposição da armadura, indicando degradação do concreto de cobrimento e sinais de corrosão.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Cobrimento insuficiente; Presença de umidade constante ou agentes agressivos.				
ELEMENTO AFETADO:				
Bloco de coroamento				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tabela 21 - Elemento 7 (Ponte do Juá Doce)

CLASSIFICAÇÃO				Figura Q
ANOMALIA		X	Endógenas	
			Exógenas	
			Mistas	
			Funcionais	
G	U	T	NOTA	
3	3	3	27	
CRITICIDADE				
	Crítico			
	Médio			
X	Mínimo			
CARACTERÍSTICA				
Fissuras verticais na parte superior do pilar.				
POSSÍVEIS CAUSAS				
Retração do concreto; Variações térmicas; Sobrecarga.				
ELEMENTO AFETADO:				
Pilar				

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

5.2 PRIORIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS

Como destacado no item 3.6 deste trabalho, os elementos estruturais que apresentaram manifestações patológicas foram classificados de acordo com sua priorização pela matriz GUT. A Tabela 22 apresenta o grau de priorização desses elementos analisados no estudo.

Tabela 22 - Priorização aplicando a metodologia GUT

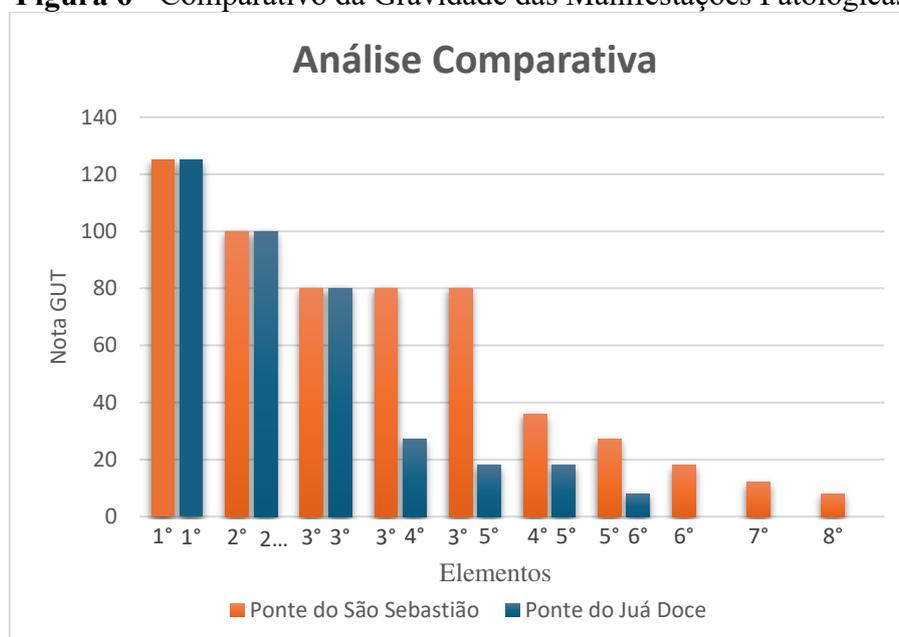
Referência	Elementos estruturais afetados	G	U	T	GUT	Grau de priorização
Ponte do São Sebastião	Elemento 1	5	4	5	100	2°
	Elemento 2	4	4	5	80	3°
	Elemento 3	4	4	5	80	3°
	Elemento 4	3	3	3	27	5°
	Elemento 5	2	2	3	12	7°
	Elemento 6	4	4	5	80	3°
	Elemento 7	2	3	3	18	6°
	Elemento 8	2	2	2	8	8°
	Elemento 9	5	5	5	125	1°
	Elemento 10	3	3	4	36	4°
Ponte do Juá Doce	Elemento 1	2	2	2	8	6°
	Elemento 2	3	2	3	18	5°
	Elemento 3	2	3	3	18	5°
	Elemento 4	5	4	4	80	3°
	Elemento 5	5	4	5	100	2°
	Elemento 6	5	5	5	125	1°
	Elemento 7	3	3	3	27	4°

Fonte: Acervo pessoal, 2025.

A partir dos dados apresentados, observa-se que ambos os conjuntos estruturais apresentam manifestações patológicas que requerem atenção, embora em graus de prioridade distintos. Nota-se que, na Ponte do São Sebastião, os elementos 9 e 1 obtiveram as maiores notas GUT, classificando-se como de intervenção imediata, enquanto outros elementos, como o 5 e o 8, apresentaram valores reduzidos, indicando menor urgência. Já na Ponte do Juá Doce, destaca-se o elemento 6 com a maior pontuação (125), seguido pelos elementos 5 e 4, também com níveis significativos de criticidade.

A figura 6 apresenta uma comparação da nota GUT total atribuída às manifestações patológicas encontradas nos elementos estruturais entre as obras avaliadas. No eixo das abscissas estão representados os elementos estruturais, organizados conforme o grau de priorização, enquanto no eixo das ordenadas apresenta-se a nota GUT atribuída a cada elemento. Observa-se que, nas primeiras três colunas, as pontes apresentam valores iguais, porém a partir da quarta coluna há uma certa discrepância por parte da Ponte do São Sebastião, com valores significativamente mais elevados, indicando maior comprometimento estrutural nessas categorias. Isso indica uma maior concentração de manifestações patológicas com potencial de evolução ou impacto mais expressivo sobre a integridade da estrutura.

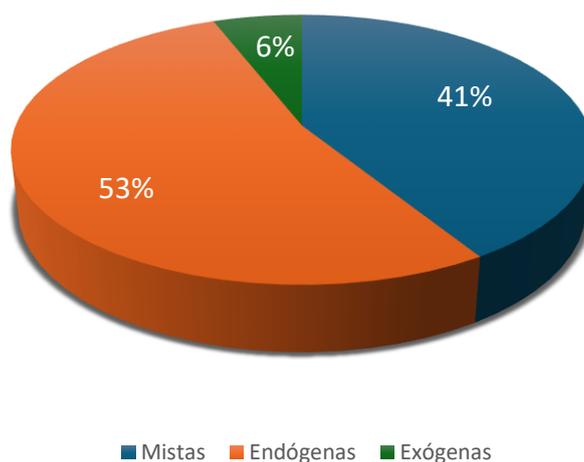
Figura 6 - Comparativo da Gravidade das Manifestações Patológicas



No gráfico, percebe-se que ambas as pontes apresentam manifestações patológicas que exigem intervenção, ainda que em diferentes intensidades. Enquanto a Ponte do Juá Doce demonstra uma distribuição das notas GUT que sugere ocorrências de menor gravidade, a Ponte do São Sebastião evidencia concentrações mais elevadas em determinados elementos estruturais, principalmente a partir da quarta categoria.

Fundamentado na NBR 1674 (ABNT, 2020), que classifica as manifestações em anomalias ou falhas, a Figura 7 mostra a distribuição das manifestações patológicas identificadas conforme sua origem.

Figura 7 - Classificações das manifestações patológicas por origem



Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Observa-se que a maior parte das manifestações são de origem endógena (53%), seguidas pelas mistas (41%) e, em menor proporção, pelas exógenas (6%).

A predominância de manifestações patológicas endógenas representa indícios que os principais problemas nas pontes analisadas estão relacionados a fatores internos, como falhas de projeto, execução incorreta, materiais inadequados. Já as manifestações patológicas de origem mista que consideram as anomalias afetadas simultaneamente por fatores internos (como falhas de projeto ou execução) e externos (como ações ambientais ou de uso), representam uma parcela significativa (41%), demonstram a influência simultânea de fatores internos e externos. Por fim, com a menor ocorrência de manifestações patológicas (6%), as classificadas apenas como exógenas, indicam um impacto relativamente reduzido de agentes externos.

Com base na análise realizada e nas respectivas notas obtidas pela metodologia GUT, foram definidas as ações de intervenção para as manifestações observadas. As medidas levaram em consideração o grau de criticidade de cada manifestações patológicas. O Quadro 3 destaca as intervenções para cada manifestação patológica.

Quadro 3 - Resultado da Priorização (Ponte do São Sebastião)

Manifestações patológicas	GUT	Grau de Priorização	Proposta de intervenção
Manifestação 1	100	2º	Remover o concreto deteriorado; limpar e tratar as armaduras expostas; aumentar o cobrimento da armadura, recompondo a seção da viga com argamassa ou microconcreto de reparo adequado;
Manifestação 2	80	3º	avaliar a necessidade de reforço com fibra de carbono ou aumento de seção; aplicar impermeabilizante.
Manifestação 3	80	3º	Remover o concreto deteriorado; limpar e tratar as armaduras expostas; recompor cobrimento de armadura; aplicar revestimento impermeabilizante.
Manifestação 4	27	5º	Remover o concreto comprometido; limpar e tratar as armaduras corroídas; recompor o cobrimento com argamassa de reparo; utilizar proteção superficial contra agentes agressivos.
Manifestação 5	12	7º	Remover o concreto “solto” que foi mal compactado; limpar toda a área afetada e preencher com microconcreto de reparo.
Manifestação 6	80	3º	Remover o concreto comprometido ao redor das cavidades e da armadura exposta; limpar e tratar as armaduras corroídas; recompor cobrimento com microconcreto de reparo estrutura; executar proteção superficial contra agentes agressivos.
Manifestação 7	18	6º	Identificar se a fissura é ativa ou passiva. Se ativas: realizar investigação estrutural antes de tratar os fechamentos das fissuras; verificar se há sobrecarga e aplicar reforço estrutural. Se passivas: realizar o tratamento com a injeção de resina epóxi, ou com argamassa de reparo.
Manifestação 8	8	8º	Realizar acompanhamento para identificar se a fissura é ativa ou passiva. Fissura aparentemente superficial. Provavelmente consequência de uma retração térmica na cura de concreto; realizar limpeza da fissura; retificar a fissura ao máximo; aplicar um selante acrílico flexível.

Quadro 3 - Resultado da Priorização (Ponte do São Sebastião)

(Continuação)

Manifestações patológicas	GUT	Grau de Priorização	Proposta de intervenção
Manifestação 9	125	1°	Remover todo o concreto deteriorado perto da armadura; limpar e tratar armadura corroída; recompor o cobrimento que está deslocado com argamassa de reparo; verificar necessidade de executar reforço estrutural; aplicar revestimento impermeável para inibir entrada de agentes agressivos.
Manifestação 10	36	4°	Remover concreto deteriorado; realizar a limpeza da armadura com escova de aço; aplicar inibidor de corrosão; aumentar o cobrimento da armadura, recompondo a seção da viga com argamassa ou microconcreto; aplicar revestimento impermeabilizante.

Fonte: Adaptado de Silva, 2019.

Quadro 4 - Resultado da Priorização (Ponte do Juá Doce)

Manifestações patológicas	GUT	Grau de Priorização	Proposta de intervenção
Manifestação 1	8	6°	Remoção de concreto deteriorado e limpeza da superfície. Aplicar argamassa de reparo estrutural.
Manifestação 2	18	5°	Limpeza da superfície para remoção de manchas com escovação seca ou lavagem com solução diluída de ácido fosfórico. Tratamento de microfissuras com selantes flexíveis ou argamassas de reparo. Aplicar revestimento impermeabilizante na superfície.
Manifestação 3	18	5°	Deve-se identificar se as fissuras são ativas (em evolução) ou passivas (estabilizadas). Após essa verificação, realizar a limpeza adequada da superfície comprometida. Aplicar reforço estrutural, seja por meio de fibras de carbono, seja pelo aumento da seção do elemento estrutural. Realizar a aplicação de selante flexível, visando impedir a infiltração de umidade e a entrada de agentes agressivos que possam comprometer a durabilidade da estrutura.
Manifestação 4	80	3°	Realizar investigação para identificar a origem dos recalques diferenciais. Se confirmado, executar reforço de fundação. Após estabilização, aplicar reparo das fissuras com injeção de resina epóxi.
Manifestação 5	100	2°	
Manifestação 6	125	1°	Avaliar o nível de corrosão; remover o concreto deteriorado e realizar tratamento na armadura com escovação, aplicar passivador anticorrosivo. Reconstruir o cobrimento e aplicar impermeabilizante; verificar necessidade de reforço estrutural.
Manifestação 7	27	4°	Identificar se as fissuras são ativas ou passivas. Sendo ativas: realizar investigação estrutural antes de tratar os fechamentos das fissuras; verificar se há sobrecarga e aplicar reforço no pilar por meio de encamisamento. Se passivas: realizar o tratamento com a injeção de resina epóxi, ou com argamassa de reparo.

Fonte: Adaptado de Silva, 2019.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivos identificar as manifestações patológicas presentes em duas pontes rodoviárias do Município de Patos-PB, classificá-las e priorizá-las por meio da metodologia da matriz GUT, bem como propor soluções para a correção dos problemas identificados.

A grande parte das manifestações patológicas encontradas nas pontes do São Sebastião estão relacionadas a exposição de armaduras por falta de cobertura adequado. Esse fato se justifica à luz de Carvalho e Calixto (2020), que apontam a ausência de normas unificadas específicas na época da construção.

Na ponte do Juá Doce, no entanto, as principais manifestações patológicas observadas estão associadas a um possível recalque diferencial. Essa movimentação inesperada resultou em fissuras em diversos pilares da estrutura, fazendo com que os elementos estejam expostos a esforços adicionais e deslocamentos não previstos.

No comparativo entre as duas OAE's analisadas, foi possível identificar uma semelhança nas notas GUT nas manifestações patológicas que apresentam maior prioridade de intervenção. A ponte do São Sebastião destacou-se com média de 56,6 pontos, ficando à frente na priorização, enquanto a ponte do Juá Doce obteve 53,7 pontos. Ambas as estruturas apresentam manifestações patológicas com elevados níveis de gravidade, urgência e tendência de agravamento.

Quanto a aplicação do Método GUT, o mesmo demonstrou-se eficaz na definição da ordem de prioridade para a resolução dos problemas, reforçando a visão de Silva (2023), ao demonstrar que a aplicação da metodologia se configura como uma ferramenta eficiente para a gestão de riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747: Manifestações patológicas — Terminologia, classificação e avaliação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7187: Projeto de pontes de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

CARDOSO, Marco Antônio Nakata. **Metodologia de avaliação da segurança estrutural de pontes de concreto armado.** 2022. 383 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2022.

CARVALHO, D. M.; CALIXTO, J. M. F. Analysis of strengthening procedures of reinforced concrete highway bridges: a Brazilian case study. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 12, n. 1, p. 199–209, fev. 2020.

CARVALHO, Renata L.; PEREIRA, João M.; NASCIMENTO, Thiago A. A importância da inspeção de obras de arte especiais para a segurança viária. **Revista Infraestrutura e Mobilidade**, v. 12, n. 1, p. 45–58, 2021.

CAVALCANTE, Gustavo Henrique Ferreira. **Pontes em concreto armado: análise e dimensionamento.** São Paulo: Editora Blucher, 2019.

CONTE, W. **Previsão da vida útil de estruturas de concreto armado frente à corrosão das armaduras por carbonatação.** 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2024.

COSTA, Mariana Almeida. **Aplicação da metodologia GUT em estruturas civis: estudo de caso em edificações públicas.** 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

COUTO, R. A. **Avaliação probabilística da vida útil de estruturas de concreto armado sujeitas à carbonatação.** 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

DAYCHOUM, M. **40+8 Ferramentas e técnicas de gerenciamento.** Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

Dias, A. P. L., do Amaral, I. A. R., & Amarante, M. dos S. (2021). PATOLOGIAS DAS CONTRUÇÕES: TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS. **Revista Pesquisa E Ação**, 7(1), 66-80.

EL DEBS, Mounir Khalil El; TAKEYA, Toshiaki. **Pontes de concreto: com ênfase na aplicação de elementos pré-moldados**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. 480 p. ISBN 9786586235319.

FELIZ, A. A.; CARRAZEDO, R. Análise probabilística da vida útil de lajes de concreto armado sujeitas à corrosão por carbonatação via simulação de Monte Carlo. **Revista Matéria**, v. 26, n. 3, e11904, 2021.

HELENE, Luiz Sérgio Franco. **Manual de patologias em estruturas: causas, mecanismos, diagnóstico e prevenção**. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, P. R. L. Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 1, p. 179–190, 2021.

KALSING, F. S. **Causas e efeitos da carbonatação na durabilidade do concreto armado**. 2020. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. **The rational manager: a systematic approach to problem solving and decision making**. Princeton: Kepner-Tregoe, 1981.

LEONHARDT, F. **Construções de concreto: princípios básicos da construção de pontes de concreto**. Vol. 6. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

LIMA, Rafael Torres. Avaliação técnica de riscos estruturais em edificações utilizando a matriz GUT. **Revista Científica de Engenharia e Gestão**, v. 5, n. 1, p. 12–28, 2021.

LIMA, Rodrigo S.; CASTRO, Débora M.; AMORIM, Tamires P. Aplicações de tecnologias emergentes em inspeções estruturais: drones e modelagem digital de pontes. **Revista Engenharia Estrutural em Foco**, v. 5, n. 2, p. 66–80, 2023.

LUCENA, Damião. **Patos de todos os tempos**. João Pessoa: Edição do Autor, 2022.

MASON, J. **Pontes em concreto armado e protendido**. Rio de Janeiro: LTC, 1977.

MEDEIROS, A. G. de et al. Aplicação de metodologias de inspeção em ponte de concreto armado. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 687–702, jul./set. 2020.

MORAIS, João Marcos Pereira et al. Análise de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e759974964, 2020.

NEVES, P. do N. et al. Principais manifestações patológicas em pontes e viadutos de concreto no Brasil: descrições e soluções técnicas. **Revista Mirante**, v. 16, n. 4, 2023.

OLIVEIRA, Lucas F.; FREITAS, Alan G. Sistemas de informação aplicados à gestão da manutenção de pontes rodoviárias. **Revista Brasileira de Engenharia de Infraestrutura**, v. 9, n. 3, p. 102–118, 2021.

ROSSE, Vicente Junio de Oliveira. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: estudo comparativo entre prescrições normativas acerca de controle de fissuração.** 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2021.

SANTOS, Gabriel V.; MENDES, Carolina F. Metodologia para classificação padronizada de patologias em obras de arte especiais. In: **CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS**, São Paulo, 2022. Anais [...]. São Paulo: CONEE, 2022.

SILVA, Adja Rayfane Medeiros. **Avaliação patológica na Central de Aulas IV da UFERSA Campus Mossoró de acordo com a metodologia da matriz GUT.** 2019. 82 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro de Engenharias, Mossoró, 2019.

SILVA, Bárbara Marques. **Metodologia GUT aplicada à análise de manifestações patológicas de uma edificação residencial – estudo de caso.** 2023. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, Rio Verde, 2023.

VERZOLA, Simone Nunes; MARCHIORI, Fernanda Fernandes; ARAGON, José Octávio. Proposta de lista de verificação para inspeção predial x urgência das manutenções. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XV ENTAC, Maceió: Alagoas (Brasil)**, p. 1226-1235, 2014.

VITÓRIO, J. A. P. Uma análise das falhas estruturais em obras de arte especiais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS**, 12., 2021. Anais [...]. [S. l.]: CBPE, 2021.

WITTFOHT, Hans. **Puentes: ejemplos internacionales.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1975.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Patos - Código INEP: 25281925
	Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Assunto:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Assinado por:	Anderson Monteiro
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Anderson Bezerra Monteiro, ALUNO (202016550048) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - PATOS, em 19/09/2025 09:56:29.

Este documento foi armazenado no SUAP em 19/09/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1615182

Código de Autenticação: 031d45fb81

