De 24/06/2026 a 27/06/2026
São Paulo
https://doi.org/10.67775/8wp0ee26

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

PROPOSTA DE FICHA PADRONIZADA PARA INSPEÇÃO PRELIMINAR DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM ETEs

João Eliton Santos de Mesquita[1], Mayssa Alves da Silva[2]; Marco Aurélio Ayres Diniz[3]; Tadeu Fernando Porto de Carvalho[4*]; Airton Egydio Petinelli[5] e Enio Pazini Figueiredo[6]
*Autor de contato: Tadeufpc@gmail.com

[1] Eng. Civil, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís, Brasil
[2] Eng. Civil, Dra., Professora, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luís, Brasil
[3] Eng. Civil, Especialista, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís, Brasil
[4] Eng. Civil, Me., Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luís, Brasil
[5] Eng. Eletricista, Me., Professor Assistente, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luís, Brasil
[6] Eng. Civil Doutor Honoris Causa, Professor Titular, Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, Brasil

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo propor uma ficha padronizada para inspeção técnica preliminar de estruturas de concreto em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), a fim de organizar e padronizar as informações coletadas em campo. No decorrer do estudo, observou-se que as manifestações patológicas do concreto ocorrem de forma recorrente em ETEs. A metodologia utilizada foi baseada na pesquisa aplicada, com uma abordagem qualitativa e usando como estudo de caso a ETE do Bacanga, em São Luís - MA. Foram realizadas inspeções visuais, registros fotográficos das estruturas existentes e a aplicação da matriz GUT como ferramenta complementar para auxiliar o processo de priorização das intervenções. Como resultado, foi elaborada uma ficha que possibilitou o registro padronizado das anomalias e a organização dos dados coletados, permitindo uma avaliação preliminar das condições de conservação das estruturas de concreto. Concluiu-se que a ficha proposta melhora os procedimentos de inspeção, reduzindo a subjetividade e auxiliando na tomada de decisões relacionadas às necessidades de manutenção preventiva e corretiva.

Palavras-chave: ficha de inspeção padronizada; inspeção preliminar; estruturas de concreto; ETE; matriz GUT.

ABSTRACT

This study aims to develop a standardized checklist for the preliminary inspection of concrete structures in Wastewater Treatment Plants (WWTPs), in order to organize and standardize data collected in the field. Throughout the research, it was observed that pathological manifestations in concrete occur frequently in aggressive environments such as WWTPs. The methodology was

based on applied research with a qualitative approach, using the Bacanga WWTP, located in São Luís, Maranhão, as a case study. Visual inspections, photographic records of existing structures, and the application of the GUT matrix were carried out as a complementary tool to support the prioritization of interventions. As a result, a standardized form was developed, enabling the systematic recording of anomalies and the organization of collected data, thus allowing a preliminary assessment of structural conditions. It is concluded that this tool improves inspection procedures by reducing subjectivity and supporting decision-making processes. Furthermore, its application in other units is recommended to enhance and validate the proposed methodology.

Keywords: standardized inspection checklist; preliminary inspection; concrete structures; wastewater treatment plant (WWTP); GUT matrix.

1. INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de esgoto (ETEs) são unidades operacionais que integram os sistemas de esgotamento sanitário. Essas instalações são compostas por diversos elementos estruturais em concreto, como vigas, pilares, lajes, paredes, canaletas, caixas de distribuição e outros dispositivos.

De acordo com a norma técnica da ABNT NBR 6118 (2023), as estruturas estão sujeitas a mecanismos de envelhecimento e deterioração que podem afetar tanto o concreto quanto as armaduras e o próprio elemento estrutural. Esses processos estão associados, principalmente, à ação de agentes agressivos que comprometem a camada protetora do material, facilitando o surgimento de anomalias ao longo do tempo.

Além disso, conforme Xavier e Filgueiras (2023), as ETEs estão inseridas em ambientes altamente agressivos, o que se deveao ataque químico e biológico nos processos operacionais e, em cidades litorâneas, ao ambiente marinho agressivo. A exposição do concreto ao esgoto sanitário e ao ácido sulfúrico biogênico contribui para a degradação e o surgimento de defeitos em seus componentes. Os problemas se agravam quando surgem falhas construtivas nas fases iniciais do projeto, como inobservâncias de prerrogativas normativas, e durante a execução sem controle de qualidade adequado. Por isso, torna-se fundamental o diagnóstico preciso desses danos, a fim de que sejam adotadas soluções eficazes.

Diante disso, este estudo foi desenvolvido a partir do acompanhamento das intervenções de recuperação na Estação de Tratamento do Bacanga, em São Luís – MA, e da análise visual das estruturas existentes, que apresentavam sinais de deterioração em diferentes elementos construtivos. Ademais, o envelhecimento das construções, a falta de manutenção periódica e a exposição a um ambiente agressivo são fatores que, juntos, fazem com que, ao longo do tempo, ocorra o surgimento de manifestações patológicas. Esses problemas comprometem o desempenho estrutural e operacional das unidades, podendo gerar riscos à segurança, impactos ambientais e aumento dos custos com manutenção e reabilitação.

Nessa perspectiva, constata-se que a realização de inspeções é fundamental para prolongar a vida útil das estruturas, minimizar danos aos elementos estruturais e evitar intervenções de maior custo. Destaca-se que a inspeção visual corresponde à etapa inicial do processo de inspeção, avaliação e diagnóstico, permitindo a análise das condições estruturais das áreas inspecionadas.

Embora a inspeção visual seja utilizada como etapa inicial no processo de avaliação estrutural, sua aplicação é essencial para um diagnóstico preliminar. Para que esse procedimento seja eficaz,

devem ser utilizados critérios bem definidos para a coleta das informações, organizar os dados de maneira padronizada e analisar os dados com métodos qualitativos ou quantitativos confiáveis.

Diante desse contexto, propõe-se o desenvolvimento de uma ficha padronizada para inspeção preliminar de estruturas de concreto em estações de tratamento de esgoto. Tal proposta se justifica pela necessidade de padronizar os procedimentos de inspeção na identificação e avaliação das manifestações patológicas, reduzir os aspectos subjetivos desse método e melhorar a confiabilidade das informações obtidas em campo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estudo do Concreto Armado

Segundo Bastos (2006), o concreto é um material composto formado por cimento, água, agregado miúdo (areia de rio ou pós de pedra) e agregado graúdo (seixo rolado ou brita), podendo, ainda, receber adições e aditivos químicos para aprimorar ou modificar suas propriedades. De acordo com o autor, a obtenção do concreto depende de um adequado proporcionamento dos materiais, garantindo desempenho tanto no estado fresco quanto no endurecido.

Ainda, segundo Bastos (2006), no concreto armado, as armaduras de aço são previamente posicionadas nas fôrmas e, posteriormente, envolvidas pelo concreto fresco, que é lançado e adensado; logo após o endurecimento e o início da cura, estando o concreto com características desejáveis, as fôrmas são retiradas, originando o elemento estrutural, o qual seguirá sendo curado pelo tempo necessário.

Para garantir a durabilidade dos elementos estruturais de concreto, é necessário seguir os critérios de qualidade expressos em normas, como a ABNT NBR 6118 (2023) e a ABNT NBR 12655 (2024), que estabelecem esses parâmetros, como cobrimento mínimo, relação água/cimento máxima, resistência à compressão mínima, quantidade de cimento por m^3 mínimo, abertura máxima de fissura, detalhamento das armaduras e, em casos especiais, a aplicação de revestimentos, pinturas e impermeabilização.

2.2 Patologia do concreto

Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2019), o termo patologia é originado das palavras gregas páthos (sofrimento, doenças) e logia (ciência, estudo). Portanto, entende-se como a ciência dedicada ao estudo das doenças, abrangendo sua origem, mecanismos, manifestações e natureza. Constata-se que esse termo tem origem na área médica, mas seu uso foi ampliado para outras áreas de estudo, como na construção civil. Nesse contexto, tem-se a patologia das construções como o estudo sistemático dos defeitos que afetam os materiais, componentes e sistemas construtivos, com o objetivo identificar suas causas e compreender os processos de surgimento das manifestações patológicas.

Conforme De Souza e Ripper (1998), é necessário compreender o porquê do surgimento das anomalias nas estruturas. Nesse sentido, verifica-se a necessidade de diferenciar os efeitos ou sintomas, como fissuras, desagregação, corrosão das armaduras, perda de seção da armadura e de-aderência ao concreto e desgaste do concreto, e as origens e causas dos mecanismos de deterioração, como as deficiências de projeto, materiais, execução, uso e manutenção ou a ação de cloretos, carbonatação, calor de hidratação excessivo ataque ácido, entre outros processos.

2.3 Agressividade em Estruturas de Concreto em ETE

Conforme Pinheiro e Silva (2022) , as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são um dos ambientes mais agressivos para o concreto, sendo caracterizados como de classe de agressividade ambiental IV (ABNT NBR 6118, 2023), a mais elevada, em função dos vários fatores que compõem essas unidades operacionais. No que se refere ao concreto, fatores como a idade da estrutura, o tipo de cimento, a relação água/cimento, as característica do concreto e tipo de tratamento superficial adotado, entre outros aspectos, são determinantes para a vida útil das estruturas..

De acordo com o estudo de Kudlanvec et al. (2018), é possível visualizar diversas manifestações em estruturas de ETE, especificamente em ambientes nos reatores tipo UASB, como armaduras corroídas, processos de erosão e ataques de sulfatos, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Manifestações patológicas em estruturas de concreto em ETEs.



Fonte: Adaptado de Kudlanvec et al (2018).

Para sintetizar e entender como esses ambientes são agressivos e suscetíveis ao aparecimento dessas manifestações, verifica-se o Quadro 1, que dispõe sobre o funcionamento dos principais mecanismos de degradação presentes em ETEs.

Quadro 1: Mecanismos de degradação em estruturas de concreto em ETEs.

Manifestação patológica	Caracterização
Lixiviação	Ocorre principalmente em lajes de teto dos reservatórios, em trincas e juntas de concretagem. Devido a ação das águas puras, carbônicas, agressivas e ácidas que dissolvem e carreiam os compostos hidratados da pasta de cimento.
Expansão por ataque de sulfetos	Provocada por compostos de enxofre presente no esgoto residencial, que ataca tanto a matriz hidratada do cimento, em um primeiro momento, e após a perda do cobrimento atacam às armaduras. Com a formação de sulfato de cálcio, ocorre a corrosão e expansão do volume do concreto, resultando em fissuras e degradação do material.

Despassivação por Carbonatação	Devido à penetração de dióxido de carbono (CO_2) nos poros do concreto, que provoca diminuição do pH de aproximadamente 12,5 para valores inferiores a 9,0 e a despassivação das armaduras.
Despassivação por elevado teor de Íon Cloro (Cloreto)	Penetração do cloreto através dos poros do concreto ou trincas, por difusão, impregnação ou absorção capilar.
Despassivação por ataque ácido	Em ambientes com alto teor de sulfetos, após a expansão do concreto e a perda do cobrimento protetor das armaduras, acontece a corrosão das mesmas pela ação das bactérias e do ácido sulfúrico.

Fonte: Adaptado de MAIA; CAMARGOS (2007).

Diante disso, constata-se que os elementos estruturais de concreto em ETEs estão sujeitos a elevada agressividade, com vários mecanismos de degradação que atuam simultaneamente. Assim a identificação precisa das manifestações e de suas causas é fundamental para o diagnóstico adequado.

2.4 Inspeção e Manutenção

Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2019), a inspeção é a atividade técnica especializada que avalia as condições de uma edificação, sendo o ponto inicial para a elaboração de um diagnóstico. Essa atividade antecede as ações de manutenção, podendo essas intervenções serem preventiva, preditiva, detectiva ou corretiva. Destaca-se que a inspeção não é uma atividade somente para detectar problemas, mas uma ação periódica estabelecida em projetos e manual de uso das edificações.

De acordo com Medeiros et al. (2012), as atividades relacionadas à inspeção exigem uma abordagem que integra conhecimento teórico e experiência prática, envolvendo a investigação das possíveis causas de deterioração até a verificação dessas hipóteses por meio de ensaios e análises técnicas. Nesse processo, a interpretação dos resultados obtidos e compreensão do contexto histórico e das características da edificação são dados que contribuem para a identificação dos mecanismos de degradação atuantes.

De acordo com Souza e Ripper (1998), as inspeções convencionais são organizadas em três etapas principais: levantamento de dados, análise e diagnóstico. A etapa inicial abrange a coleta criteriosa de informações que irão nortear o processo. Em seguida, a análise desses dados para compreender o comportamento da estrutura e dos mecanismos responsáveis pelo surgimento e evolução das manifestações patológicas. E por fim, o diagnóstico é realizado com base nas etapas anteriores e informações complementares.

Cabe destacar algumas nomenclaturas de inspeção, como a preliminar. De acordo com Bolina, Tutikian e Helene (2019), esse procedimento consiste diretamente na experiência do profissional, sendo que geralmente para se obter conclusões precisas é necessário aprofundar as investigações, principalmente em manifestações mais complexas.

E a inspeção periódica, de acordo com Souza e Ripper (1998), é o procedimento usado para registrar e avaliar os problemas presentes nas estruturas, sendo realizada de tempos em tempos em etapas como o cadastro dos danos, caracterização dos mecanismos de deterioração e avaliação do grau de desgaste, com a finalidade de verificar as medidas cabíveis a serem adotadas. Nesse

processo podem ser usadas planilhas ou formulários de preenchimento com anotações, cadastro ou apontamentos das situações encontradas.

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento da proposta de ficha padronizada para inspeção visual preliminar de estruturas de concreto em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), utilizou-se como suporte instrumentos técnicos e materiais de apoio às inspeções, dentre os quais se pode destacar:

- Celular para registro fotográfico das manifestações observadas em campo;
- Trena para medições;
- Equipamentos de Proteção Individual (EPI), incluindo capacete, botas e óculos de proteção;
- Acompanhamento de ensaios técnicos, como aplicação de selos de gesso para monitoramento de fissuras e aberturas e ensaios com solução de fenolftaleína para verificação da carbonatação do concreto;
- Verificação de nivelamento dos elementos estruturais;
- Relatórios técnicos da ETE do Bacanga realizados pela Concremat: relatórios sobre análise das condições de durabilidade das estruturas de concreto do tratamento preliminar, reatores UASB 02, 03 e 04 – 2023;
- Normas técnicas aplicáveis às estruturas de concreto;
- Livros acadêmicos, artigos científicos: Patologia das Estruturas, Bolina, 2019;
- Revistas técnicas especializadas na área de concreto e patologia das estruturas;
- Ferramentas computacionais, como Microsoft Word e Excel

O método de pesquisa foi a qualitativa e aplicada, que abrange os processos técnicos de inspeção visual. O estudo foi desenvolvido com base no acompanhamento dos serviços da ETE do Bacanga, utilizado como estudo de caso. Para melhor organização dos procedimentos, foram definidas as seguintes etapas utilizadas no desenvolvimento do trabalho:

- Levantamento de dados por meio de pesquisa em relatórios, artigos científicos, normas técnicas, livros e outros documentos, com a temática inspeção visual, patologias de estruturas de concreto em ETEs, ensaios não destrutivos e processos de recuperação estrutural;
- Compilação e análise das informações coletadas, identificando as principais variáveis qualitativas e quantitativas e organizando os dados para a elaboração da ficha padronizada e do manual técnico.
- Levantamento técnico em campo na ETE do Bacanga, incluindo acompanhamento da obra, inspeção visual, registros fotográficos e observação de ocorrências.
- Aplicação da ferramenta Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) para priorização das manifestações patológicas identificadas em cada edificação.
- Desenvolvimento da proposta de ficha padronizada para preenchimento em campo durante as inspeções.

3.2 Método da Matriz GUT

O método utilizado na ferramenta Matriz GUT auxilia o processo de priorização de resolução de problemas, sendo também chamado de Matriz de Prioridades. Essa ferramenta é utilizada diante de situações que precisam de tomadas de decisões, que exigem análise de vários fatores. Para isso, com o sistema GUT, é possível classificar cada problema de acordo com a Gravidade, Urgência e Tendência, originando a sigla GUT (CAMARGO, 2018).

Para entender melhor os conceitos de Gravidade, Urgência e Tendência dessa ferramenta, o Quadro 2 apresenta detalhes de cada fator.

Quadro 2 – Detalhes dos fatores da matriz Gravidade, Urgência e Tendência (GUT).

Fatores da GUT	Detalhe
Gravidade	Consiste no impacto que o problema gerará. Sendo feita uma análise dos efeitos que o problema, caso não seja resolvido, acarretará em médio e longo prazo.
Urgência	Consiste no prazo, ou o tempo disponível para a resolução do problema. Ou seja, indica o tempo disponível antes que o problema se agrave
Tendência	Trata da probabilidade (ou do potencial) que o problema tem de crescer com o passar do tempo. Aqui é feita uma previsão da evolução do problema

Fonte: Adaptado de CAMARGO (2018).

O Método GUT é um instrumento complementar de apoio na tomada de decisão, sendo aplicado nos campos de preenchimento da ficha elaborada, com o objetivo de priorizar as intervenções a serem executadas. Nesse processo, o setor ou edificação inspecionada recebe uma pontuação em relação às manifestações identificadas, considerando, de forma preliminar, a gravidade dos problemas, a urgência de intervenção e o potencial de agravamento ao longo do tempo, possibilitando destacar as prioridades para a manutenção.

3.3 Concepção da Ficha Padronizada

A ficha (Figura 2) é uma ferramenta de registro das condições estruturais durante as inspeções em campo. De acordo com a ABNT NBR 9452 (2023), tem-se que a inspeção rotineira consiste em um acompanhamento periódico dos elementos estruturais, geralmente analisados de forma visual, com o objetivo de identificar e monitorar a evolução de anomalias.

Figura 2 – Recorte do cabeçalho da Ficha Padronizada Elaborada.

1. INFORMAÇÕES GERAIS		
1.1 Nº Inspeção:	**1.2 Nº Ficha:**	**1.3 Data: __/__/__**
1.4 Edificação / Sistema:		
1.5 Local Específico:		
1.6 Registro Fotográfico (RF):	**1.7 Croqui (CQ):**	
1.8 Responsável Técnico:		

2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS E DO AMBIENTE OPERACIONAL
2.1 Condições Ambientais e Operacionais

Fonte: Autores (2026).

Em destaque, a simplicidade no preenchimento permite sua utilização por engenheiros generalistas, técnicos operacionais, operadores e encarregados de ETE, garantindo maior padronização das informações coletadas. Essa ficha possibilita ao responsável técnico:

- Registrar de forma sistematizada as manifestações patológicas;
- Avaliar preliminarmente os danos, levando em conta características quantitativas e qualitativas;
- Identificar o ambiente e o histórico da estrutura;
- Aplicar a matriz GUT para priorização das intervenções a serem realizadas;

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Apresentação e aplicação da ficha proposta

A ficha é composta por 7 seções, organizadas para conduzir o processo de inspeção de forma lógica e sistemática. Iniciando-se com as informações gerais e caracterização das estruturas e do ambiente, logo após realiza-se o registro e a avaliação das manifestações visuais no concreto, tanto em aspectos quantitativos quanto qualitativos

Na etapa final, a ficha comtempla os campos de preenchimento relacionados a priorização dos problemas por meio da matriz GUT, o cálculo do índice GUT e a síntese da inspeção com os encaminhamentos recomendados, permitindo direcionar as ações de monitoramento, novas avaliações ou intervenções de manutenção. O profissional em campo realizará observações, medições e registros, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Inspeção em campo realizada na ETE do Bacanga.

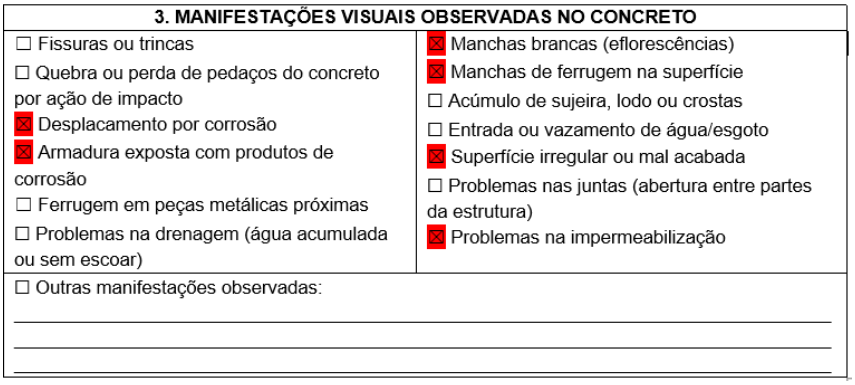


Fonte: Autores, 2026.

Durante a inspeção *in loco*, efetua-se o preenchimento da ficha de apoio, que permite o registro padronizado das informações coletadas em campo e a identificação e avaliação preliminar das anomalias nos elementos estruturais. Além disso, analisam-se as condições observadas na estrutura, permitindo uma avaliação inicial dos danos identificados e registrados, sem que essa análise

substitua o diagnóstico estrutural detalhado, servindo como diretriz inicial para auxiliar na tomada de decisão e ações estratégicas, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Identificação das manifestações utilizando a ficha padronizada



3. MANIFESTAÇÕES VISUAIS OBSERVADAS NO CONCRETO	
☐ Fissuras ou trincas ☐ Quebra ou perda de pedaços do concreto por ação de impacto ☒ Desplacamento por corrosão ☒ Armadura exposta com produtos de corrosão ☐ Ferrugem em peças metálicas próximas ☐ Problemas na drenagem (água acumulada ou sem escoar)	☒ Manchas brancas (eflorescências) ☒ Manchas de ferrugem na superfície ☐ Acúmulo de sujeira, lodo ou crostas ☐ Entrada ou vazamento de água/esgoto ☒ Superfície irregular ou mal acabada ☐ Problemas nas juntas (abertura entre partes da estrutura) ☒ Problemas na impermeabilização
☐ Outras manifestações observadas: _____ _____ _____	

Fonte: Autores, 2026.

Neste contexto, essa inspeção preliminar é baseada em informações obtidas em campo e leva em consideração os seguintes aspectos:

- Tipo de manifestação patológica observada: fissuras, deterioração do concreto, ferrugem das armaduras, infiltrações, entre outras;
- Extensão e intensidade dos danos: observar a área afetada e o grau de deterioração;
- Localização dos danos: avaliar e identificar os elementos estruturais em que ocorre a anomalia;
- Condições ambientais e operacionais: verificar a presença de umidade, agentes agressivos e exposição ao esgoto;
- Avaliação qualitativa: análise dos aspectos e condições dos elementos estruturais e do ambiente; e também grau de deterioração das anomalias observadas.

4.2 Aplicação da Matriz GUT

A Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), proporciona uma análise mais objetiva das anomalias identificadas, priorizando as intervenções com maior grau de urgência no processo de tomada de decisão. As manifestações deverão classificadas por um sistema de avaliação preliminar e pontuações quanto ao nível de alerta (conforme o Quadro 3) para os três critérios, sendo posteriormente calculado o índice GUT por meio da multiplicação (G × U × T).

Quadro 3 - Pontuação da Matriz (GUT).

Pontuação	Gravidade	Urgência	Tendência
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
3	Grave	Urgente, merece atenção no curto prazo	Irá piorar a médio prazo
4	Muito grave	Muito urgente	Irá piorar a curto prazo
5	Extremamente grave	Necessidade de ação imediata	Irá piorar rapidamente

CAMARGO (2018).

Neste contexto, a metodologia GUT aplicada na ficha padronizada, adiciona uma ferramenta auxiliar no processo, possibilitando:

- Classificar as áreas danificadas quanto à gravidade, urgência e tendência;
- Definir as prioridades de intervenção;
- Apoiar a tomada de decisão de forma objetiva;
- Organizar as demandas de manutenção.

4.3 Análise preliminar da aplicabilidade da ficha proposta

Após a elaboração da ficha padronizada, de maneira preliminar, analisou-se a sua aplicabilidade em ETEs, usando como referência as análises e ocorrências verificadas na ETE do Bacanga. Nesse cenário, consideraram-se aspectos relacionados à organização das informações, identificação das manifestações patológicas e facilidade de preenchimento.

Observou-se que a estrutura da ficha possibilita a sistematização dos dados coletados em campo, permitindo um registro padronizado das informações referentes aos elementos estruturais, caracterização das anomalias e uma avaliação preliminar dos níveis de deterioração inspecionados.

Adicionalmente, a aplicação da ferramenta GUT possibilita a redução da subjetividade nas análises realizadas no processo de inspeção, uma vez que os campos de preenchimento previamente definidos orientam o avaliador quanto aos critérios adotados e um sistema de pontuação padronizado relacionados as condições estruturais quanto à gravidade, urgência e tendência.

No geral, a ficha é um instrumento técnico para organizar e simplificar os levantamentos de dados durante as inspeções em campo. Além disso, esse documento pode contribuir para a melhoria e eficiência dos processos da gestão de manutenção, como:

- Aumentar a eficiência do levantamento das informações em campo, devido à padronização do processo de inspeção;
- Reduzir o tempo necessário para análise preliminar das estruturas, em função da organização e clareza dos dados coletados;
- Melhorar ações estratégicas e planejamento das manutenções preventivas e corretivas, o que possibilita uma atuação mais assertiva e menos reativa;
- Reduzir a necessidade das intervenções emergenciais, a partir da identificação precoce das manifestações patológicas;
- Otimizar o uso dos recursos técnicos, operacionais e financeiros, por meio da priorização adequada das ações a serem adotadas.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo propor o desenvolvimento de uma ficha padronizada para inspeção preliminar de estruturas de concreto em Estações de Tratamento de Esgoto. Esse instrumento técnico facilita a organização das informações obtidas em campo, padronizando esse processo.

Com a aplicação preliminar da ficha padronizada na ETE Bacanga, foi possível identificar as principais manifestações patológicas de maneira padronizada. Para fins de demonstração, estimou-se a ocorrência de fissuras em de 65% das áreas, armaduras expostas em 40% dos pontos e perda do cobrimento em 35% dos elementos. Esses resultados evidenciam a elevada agressividade do ambiente de uma ETE.

A estrutura da ficha, com campos de preenchimento das informações iniciais, identificação e avaliação das anomalias, demonstra uma aplicação satisfatória, que permite a padronização dos registros, maior clareza na organização das informações e redução da subjetividade.

Adicionalmente, a associação da Matriz GUT como ferramenta complementar no processo de análise preliminar é essencial para acrescentar um instrumento de priorização das áreas mais afetadas, proporcionando assertividade e objetividade, pois permite otimizar recursos, priorizar intervenções e reduzir intervenções emergenciais.

Dessa forma, verifica-se que a proposta apresentada possui um potencial de aprimorar o processo de inspeção preliminar, podendo auxiliar os profissionais na identificação dos danos e na tomada de decisões relacionadas à manutenção e recuperação.

Por fim, ressalta-se que os resultados obtidos tem caráter preliminar e para continuidade e aperfeiçoamento do presente estudo, recomenda-se a atualização dos pontos de preenchimento da ficha padronizada e aplicação em outras unidades de ETEs verificando os resultados e as peculiaridades de cada local.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa. Agradecem também à Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA) pela disponibilização das informações e acesso às instalações da ETE do Bacanga para realização do estudo. À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pelo suporte acadêmico e científico. E à empresa PROGEN S.A., pela colaboração técnica e acompanhamento das atividades desenvolvidas em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9452: **Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento**. 5. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru: Unesp, 2006.

BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas**. Oficina de Textos, 2019.

DE SOUZA, Vicente Custodio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. Pini, 1998.

CAMARGO, Renata Freitas de. **Como fazer a Matriz GUT para a resolução de problemas? Conheça a Matriz de Prioridades.** Treasy, 2018. Disponível em: https://www.treasy.com.br/blog/matriz-gut/. Acesso em: 20 de Março de 2026.

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A. **Análise das condições de durabilidade das estruturas de concreto do reator UASB 2 da ETE Bacanga.** Documento 223-EBA-EST-001-RL-R00. São Luís: CONCREMAT: 2023. 126 p.

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A. **Análise das condições de durabilidade das estruturas de concreto do reator UASB 3 da ETE Bacanga.** Documento 223-EBA-EST-003-RL-R00. São Luís: CONCREMAT: 2023; 138 p.

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A. **Análise das condições de durabilidade das estruturas de concreto do laboratório e tratamento preliminar da ETE Bacanga.** Documento 223-EBA-EST-007-RL-R00. São Luís: CONCREMAT:2023; 170 p.

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A. **Análise das condições de durabilidade das estruturas de concreto do reator UASB 4 da ETE Bacanga.** Documento 223-EBA-EST-005-RL-R00. São Luís: CONCREMAT, 2023; 91p.

FIGUEIREDO, E. J. PAZINI; NETO, G. N. A; ALMEIDA, P. A. O. **Monitoração de estruturas de concreto**. In: Concreto : ciência e tecnologia. IBRACON. 2022. Cap. 34. p. 1425-1473.

INOVA CIVIL. **Concreto: os 8 principais tipos na construção civil. 2019**. Disponível em: https://inovacivil.com.br/tipos-de-concreto/. Acesso em: 01 mar. 2026.

KUDLANVEC Jr, Vitor Lorival et al. Levantamento de Manifestações Patológicas em Estação De Tratamento de Esgoto: Estudo de caso em Reator UASB.

MAIA, Gustavo Figueiredo; CAMARGOS, C. A. **Recuperação de estruturas de concreto no saneamento. Obras de Saneamento**. São Paulo: IBRACON Concreto & Construções, 2007.

MEDEIROS, M. H. F. et al. **Inspeção no palacio de la luz–Montevideo: uma visão de durabilidade.** Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, v. 2, n. 2, p. 93-108, 2012.

PINHEIRO, Sayonara Maria de Moraes; SILVA, Moema Ribas. **Ações de agentes biológicos no concreto.** In: Concreto: ciência e tecnologia. IBRACON, São Paulo, Cap.29. 2022, p. 1253 – 1279.

XAVIER, Larissa; FILGUEIRAS, Leandro. **Estudo de patologias em estruturas hidráulicas.** CONCRETO & Construções-ISSN 1809-7197, v. 110, n. 110, p. 31-35, 2023.