

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA ANÁLISE DE TOMADA DE DECISÃO DE RECUPERAÇÃO DE TRECHO DA RODOVIA BR-101

Ademir Carneiro da Cunha Sobrinho¹ - Universidade Federal Rural de Pernambuco

Alessandra Carla Ceolin² - Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

O objetivo geral do presente estudo foi analisar se as ferramentas de qualidade podem auxiliar em um plano de ação a curto, médio e longo prazo para a solução de problemas relacionados à recuperação do pavimento rígido da rodovia BR-101/SUL (Km 151 ao Km 189), compreendidos entre os municípios de Ribeirão e Palmares, em Pernambuco. Considerando o objetivo proposto, a pesquisa é do tipo bibliográfica, descritiva, de natureza qualitativa. Metodologicamente, desenvolveu-se um estudo bibliográfico e um estudo de caso. O referencial teórico buscou detalhar os conceitos de quatro ferramentas de qualidade que foram utilizadas na solução dos problemas da rodovia de estudo, assim encadeadas: *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz Gravidade Urgência Tendência (GUT) e 5W2H, como também um estudo sobre pavimentos rígidos. Como resultados da pesquisa, tem-se um plano de ação através do uso do 5W2h priorizado, de acordo com a atribuição de valores criados a partir da Matriz GUT, que por sua vez foi originada pelo levantamento e organização das informações pelo *Brainstorming* e Diagrama de Ishikawa. Por fim, conclui-se que a utilização conjunta das ferramentas apresentadas e estudadas, possibilitou através de uma avaliação qualitativa resultados quantitativos e com isto, possibilitou de forma mais eficaz o processo de mapeamento de problemas, evidenciando as causas prioritárias e seus devidos tratamentos.

Palavras-Chave: *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT, 5W2H, Pavimento Rígido, Qualidade; Plano de Ação.

1 INTRODUÇÃO

Assim como em outras áreas, os investimentos federais em infraestrutura, incluindo a manutenção e investimento em rodovias, foram drasticamente reduzidos e atingiram a menor proporção de que se tem notícia desde pelo menos os anos de 1940, quando comparados ao tamanho do Produto Interno Bruto (PIB). Segundo a Elias (2021), as despesas que foram previstas para 2021 atingiram seu limite do máximo. Com isto, é preciso buscar o uso otimizado e consciente dos recursos que sobraram, como também a definição de prioridades.

Segundo a Confederação Nacional de Transportes - CNT (2021), a má conservação da malha rodoviária brasileira tem aumentado ainda mais os prejuízos ambientais para a sociedade e em especial para o transportador. Tal realidade se traduz em aumento de consumo de combustível e desgastes dos veículos, além de mais poluição e viagens mais exaustivas para os profissionais do transporte.

Em um ano de pesquisa, a CNT (2021) mensurou, que ainda, o efeito dessa deficiência da infraestrutura rodoviária no consumo de combustível. Nesse cenário, apenas considerando uso do diesel, é possível estimar que 956 milhões de litros foram consumidos de forma

¹ Estudante concluinte do Curso de Bacharelado em Administração. E-mail: ademircarneiro@gmail.com

² Professora Orientadora do Departamento de Administração da UFRPE. E-mail: alessandra.ceolin@ufrpe.br

desnecessária por conta das condições desfavoráveis do pavimento, o que ocasionou uma descarga extra de aproximadamente 2,53 milhões de toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. Para neutralizar em duas décadas as emissões necessárias para neutralizar em duas décadas as emissões advindas do lançamento destes gases na atmosfera em um ano seria necessário o plantio de mais de 15 milhões de árvores. Também foi estudado se as rodovias estivessem em condições adequadas, esse consumo a mais de combustível poderia ser evitado. O excedente representa um prejuízo financeiro de, aproximadamente, R\$ 4,21 bilhões para os transportadores de cargas e de passageiros no Brasil no ano de 2021.

A qualidade do pavimento das rodovias tem impacto direto na eficiência do transporte rodoviário e na economia do país. Uma rodovia em situações de conservação deficitárias, trazem o aumento no custo operacional de transporte, como também ocasiona a redução do conforto e segurança de passageiros e transporte de cargas, além de ocasionar prejuízos ambientais. Segundo o Ministério da Infraestrutura (2022), a rodovia BR-101 é a principal via de interligação do Nordeste brasileiro e atende a um tráfego sempre crescente pela sua importância estratégica para a região. Rodovia translitorânea, atravessa 12 estados brasileiros (Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Ao lado da BR-116, é um dos principais eixos rodoviários do país com 4.650 quilômetros de extensão.

Encontra-se na literatura (LINS, 1993; GOMES, 2006; BEHR; MORO; ESTABEL, 2008; FORNARI JR., 2010; CESAR, 2013) diversas ferramentas à disposição dos gestores que podem auxiliar na tomada de decisão e na melhora de processos. Entretanto, uma única ferramenta pode não ser capaz de mapear todo o problema e contribuir para que a decisão tomada seja a mais adequada e eficaz. Autores como Oliveira, Paiva e Almeida (2010); Oliveira, Marins e Almeida (2010); Oliveira, Marins e Rocha, (2012) aplicam o encadeamento de ferramentas, técnicas e conceitos administrativos para o mapeamento das causas de um problema.

Devido a redução dos custos de investimentos em infraestrutura, entres eles o de rodovias. Deve-se fazer o uso dos recursos de forma prioritária e eficiente. Tendo em vista, o cenário atual da rodovia BR-101 – Sul e necessidades de intervenções e obras de recuperação. Assim, é necessário criar um plano de ação prioritário, a fim de fazer o uso dos recursos de forma eficaz para o objetivo do mesmo. Assim busca-se responder: Como a utilização das ferramentas de qualidade pode contribuir para análise de tomada de decisão da Recuperação de Trecho da Rodovia BR-101?

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é o de analisar a aplicação de ferramentas da qualidade (*Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e 5W2H) para análise de problemas encontrados no pavimento rígido em trecho da Rodovia BR-101-SUL localizada no estado de Pernambuco. Com o uso das ferramentas de qualidade é possível criar um plano de ação mais objetivo e eficaz visto que o uso sinérgico das ferramentas de qualidade permite a identificação, organização, priorização e traçado de um plano de ação a curto, médio e longo prazo para a solução de problemas relacionados ao planejamento da recuperação do pavimento rígido da rodovia estudada.

Normalmente, quando se opta pela implantação de uma rodovia um dos grandes critérios é o orçamento ser gasto, como também a durabilidade e gastos com manutenções preventivas que a rodovia precisará para se manter com um grau de usabilidade para o usuário bom e seguro. Sabe-se que o pavimento rígido possui uma durabilidade maior que o pavimento flexível. Estima-se que está durabilidade gire em torno de no mínimo 20 anos. Em 2010, estava sendo entregue mais uma etapa da duplicação da Rodovia BR-101-SUL em Pernambuco em pavimento do tipo rígido. Apesar de ser um trecho consideravelmente novo, foi observado a ocorrência de diversos problemas em relação ao estado de conservação do pavimento, visto que

o trecho foi feito há aproximadamente 12 anos e a durabilidade deste tipo de pavimento ser estimada em 20 anos, tem-se que este pavimento está em sua meia-vida.

Desse modo, segundo Barra e Moreira (2017), o precário panorama da malha rodoviária brasileira, que se apresenta avaliada em péssima ou ruim em mais de 20 mil quilômetros de rodovias federais, o que subsidia explicações relativas a grande quantidade de vítimas de acidentes rodoviários registrados anualmente no país, além da depreciação e perda dos produtos agrícolas, aumento do custo com o transporte rodoviário e, conseqüentemente, retração da expansão da indústria, visto que está intimamente ligada ao modal rodoviário, o que implica, conseqüentemente, no aumento do que se chama de Custo Brasil.

Portanto, conforme Vasconcelos (2018), as inspeções periódicas são necessárias e devem ser feitas cuidadosamente, de modo que seja possível determinar e prever os defeitos que agem de forma expressiva nesse tipo de estrutura, analisando por meio dos sinais que serão mostrados – tipo e intensidade dos defeitos – a necessidade de uso de reforço estrutural ou reparo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pavimento Rígido

O Departamento de Estradas e Rodagens (DER) conceitua pavimento de concreto simples como o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas ou eventualmente com armadura sem função estrutural, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento (DER, 2007). Balbo (2016) define pavimentos de concreto como as estruturas que possuem camada de rolamento, também chamada de revestimento produzida com concreto, o que pode ser feito com diversas técnicas de manipulação e elaboração do concreto – como pré-moldagem ou produção *in loco*, apresentando características intrínsecas quanto a projeto, execução, operação e manutenção.

Segundo Cavalcanti e Pires Sobrinho (2019), pavimentos rígidos são conhecidos por sua maior durabilidade em comparação com os pavimentos flexíveis. Porém, manifestações patológicas, muitas vezes pela falta de manutenção da pista, diminuem a sua vida útil.

No entanto, de acordo com Araújo *et al.* (2016) ao se comparar os pavimentos rígidos e flexíveis, observa-se que os dois são viáveis para o uso na malha rodoviária brasileira, no entanto, enfatiza-se que o uso dos pavimentos rígidos é mais viável para estradas com maior intensidade de carga, embora isto não seja uma regra para a pavimentação, visto que além de usar como critério sua funcionalidade, outros aspectos são avaliados, como por exemplo, sua viabilidade econômica, já discutida anteriormente. Além disso, características como a cultura do local e seus aspectos intrínsecos são determinantes ao tipo de pavimento escolhido, além do tipo de solo e as condições climáticas.

2.1.1 Manifestações patológicas de pavimentos rígidos em concreto

Bento (2018) afirma que as patologias são as deformações e defeitos que atingem o pavimento. Em geral as causas dessas patologias estão associadas a defeitos construtivos, projetos deficientes, falta de conservação e manutenção, ação do tráfego de veículos e à ação climática. De acordo com Felix (2010), a necessidade do conhecimento das patologias que ocorrem com maior frequência nos pavimentos de concreto é de fundamental importância, quando se pretende avaliar sua condição operacional de serviço, haja vista, estar intimamente relacionada às patologias presentes. Dessa forma, a avaliação desses defeitos superficiais requer inspeção visual e avaliação do estado funcional e estrutural do pavimento.

Tutikian *et al.* (2015) defendem que para garantir o funcionamento satisfatório de um pavimento rígido é fundamental que seja permanentemente feito o controle da ocorrência de defeitos, além do acompanhamento da sua evolução no tempo, executando-se prontamente os

reparos que assegurem a manutenção da condição estrutural e funcional do pavimento. Cavalcanti e Pires Sobrinho (2019) defendem que uma deficiência ou inexistência de manutenção adequada não raramente culmina em elementos com manifestações patológicas de significativa intensidade, acarretando, muitas vezes, em custos de reparo/substituição elevados.

O Quadro 1, de acordo com estudo de Felix (2010), associa os tipos de patologias que ocorrem nos pavimentos de concreto com sua gênese, com base na USACE (1982) e na norma brasileira oficializada pelo DNIT (2004).

Quadro 1 - Denominação e gêneses possíveis das patologias descritas nos métodos da USACE e DNIT.

Denominação	Gêneses possíveis
Desgaste superficial	Segregação e exsudação
Escalonamento ou degrau nas juntas	Bombeamento, empenamento, ausência ou dimensionamento inadequado das barras de transferência
Desnível pavimento acostamento	Bombeamento, ausência ou dimensionamento inadequado das barras de transferência e ligação
Pequenos reparos	Falhas construtivas, restauração de patologias com grau de severidade elevado, manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea.
Grandes reparos	Idem ao anterior
Fissuras lineares	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas
Fissuras de canto	Repetição das cargas; perda da capacidade de suporte da fundação; empenamento da placa; dimensionamento inadequado ou ausência das barras de transferência; utilização de materiais inadequados no isolamento das barras
Fissuras de retração plástica	Condições ambientais; exsudação
Microfissuras ou fissuras superficiais	Condições de exposição da placa durante e logo após o acabamento; operações inadequadas de acabamento, atrasos no início do procedimento de cura do concreto; traços de concreto executados com elevados teores de finos; reações álcalis agregados
Fissuras tipo "D"	Ação do gelo e degelo; expansão do agregado graúdo
<i>Punchout</i>	Excessivo volume do tráfego de veículos pesados; perda da capacidade de suporte do subleito, elevada umidade livre do ar, tipo de agregado empregado no traço do concreto, espessura da placa de concreto, prática construtiva inadequada
Bombeamento	Drenagem inadequada, percolação da água pluvial da superfície para as camadas inferiores do pavimento
Falha na selagem das juntas	Corte das juntas com profundidades inadequadas, falhas no preenchimento do material selante
Polimento	Utilização de agregados de textura lisa e arredondada no concreto
Placas divididas	Sobrecarga, capacidade de suporte inadequada
Esborcinação das juntas	Corte das juntas com profundidade inadequada, falhas no corte, tensões elevadas ocasionadas pelo tráfego de veículos na região das juntas, acúmulo de materiais incompressíveis
Esborcinação ou quebras de canto	Repetição das cargas combinada com a perda de capacidade de suporte da fundação; empenamento da placa, dimensionamento inadequado ou ausência das barras de transferência
Alçamento das placas	Acúmulo de materiais incompressíveis na região das juntas e das fissuras; saturação das camadas de sub-base e fundação
Arranchamento do material	Ação do gelo e degelo e expansão do agregado graúdo
Passagem de nível	Perda da capacidade de suporte do subleito.

Fonte: Felix (2010)

Garnett Neto (2001) classifica em defeitos de ordem estrutural e de ordem funcional. O autor afirma que os pavimentos de concreto quando bem projetados e construídos, tem desempenho tal que, em muitos casos, alcançam de 40 a 50 anos de vida útil. No entanto, de acordo com o autor, essa longevidade, está intimamente ligada a quatro fatores referentes ao seu projeto e construção. São eles: i) as especificações dos materiais utilizados no concreto; ii) o projeto estrutural do pavimento; iii) as condições ambientais; iv) o controle de qualidade dos processos construtivos empregados.

Desse modo, segundo Barca e Nogueira (2015), a vida útil de um pavimento pode muitas vezes ser reduzida devido não receber durante muito tempo a conservação necessária ao mantimento de suas propriedades e isso resulta em sua degradação precoce.

Portanto, conforme afirma Soares *et al.* (2018), a importância do planejamento e boas condições de projeto, execução e especificação dos materiais a serem utilizados, além de seguir as especificações das normas vigentes está no relacionado ao cumprimento da vida útil do pavimento, e ao retardo do surgimento de manifestações patológicas e, conseqüentemente, as despesas relacionadas as manutenções corretivas e reabilitações.

2.2 Técnicas de reparação e pavimentos rígidos em concreto

De acordo com Garnett Neto (2001), originalmente, a maioria dos reparos executados em pavimentos rígidos era feita pela demolição, parcial ou total da placa de concreto, e sua posterior reconstrução com a utilização de argamassas, concreto, grautes, dentre outros. No entanto, este método nem sempre apresentava o desempenho esperado. A partir de 1960, com o avanço da tecnologia, surgiram materiais alternativos para reparos. Atualmente, em reparos, na sua grande maioria, utiliza-se argamassas de cimento Portland modificadas com polímeros, ou executados com resinas poliméricas, ou ainda, com cimentos especiais.

Almeida (2013) enfatiza que as técnicas de reabilitação das características superficiais dos pavimentos rodoviários aplicam-se ao nível da camada de desgaste, de modo a recuperar as características funcionais do pavimento. Estas técnicas devem ser aplicadas em pavimentos com boas condições estruturais. O DNIT (2004), que diz que é possível considerar cinco estratégias diferentes de conservação: conservação de rotina/corrente, conservação periódica, conservação de emergência, reconstrução, melhoramento.

Santos Filho *et al.* (2017) afirmam ainda que as técnicas de reparo propostas para pavimentos, quando de vícios construtivos ou de falta de manutenção, são realizadas de modo que se objetiva a reabilitação efetiva da estrutura. No entanto, quanto as manifestações de nível estrutural, como por exemplo as fissuras na viga longitudinal ou na laje, é necessário que seja realizado uma inspeção especializada e, caso necessário, que se haja um reforço desses elementos.

Segundo Marchi (2019), a manutenção de um pavimento em vida útil de serviço compreende todas as intervenções que afetem, direta ou indiretamente, o nível de serventia atual e/ou desempenho futuro do pavimento. Os objetivos da manutenção podem ser a restituição de características funcionais ou a proteção de componentes em caráter preventivo, visando estender a vida de serviço.

De acordo com Barca e Nogueira (2015), é necessário primeiro se determinar os danos que ocorrem no pavimento a fim de que se faça um devido plano de reparo, além de evitar reincidências dos defeitos. Desse modo, a conservação do pavimento permite proteger o investimento sobre aquela estrutura e mantê-lo em pleno serviço. Conclusivamente, segundo Gomes (2018), a conservação dos pavimentos proporciona uma redução de custos futuros com grandes manutenções ou reconstrução da via em um curto período, de modo que isto geraria economia.

2.3 Metodologia de avaliação de pavimentos

Tutikian *et al.* (2015) relacionam as manifestações patológicas existentes e os níveis de intensidade, permitindo uma análise com base no método do Índice de Condição do Pavimento (ICP), que é limitado entre 0 (zero) e 100 (cem). Zero seria a condição de um pavimento completamente degradado (não funcional) e cem um trecho que apresenta perfeitas condições de rolamento (funcional). Desse modo, citando Cavalcanti e Sobrinho (2019), o ICP se apresenta como uma metodologia simples e de fácil aplicação, visto que qualifica a via de

acordo com o seu estado de conservação e fornecendo dados relevantes que podem contribuir para a prevenção, manutenção e recuperação do pavimento.

Cavalcanti e Sobrinho (2019) ainda dissertam que os principais causadores de defeitos nos pavimentos rígidos são inadequabilidade da capacidade de suporte da fundação, problemas com drenagem – quando essa é mal projetada ou mal executada-, excesso de carga e problemas relacionados a aplicação do selante nas juntas durante a fase de execução, de modo que esses defeitos podem ser recuperáveis (quando não implicam na remoção parcial ou total da placa) ou irrecuráveis, onde a única solução a ser adotada é a demolição da placa com defeitos e a construção de uma nova placa, tendo alguns casos a necessidade de se remover e recuperar até mesmo a camada de fundação do pavimento.

2.2. Ferramentas de Qualidade

2.2.1 *Brainstorming* ou chuva de ideias

Segundo May (2018), o *Brainstorming* foi criado no ano de 1941, como uma técnica de grupo para gerar ideias. Em 1953 a palavra *brainstorming* foi originalmente introduzida por Alex F. Osborn através de seu livro “Imaginação Aplicada: Princípios e Procedimentos do Pensamento Criativo” e hoje a ferramenta se tornou uma solução criativa de problemas nas organizações (BESANT, 2016).

Newton (2017) acredita que muitas vezes é difícil ter a criatividade fluindo de maneira livre em uma organização, pois na maioria das vezes os membros das equipes relutam em colocar suas ideias, porque acreditam que são irrealistas, para evitar que os membros não deixem de expor suas ideias ressalta que para um ter um bom *brainstorming* é importante criar um ambiente propício e encorajador a fim de que todos os participantes usem da melhor maneira possível a sua criatividade.

Marcondes (2015) define algumas regras do *brainstorming*, são elas: i) Apresentar todas as ideias que surjam na cabeça sem muitas elaborações; ii) Não permitir qualquer crítica no primeiro momento do processo; iii) Deixar todos do grupo à vontade para que não ocorra vergonha na ocasião de exporem suas ideias e gerar o maior número de ideias, pois quantidade gera qualidade; iv) Por fim, deve ser realizada uma seleção daquelas ideias potencialmente boas para posteriormente serem aperfeiçoadas.

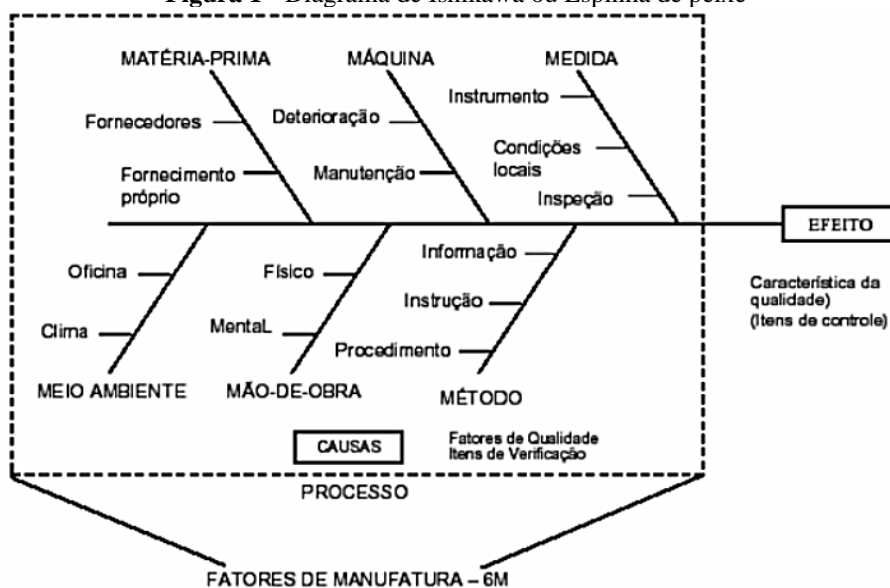
Esta ferramenta possui duas fases: a primeira é chamada de fase criativa onde os participantes da sessão apresentam o maior número de ideias e sugestões sem a preocupação de analisar ou criticar a mesma. E a segunda é chamada de fase crítica, na qual os participantes da sessão, podem justificar e defender suas ideias com a finalidade de convencer o grupo, esta é uma fase de filtração para que as melhores ideias sejam selecionadas sejam aceitas pelo grupo (NÓBREGA; LOPES NETO; SANTOS, 1997).

No entendimento de May (2018), o *Brainstorming* é um método que deve ser utilizado em conjunto com outros métodos, para provocar a iniciativa, a criatividade e a busca por causas para problemas.

2.2.2 Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de causa e efeito

O diagrama de Ishikawa, criado no Japão, também chamado diagrama de causa e efeito ou também conhecido como espinha de peixe, possibilita uma análise visual (Figura 1) entre as causas de um problema e suas consequências. De acordo com Seleme e Staler (2008), a representação de forma gráfica aliada a uma análise criteriosa, permite identificar quais são as causas as quais fazem com que um efeito ocorra e cada diagrama de causa e efeito pode ser elaborado de acordo com as necessidades de cada organização.

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa ou Espinha de peixe



Fonte: Campos (1994).

Parafrazeando Campos (1994), sempre que algo ocorre (efeito, fim, resultado) existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado. Analisando relevância das causas e de seus efeitos no gerenciamento e assimilando com a tendência de serem confundidos, os japoneses criaram o diagrama de causa e efeito com o intuito de que todos dentro de uma organização consigam exercitar a separação dos fins de seus meios.

O diagrama de causa e efeito é dividido entre seis principais causas, de acordo com Seleme e Staler (2006) são elas: materiais, máquina, método, meio ambiente, mão de obra e medida (figura 1):

- Mão-de-obra: caracteriza o padrão utilizado da mão-de-obra, se tem habilidades necessárias, se é devidamente treinada, ou seja, se está qualificada para o desempenho da tarefa;
- Medida: traduzida pela forma como os valores são representados (por distância, temperatura, tempo, etc.) e pelos instrumentos de medição utilizados;
- Materiais: refere-se a análise das características de materiais quanto a seu padrão, uniformidade, dentre outros;
- Meio ambiente: avalia qual situação pode ser a causadora de um determinado efeito (situações de execução e/ou infraestrutura fixa);
- Máquina: se trata a respeito da operacionalização do equipamento e ao seu funcionamento adequado;
- Método: considera a forma como são desenvolvidas e executadas as ações.

O diagrama é de fácil representação e como o próprio nome indica tem a aparência de uma espinha de peixe, os autores Seleme e Staler (2008) também o chamam de 6M's por ter as seis causas iniciadas com a letra "M". Cada "M" representa um aspecto que define as causas ou ações que produzem efeitos.

2.2.3. Matriz GUT – Matriz Gravidade, Urgência e Tendência

A engenharia atual utiliza do uso de diversos mecanismos criados no passado, mas com eficácia comprovada nos dias de hoje, uma vez que suas aplicações são satisfatórias para avaliar quaisquer tipos de estruturas e com isto, se torna possível analisar o estado de deterioração do objeto em estudo, e com isso atuar na melhoria da gestão de forma estratégica.

Um dos mecanismos que pode ser utilizado é a ferramenta que auxilia na priorização de resolução de problemas, chamada Matriz Gravidade, Urgência e Tendência (GUT), desenvolvido por Kepner e Tregoe, a partir da necessidade de resolução de problemas de grande complexidade nas indústrias japonesas e americanas. Esse método foi criado a partir das adversidades que surgiam em uma organização, e chegando à conclusão que nem sempre é possível resolver todas ao mesmo tempo (KEPNER; TREGOE, 1981). Assim, o método GUT (Gravidade, Tendência e Urgência) investiga as patologias a partir da observação, quantificação, qualificação e identificação das anomalias.

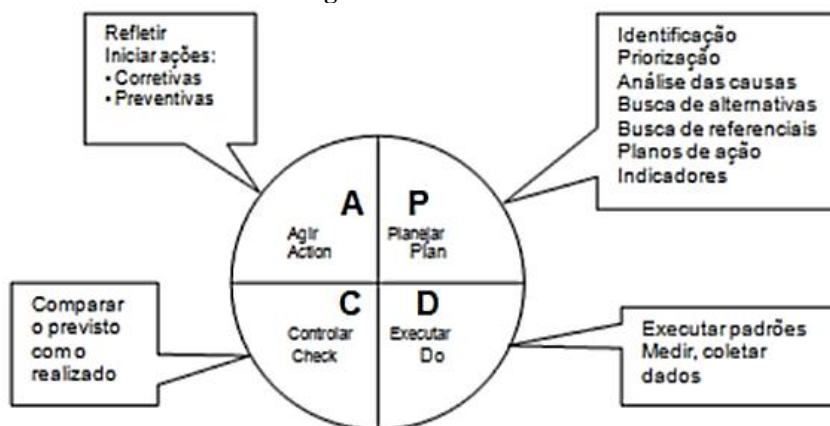
Segundo Meireles (2001), essa ferramenta gerencial é utilizada para privilegiar a tomada de decisão, levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência dos eventos relacionados. A partir dessas variáveis, o gestor pode agir com base em um escalonamento, identificando quais danos devem ter maior prioridade e com isto serem resolvidos primeiro. O grande diferencial do Método GUT, em relação aos outros do tipo, é a simplicidade de utilização e a possibilidade de atribuir valores (Notas) para cada caso real de maneira objetiva, quantificando os problemas da empresa e tornando viável a priorização das ações preventivas ou corretivas para eliminação do problema analisado.

De acordo com Bezerra *et al.* (2012), o método GUT constitui-se de uma ferramenta que busca responder questões de forma racional e prática para a separação e priorização de problemas, a fim de solucioná-los. De forma sucinta, pode-se definir:

- Gravidade: Se refere a um possível prejuízo ou dano que podem surgir a médio e longo prazo sobre os resultados de uma situação, ou seja, a intensidade dos danos que o problema pode causar se não tomar providências sobre ele;
- Urgência: Tem como principal determinante a pressão do tempo que existe para resolução de uma dada situação, ou seja, o tempo para eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não tomar providências sobre o tal problema;
- Tendência: Trata-se do potencial de crescimento e evolução da situação com o tempo, ou seja, o desencadeamento e desenvolvimento do problema se ações não forem tomadas.

A metodologia da matriz GUT é um instrumento complementar a outras ferramentas da Gestão da Qualidade e está correlacionando ao ciclo PDCA (*Plan* - Planejar, *Do* – Fazer, *Check* - Executar, e *Action* - Agir) da fase Planejar, representado na Figura 2. A ferramenta GUT é utilizada para definir as prioridades diante de alternativas de ação, respondendo de forma racional questões como: “O que fazer primeiro?”; “Por que?” ou “Por onde começar?” (SOTILLE, 2014).

Figura 2 – Ciclo PDCA



Fonte: SOTILLE (2014).

Na Matriz GUT, classifica-se os problemas com notas de 1 a 5 para os três parâmetros (Gravidade, Urgência e Tendência) analisados, obtendo-se a prioridade e criticidade do

problema com que o mesmo deve ser resolvido a partir de uma multiplicação $G \times U \times T$. Posteriormente, é possível estabelecer uma sequência de atividades, listando as que são mais graves, urgentes e que possuem a maior tendência de piora do quadro. Dessa forma, o maior valor encontrado a partir da multiplicação é o problema mais crítico a ser resolvido, facilitando a tomada de decisão dos gestores e no caso, do engenheiro responsável, por exemplo (PERIARD, 2011).

Gomes (2006) estabeleceu critérios para elaboração da matriz GUT, fazendo uso de um quadro de priorização de problemas em ordem decrescente de pontos (Quadro 2).

Quadro 2 - Critérios adotados para elaboração da Matriz GUT

Pontuação Atribuída	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave: os problemas devem ser priorizados. Caso contrário, os danos têm potencial para se tornarem irreversíveis	Precisa de ação imediata, sob pena de agravar a situação e perder o controle dela.	Tende a piorar de imediato: é imprescindível agir rapidamente.
4	Muito grave: o problema pode causar grandes danos à edificação	Muito urgente: deve ser resolvido rapidamente.	Irà piorar a curto prazo: o problema pode piorar significativamente em curto período de tempo
3	Grave: danos regulares	Urgente: Precisa ser solucionado o mais rápido possível	Irà piorar a médio prazo: provavelmente o problema vai permanecer se nada for feito.
2	Pouco grave: danos mínimos	Pouco urgente: são problemas que, apesar de mais urgentes que os anteriores, podem esperar mais um tempo	Irà piorar a longo prazo: o problema tende a crescer lentamente.
1	Sem gravidade: danos leves, podendo ser considerados até mesmo danos secundários	Pode esperar: não há pressa para resolver o problema.	Não irá piorar ou mudar: significa que nada irá acontecer se o problema não for resolvido.

Fonte: Adaptado pela autora (GOMES, 2006). A ideia da ferramenta é atribuir notas para cada termo (problema) analisado (G, U e T).

Após atribuir as notas de 1 a 5, deve se realizar o produto de todas as notas obtidas, para cada problema. As notas devem ser atribuídas em consenso pelos avaliadores. Em seguida, deve-se colocar em ordem decrescente o resultado dos produtos. O problema com maior nota será priorizado, caso aconteça empate faz-se outra avaliação usando somente os problemas empatados (SCARTEZINI, 2009).

2.2.4. 5W2H

O 5W2H foi criado por profissionais da indústria de automóveis durante estudos sobre a qualidade total. A ferramenta auxilia no mapeamento de atividades e segundo Lisboa e Godoy (2012) também permite identificar rotinas e dados mais importantes dentro de um projeto ou atividade de uma unidade de produção. Sua sigla tem origem no vocabulário em inglês, o qual “5W” representa cinco palavras questionadoras iniciadas com a letra “W” e “2H” representa duas palavras questionadoras iniciadas com a letra “H”. As palavras representam as perguntas a serem feitas para ajudar na resolução do problema (COSTA, 2017). Ainda, segundo Costa (2017), essas palavras podem ser interpretadas como:

- *What* (O que): que precisa para realizar a atividade; pergunta o que será realizado; o que será medido; qual será o material necessário para executar determinada tarefa;
- *Who* (Quem): pergunta quem será o responsável pela função; qual pessoa será responsável; qual pessoa será responsável pela equipe;

- *Where* (Onde): questiona qual local a ação será executada;
- *When* (Quando): delimita o tempo na qual a atividade está programada para ser realizada; quando irá iniciar e terminar;
- *Why* (Por que): questiona por qual motivo a ação necessita ser executada, podendo existir mais de um motivo para sua realização;
- *How* (Como): sugere o questionamento de como essa tarefa vai ser executada; como a equipe vai realizá-la como será o acompanhamento da atividade;
- *How much* (Quanto custa): pergunta qual será o custo de determinada operação ou atividade para a organização.

Para Santos (2017) esta ferramenta é um importante aliado no planejamento e elaboração das ações, pois possibilita uma maior eficiência e agilidade. Também pode ser utilizada como *check-list* nas atividades, com o máximo de clareza possível, evitando erros por falta de conhecimento e entendimento das ações que necessitam ser realizadas dentro da empresa e eliminando qualquer dúvida que possa existir dentro do processo.

Segundo Guinzelli (2017), a ferramenta é utilizada principalmente na padronização e mapeamento de processos, na elaboração de planos de ação e no estabelecimento de procedimentos associados a indicadores, a ferramenta de cunho basicamente gerencial e busca o fácil entendimento através da definição de responsabilidades, métodos, objetivos, prazos e recursos associados.

O preenchimento adequado do 5W2H tem uma ordem de relacionamento dos itens que deve ser respeitada para que os resultados corretos sejam atingidos (MAY, 2018). Por exemplo, em um plano de ação para propor uma solução para a causa principal de um problema, teremos a seguinte ordenação:

- O “o que?” será a ação realizada para resolver a causa principal do problema;
- O “quem?” será sempre o nome do responsável para implantação da ação definida no “o que?”;
- O “onde?” será sempre o local onde será realizada a ação para resolver a causa principal do problema, definida no “o que?”;
- E assim por diante para as demais perguntas componentes.

3. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo da pesquisa, foi realizada pesquisa de campo na rodovia BR-101-SUL/PE nos trechos os quais se predomina o pavimento rígido em concreto e que apresenta maiores incidências patológicas. Este estudo tem o objetivo de como identificar, organizar, priorizar e traçar um plano de ação a curto, médio e longo prazo para a solução de problemas relacionados à recuperação do pavimento rígido do trecho da rodovia estudada por meio da utilização de ferramentas de qualidade.

Com isso, foram analisadas as manifestações patológicas encontradas no trecho em que se predomina o pavimento rígido na Rodovia BR-101-SUL/PE, compreendidos entres os KM 151,0 ao KM 189,0, entre os municípios de Ribeirão e Palmares, por meio da realização de uma vistoria *in-loco* pelo pesquisador e registro fotográfico. Devido à grande extensão da rodovia e grandes quantidades de placas que apresentam as mais variadas patologias em seus mais diversificados graus foi realizada um estudo amostral visto que o foco do trabalho é a importância destas ferramentas de qualidade na área estudada.

Nesse estudo foram utilizadas as ferramentas de qualidade: *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e 5W2H, procurando demonstrar os benefícios da utilização das mesmas na construção civil, como também através do estudo bibliográfico permitiu avaliar e catalogar os problemas encontrados no pavimento rígido e auxiliar nas tomadas de decisões, priorização dos problemas a serem resolvidos, elaboração do plano de ação de planejamento e recuperação do pavimento rígido.

Considerando o objetivo proposto, trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, com a realização de um estudo de caso e de cunho qualitativo. Para Kauark, Manhães e Medeiros (2010), a pesquisa de natureza aplicada, objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

Este estudo classifica-se como um estudo qualitativo, uma vez que, “não se preocupa com representatividade numérica, mas sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.” (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p.33). Além de não ter como foco a generabilidade e a representatividade, pois, segundo Serapioni (2000), é o ponto débil deste tipo de estudo.

A classificação estratégica da pesquisa é, para Yin (2005), um Estudo de caso, uma vez que a questão de pesquisa está centrada no “como” as falhas acontecem e no “por que” elas acontecem, focalizando acontecimentos contemporâneos que buscam “aprender a totalidade de uma situação e descrever a complexidade de um caso concreto” (GOLDENBERG, 1997, p. 33-34); nesse caso, uma ferramenta para mapeamento de manifestações patológicas em pavimento rígido em uma rodovia. O uso do estudo de caso é adequado quando se pretende investigar o como e o porquê de um conjunto de eventos contemporâneos. O estudo de caso é uma investigação empírica que permite o estudo de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2005).

O estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. Define-se, também, um estudo de caso da seguinte maneira: “[...] é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. [...] Igualmente, estudos de caso diferem do método histórico, por se referirem ao presente e não ao passado” (GIL, 2019, p. 63). Foi adotado, assim, o estudo de caso como estratégia de pesquisa pois, segundo Yin (2001), ele é utilizado em muitas situações em que se é necessário uma análise mais aprofundada, podendo-se fazer comparações entre dois ou mais enfoques específicos.

3.1 Caracterização e estratégia da pesquisa

A pesquisa se inicia pela busca de bibliografia que trata do estudo do pavimento rígido, manifestações patológicas de pavimentos rígidos em concreto, metodologia de avaliação de pavimentos, e das ferramentas de qualidade: *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e 5W2H e sua relação com a área de estudo. Este objetivo se perfaz por meio de pesquisa de caráter descritivo, do tipo qualitativo.

A pesquisa descritiva visa identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso, é o tipo mais complexo e delicado (GIL, 2019).

Após a localização da bibliografia pertinente, foi realizada a revisão da literatura, a fim de apresentar os conceitos e teorias que se aplicam a pesquisa. A pesquisa bibliográfica “explica e discute um tema ou problema com base em referências teóricas já publicadas em livros, revistas, periódicos, artigos científicos” (SILVA, 2003, p. 60). A principal vantagem da pesquisa bibliográfica consiste, “no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente” (GIL, 2019, p. 65).

Segundo Cervo e Bervian (2002, p. 48):

[...] a pesquisa bibliográfica é entendida como o planejamento global-inicial de qualquer trabalho de pesquisa, o qual envolve uma série de procedimentos metodológicos. É por meio dela que o pesquisador faz contato direto com tudo o que foi publicado, dito, filmado ou de alguma outra forma registrada sobre determinado tema

Após o estudo do material, foram destacados, através de um levantamento teórico, quais os principais pontos referentes aos pontos de interseção das ferramentas de qualidade estudadas para serem utilizados na otimização da tomada de decisões planejamento e intervenções a serem tomadas na recuperação do pavimento rígido em concreto da rodovia. A pesquisa de campo procura o aprofundamento de uma realidade específica. É basicamente realizada por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar as explicações e interpretações do ocorrem naquela realidade (GIL, 2019).

Foi realizado, o levantamento qualitativo, com relação aos processos e procedimentos que são adotados na operação diária do estoque da empresa pesquisada.

3.2. Objeto de Estudo – Rodovia BR-101-SUL/PE

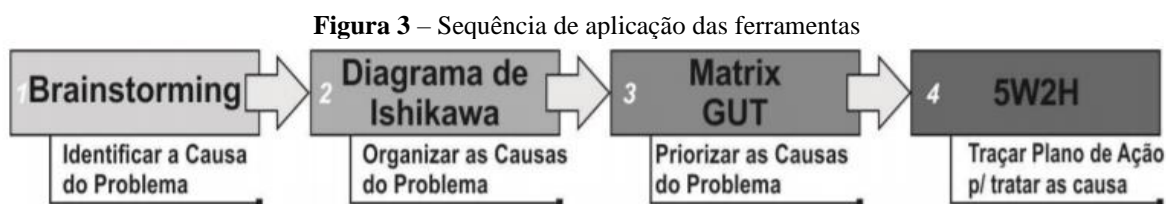
A rodovia BR-101 corresponde umas das principais rodovias do país, com grande importância para o deslocamento de passageiros e escoamento de cargas e transporte no país. Em Pernambuco, o trecho estudado para esta pesquisa consiste em um trecho que faz parte do processo de duplicação da BR-101 e teve sua conclusão há aproximadamente 8 anos, mas que apresenta diversos problemas nas placas de concreto do pavimento rígido. Visto que em média este tipo de pavimento deve durar no mínimo 20 anos, tais problemas têm ocorrido de forma bastante precoce quando comparados ao tempo que foi executado e acaba que contradizendo a durabilidade prevista do pavimento rígido que possui durabilidade superior ao pavimento flexível.

O segmento estudado da rodovia fica na BR-101/SUL, entre os KM 151 ao KM 189,0, que compreende os municípios de Ribeirão e Palmares, no estado de Pernambuco e o mesmo pavimento tem várias placas de concreto a serem recuperadas, pois as mesmas apresentam as mais diversificadas manifestações patológicas para isso faz se necessário a criação de um plano de ação para a elaboração do planejamento e das intervenções a serem feitas na recuperação da mesma.

3.3 Instrumento e análise de dados

As metodologias utilizadas são predominantemente o método analítico, em razão da análise textual temática e interpretativa do material usado, e o método dedutivo, posto que a tendência é partir dos aspectos gerais do tema, tendo como pressuposto a análise visual das manifestações patológicas em pavimento do tipo rígido em concreto, chegando-se a um conhecimento delimitado do assunto (GIL, 2019).

A pesquisa foi realizada pelo próprio pesquisador e o emprego desse estudo deu-se de acordo com os passos apresentados na Figura 3 para se atingir o objetivo geral apresentado. A forma como as ferramentas foram aplicadas e utilizadas está descrito na próxima seção.



Fonte: Autor (2020)

Desta forma, o *Brainstorming* foi utilizado para identificar as causas do problema relatado pelos usuários e fiscais de contrato, tendo sido realizado por meio de uma reunião em um escritório de uma construtora que executa obras de conservação e manutenção rodoviária em conjunto com pessoas da empresa envolvidas na execução dos serviços como também com os fiscais de contrato, no qual cada um tinha espaço para falar uma possível causa para o

problema da demora no desenvolvimento de novos trabalhos, como definido por Behr, Moro e Estabel (2008).

Todas as ideias e comentários foram anotados e depois pontuados quais os que apresentavam maior relevância para o estudo e depois de identificado as possíveis causas dos problemas foi utilizado o Diagrama de Ishikawa para organizar as causas dos problemas discutidos no *Brainstorming*.

O diagrama de Ishikawa serviu como um organizador visual para facilitar o entendimento das causas e efeitos e possíveis focos das causas que geravam as manifestações patológicas no pavimento rígido.

Foi realizado um levantamento *in loco* e criado um quadro com a identificação das placas de concreto do pavimento rígido que apresentaram manifestações patológicas com sua referida patologia e possíveis causas.

Com o levantamento das manifestações patológicas foi possível elaborar a Matriz GUT que determinou a priorização das causas e grau de prioridade na solução dos problemas encontrados.

Após esta etapa foi aplicada a Matriz GUT de acordo com a adoção das informações dos autores estudados nesta pesquisa. Primeiro, atribuiu-se valores que variaram de 1 a 5 para cada um dos critérios: Gravidade, Urgência e Tendência. E, sem sequência foram multiplicados para que se pudesse encontrar a nota de cada causa. Assim, a Matriz GUT foi aplicada para priorizar quais causas que deveriam ser tratadas em grau de prioridade o qual as que obtiveram maior pontuação tem maior prioridade.

Para a pontuação dos parâmetros Meireles (2001) define que é necessário desenvolver uma tabela com cinco colunas: problema, gravidade, urgência, tendência e GUT. O autor recomenda que no campo “problema” seja feita uma descrição do problema estudado, já os campos que gravidade, urgência e tendência seja feita além da pontuação, uma justificativa para a pontuação dada. Para realizar a quantificação foi desenvolvida uma tabela com 7 colunas, para a melhor organização dos resultados: identificação, problema, gravidade (G), urgência (U), tendência (T), GxUxT e ordem de priorização.

E, por fim, a ferramenta 5W2H tornou claro o plano de ação traçado para solucionar o problema a partir do tratamento de suas causas já priorizadas pela Matriz GUT e com isto auxiliar na tomada de decisão estratégica.

Com a elaboração do 5W2H, foi possível preenchê-lo de maneira bastante simplificada já que as etapas e dados preenchidos nos processos anteriores facilitou a inclusão e organização das informações necessárias. Cada problema (o que?) foi posto em pauta para serem discutidos os seguintes itens: Quem e onde iria ser executada a ação; os prazos; como as ações seriam feitas; Quais os benefícios seriam trazidos com a ação (por que?). Desta forma, normalmente o 5H2W é constituído por decisões dos gestores que são organizadas para compor o plano de ação, mas como se trata de um trabalho científico foi elaborado pelo próprio pesquisador.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção busca mostrar a aplicação das ferramentas e os resultados obtidos, no objeto estudo de caso. Assim, a seção se ocupa de buscar mapear as causas deste problema conforme a metodologia utilizando o *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e 5W2H, conforme apresentado na metodologia desta pesquisa.

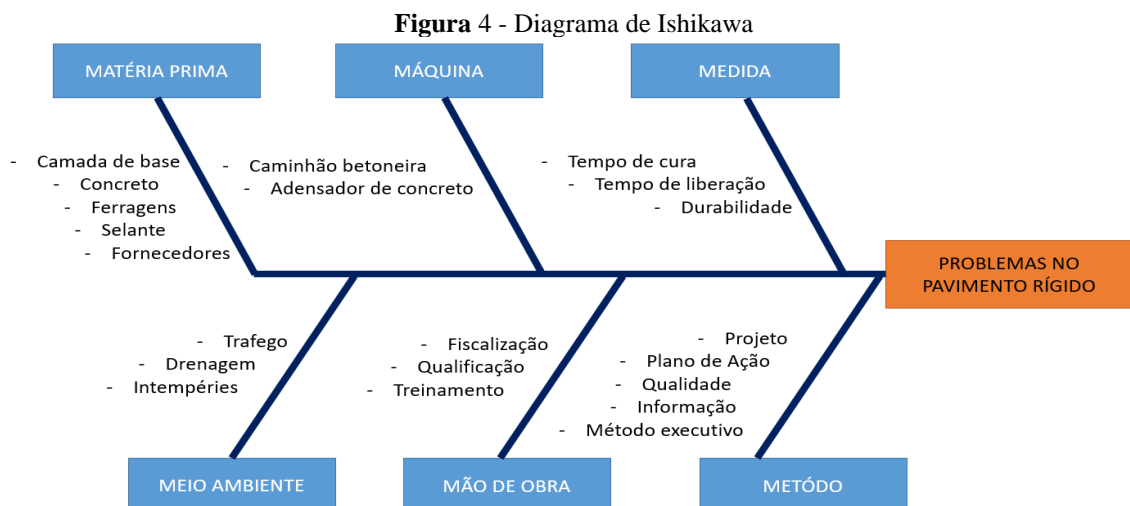
4.1 Aplicação das ferramentas e apresentação dos resultados

Desta forma, através do *Brainstorming* chegou-se às principais causas são: i) Falta de planejamento de um plano de ação para recuperação do pavimento, ii) Priorização dos casos mais graves; iii) Falta de um acompanhamento contínuo na execução e recuperação nas placas

de concreto; iv) Falta de manutenção na selagem das placas; v) A não utilização de ferragens adequadas; vi) Falta de cura adequada do concreto; vii) Liberação antecipada do trecho executado; viii) Vícios construtivos o qual algumas áreas demonstram sempre problemas similares; ix) Falta de qualificação técnica; x) Problemas com fornecimento de material; xi) Problemas no concreto; xii) Falta de adensamento adequado do concreto; xiii) Trafego intenso; xiv) Mal dimensionamento do pavimento; xv) Concreto com *slump* fora do padrão; xvi) Temperatura; xvii) Chuva, xviii) Falta de manutenção no período de cura do concreto; xix) Método de execução inadequado; xx) Locais com maiores incidências patológicas; xxi) Qualidade de execução; xxii) Drenagem; xxiii) Isolamento da placa com lonas plásticas na etapa da concretagem; xxiv) Execução de procedimentos incorretos; xxv) Falta de conhecimento técnico; xxvi) Falta de um plano de ação de execução; xxvii) Fluxo de informação incorreto.

Lins (1993) sugere que para a confecção do Diagrama de Ishikawa seja utilizado em conjunto o *Brainstorming*, para que se possa pensar nas prováveis causas do problema. Em seguida, foi utilizado o diagrama de Ishikawa, com o objetivo de representar graficamente as causas para um determinado efeito agrupadas pelas categorias sugeridas por Fornari Jr. (2010): mão-de-obra, método, matéria-prima, medida e meio-ambiente.






Com as informações obtidas no *Brainstorming* foi criado o diagrama a fim de facilitar o entendimento das ideias e suas possíveis causas como pode ser observado na utilizadas devido ao grau de complexidade do problema, como pode ser observado na Figura 4.







Fonte: Autor (2022)






Como terceiro passo, foi realizado o levantamento in loco, o qual foi realizada uma avaliação visual e registro fotográfico, o qual foi catalogado as placas de concreto que apresentam os mais diversificados graus de patologias, com o diagnóstico das patologias e suas possíveis causas, como pode ser visto no Quadro 5.






Quadro 5 – Levantamento de manifestações patológicas

IDENTIFICAÇÃO				
P01	P02	P03	P04	P05
DIAGNÓSTICO				
Fissuras transversais	Placa dividida	Fissura transversal	Trinca transversal	Fissura transversal
				
POSSÍVEIS CAUSAS				
i)Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas; ii)Processo de restauração deficiente	i)Sobrecarga; ii)Capacidade de suporte inadequada; iii) Processo de restauração deficiente	i)Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas; ii)Processo de restauração deficiente	i)Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	i)Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas; ii)Processo de restauração deficiente

IDENTIFICAÇÃO				
P06	P07	P08	P09	P10
DIAGNÓSTICO				
Placa dividida	Quebra de canto	Fissura transversal	Grande reparo	Fissura de retração plástica
				
POSSÍVEIS CAUSAS				
i)Sobrecarga; ii)Capacidade de suporte inadequada; iii) Processo de restauração deficiente	i)Repetição das cargas com a perda de capacidade de suporte da fundação; ii)Empenamento da placa; iii)Dimensionamento inadequado ou ausência das barras de	i)Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas; ii)Processo de restauração deficiente	i)Falhas construtivas; ii)Restauração de patologias com grau de severidade elevado; iii)Manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	i)Condições ambientais; ii)Exsudação; iii)Processo de restauração deficiente

IDENTIFICAÇÃO				
P11	P12	P13	P14	P15
DIAGNÓSTICO				
Esborcinamento de juntas	Falha na selagem de juntas	Fissura transversal e esborcinamento de juntas	Pequenos reparos	Esborcinamento de juntas
				
POSSÍVEIS CAUSAS				
i) Corte das juntas com profundidade inadequada; ii) Falhas no corte; iii) Tensões elevadas ocasionadas pelo tráfego de veículos na região das juntas; iv) Acúmulo de materiais incompreensíveis	i) Corte das juntas com profundidades inadequadas; ii) Falhas no preenchimento do material selante	i) Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas; ii) Processo de restauração deficiente; iii) Corte das juntas com profundidade inadequada; iv) Falhas no corte; v) Tensões elevadas ocasionadas pelo tráfego de veículos na região das juntas; vi) Acúmulo de materiais incompreensíveis	i) Falhas construtivas; ii) Restauração de patologias com grau de severidade elevado; iii) Manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	i) Corte das juntas com profundidade inadequada; ii) Falhas no corte; iii) Tensões elevadas ocasionadas pelo tráfego de veículos na região das juntas; iv) Acúmulo de materiais incompreensíveis

IDENTIFICAÇÃO				
P16	P17	P18	P19	P20
DIAGNÓSTICO				
Grande reparos	Placa dividida	Quebra de Canto	Trinca transversal	Quebra de canto
				
POSSÍVEIS CAUSAS				
i) Falhas construtivas; ii) Restauração de patologias com grau de severidade elevado; iii) Manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	i) Sobrecarga; ii) Capacidade de suporte inadequada; iii) Processo de restauração deficiente	i) Repetição das cargas com a perda de capacidade de suporte da fundação; ii) Empenamento da placa; iii) Dimensionamento inadequado ou ausência das barras de	i) Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	i) Repetição das cargas com a perda de capacidade de suporte da fundação; ii) Empenamento da placa; iii) Dimensionamento inadequado ou ausência das barras de

IDENTIFICAÇÃO				
P21	P22	P23	P24	P25
DIAGNÓSTICO				
Quebra de canto	Placa dividida	Pequenos reparos	Grandes reparos	Placa dividida
				
POSSÍVEIS CAUSAS				
i) Repetição das cargas com a perda de capacidade de suporte da fundação; ii) Empenamento da placa; iii) Dimensionamento inadequado ou ausência das barras de transferência	i) Sobrecarga; ii) Capacidade de suporte inadequada; iii) Processo de restauração deficiente	i) Falhas construtivas; ii) Restauração de patologias com grau de severidade elevado; iii) Manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	i) Falhas construtivas; ii) Restauração de patologias com grau de severidade elevado; iii) Manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	i) Sobrecarga; ii) Capacidade de suporte inadequada; iii) Processo de restauração deficiente

Fonte: Autor (2020)

Na Tabela 1 pode-se observar os resultados encontrados por meio da ferramenta Matriz GUT. E, a partir deste resultado, empreenderam-se esforços para a construção do 5W2H, preenchendo os dados necessários da Tabela. Vale salientar que devido à natureza desta pesquisa ser qualitativa, não foi aplicado o valor dos custos do Plano de Ação a ser executado na coluna “*How many* (O quanto custa)?” que constitui a quarta etapa aplicada ao problema estudado.

Tabela 1: Aplicação da Matriz GUT

Nº	PROBLEMA	MATRIZ GUT			G x U x T	ORDEM
		GRAVIDADE (G)	URGÊNCIA (U)	TENDÊNCIA (T)		
P09	Grande reparo	5	5	5	125	1º
P17	Placa dividida	5	5	5	125	2º
P24	Grandes reparos	5	5	5	125	3º
P25	Placa dividida	5	5	5	125	4º
P16	Grandes reparos	4	4	5	80	5º
P18	Quebra de Canto	4	5	4	80	6º
P02	Placa dividida	4	4	4	64	7º
P20	Quebra de canto	4	4	4	64	8º
P06	Placa dividida	3	4	4	48	9º
P21	Quebra de canto	3	4	4	48	10º
P14	Pequenos reparos	3	3	4	36	11º
P19	Trinca transversal	3	4	3	36	12º
P22	Placa dividida	3	4	3	36	13º
P01	Fissuras transversais	3	3	3	27	14º
P04	Trinca transversal	2	3	3	18	15º
P07	Quebra de canto	2	3	3	18	16º

P03	Fissura transversal	2	2	3	12	17°
P05	Fissura transversal	2	2	3	12	18°
P08	Fissura transversal	2	2	3	12	19°
P11	Esborcinamento de juntas	3	2	2	12	20°
P13	Fissura transversal e esborcinamento de juntas	2	3	2	12	21°
P15	Esborcinamento de juntas	2	3	2	12	22°
P12	Falha na selagem de juntas	2	2	2	8	23°
P23	Pequenos reparos	2	2	2	8	24°
P10	Fissura de retração plástica	2	1	2	4	25°

Fonte: Autor (2022)

Na elaboração do 5W2H, que busca responder as questões básicas apresentadas pelo método. O diferencial do 5W2H apresentado neste estudo é que foi levado em consideração o *ranking* de prioridade encontrado com a aplicação da Matriz GUT. Foi também possível elaborar o plano de ação de acordo com a prioridade de execução graças a Matriz GUT conforme pode ser observado no quadro 3.

Quadro 3 - Plano de ação – 5W2H

Nº	5W					2H	
	What?	Who?	Where?	Why?	When?	How?	How many ?
	O que?	Quem?	Onde?	Por que?	Quando ?	Como?	Quant o custa?
P09	Grande reparo	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Falhas construtivas, restauração de patologias com grau de severidade elevado, manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	Curto prazo	Sugestão 02	Não se aplica
P17	Placa dividida	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Sobrecarga, capacidade de suporte inadequada	Curto prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P24	Grandes reparos	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Falhas construtivas, restauração de patologias com grau de severidade elevado, manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	Curto prazo	Sugestão 02	Não se aplica
P25	Placa dividida	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Sobrecarga, capacidade de suporte inadequada	Curto prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P16	Grandes reparos	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Falhas construtivas, restauração de patologias com grau de severidade elevado, manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	Curto prazo	Sugestão 02	Não se aplica
P18	Quebra de Canto	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Repetição das cargas; perda da capacidade de suporte da fundação; empenamento da placa; dimensionamento inadequado ou ausência das barras de transferência; utilização de materiais inadequados no isolamento das barras	Curto prazo	Sugestão 01	Não se aplica

P02	Placa dividida	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Sobrecarga, capacidade de suporte inadequada	Curto prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P20	Quebra de canto	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Repetição das cargas; perda da capacidade de suporte da fundação; empenamento da placa; dimensionamento inadequado ou ausência das barras de transferência; utilização de materiais inadequados no isolamento das barras	Curto prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P06	Placa dividida	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Sobrecarga, capacidade de suporte inadequada	Médio prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P21	Quebra de canto	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Repetição das cargas; perda da capacidade de suporte da fundação; empenamento da placa; dimensionamento inadequado ou ausência das barras de transferência; utilização de materiais inadequados no isolamento das barras	Médio prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P14	Pequenos reparos	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Falhas construtivas, restauração de patologias com grau de severidade elevado, manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	Médio prazo	Sugestão 02	Não se aplica
P19	Trinca transversal	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	Médio prazo	Sugestão 04	Não se aplica
P22	Placa dividida	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Sobrecarga, capacidade de suporte inadequada	Médio prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P01	Fissuras transversais	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	Médio prazo	Sugestão 04	Não se aplica
P04	Trinca transversal	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	Médio prazo	Sugestão 04	Não se aplica
P07	Quebra de canto	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Repetição das cargas; perda da capacidade de suporte da fundação; empenamento da placa; dimensionamento inadequado ou ausência das barras de transferência; utilização de materiais inadequados no isolamento das barras	Médio prazo	Sugestão 01	Não se aplica
P03	Fissura transversal	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	Longo prazo	Sugestão 04	Não se aplica
P05	Fissura transversal	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	Longo prazo	Sugestão 04	Não se aplica
P08	Fissura transversal	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	Longo prazo	Sugestão 04	Não se aplica

P11	Esborcinamento de juntas	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Corte das juntas com profundidade inadequada, falhas no corte, tensões elevadas ocasionadas pelo tráfego de veículos na região das juntas, acúmulo de materiais incompreensíveis	Longo prazo	Sugestão 05	Não se aplica
P13	Fissura transversal e esborcinamento de juntas	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas; Corte das juntas com profundidade inadequada, falhas no corte, tensões elevadas ocasionadas pelo tráfego de veículos na região das juntas, acúmulo de materiais incompreensíveis	Longo prazo	Sugestão 04	Não se aplica
P15	Esborcinamento de juntas	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Corte das juntas com profundidade inadequada, falhas no corte, tensões elevadas ocasionadas pelo tráfego de veículos na região das juntas, acúmulo de materiais incompreensíveis	Longo prazo	Sugestão 05	Não se aplica
P12	Falha na selagem de juntas	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Corte das juntas com profundidades inadequadas, falhas no preenchimento do material selante	Longo prazo	Sugestão 03	Não se aplica
P23	Pequenos reparos	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Falhas construtivas, restauração de patologias com grau de severidade elevado, manutenção ou criação de redes de distribuição subterrânea	Longo prazo	Sugestão 02	Não se aplica
P10	Fissura de retração plástica	Encar. de Produção	Pavimento Rígido BR-101-SUL/PE	Tensões internas associadas a ocorrências no concreto ou por ação de cargas	Longo prazo	Sugestão 04	Não se aplica

Fonte: Autor (2022)

Legenda: Sugestão 01 - Placas divididas e quebras de canto são reparadas de maneira análoga as fissuras que atingem toda a espessura da placa; Sugestão 02 - É sugerido duas metodologias: corte do concreto em duas linhas paralelas a fissura, utilizando disco de corte, numa faixa de 1m de largura, demolição do concreto na faixa de 1m, retirada das partes demolidas e recomposição da sub-base, limpeza dos bordos da região demolida, instalação de dispositivo de transferência de cargas entre as partes remanescentes do concreto, aplicação de agente de adesão nos bordos limpos e recomposição das partes demolidas do concreto. Concreto de recomposição com baixo teor água/cimento, e resistência, no mínimo, igual ao do concreto existente.; Sugestão 03 - Selagem com material apropriado; Sugestão 04 - Os procedimentos variam de acordo com a configuração das fissuras. Recomenda-se limpeza e a injeção base de epóxi para a selagem de fissuras passivas, e a utilização de selantes elastoméricos para a selagem de fissuras ativas. Em caso de fissuras com aberturas superiores a 1mm, executa-se corte mecanizado, em cada lado e ao longo das fissuras, com 25mm de profundidade e 30mm de espaçamento, retira o concreto entre os cortes, limpa e recompõe com selante moldado in loco, a frio ou a quente, ou com selante pré-moldado; Sugestão 05 - Indica-se os seguintes procedimentos: demolição e remoção das partes soltas do concreto; limpeza enérgica das superfícies remanescentes das regiões demolidas; aplicação de pintura de ligação à base epóxi e aplicação de concreto com consumo mínimo de cimento igual a 350kg/m³, processo posterior de cura química nas primeiras horas e cura com pano úmido até o 7º dia. (é importante resselagem das juntas após a recomposição das bordas esborcionadas, embora o DNER não especifique isso).

4.2 Discussões dos dados obtidos e pontos de melhoria

A partir da combinação de ferramentas, tem-se um plano de ação com prioridades, de acordo com a atribuição de valores (notas) criados a partir da Matriz GUT. Nota-se que para cada causa geradora do problema pode haver uma ou mais ações na solução corresponde no plano de ação.

Sendo assim, a título de discussão, destacam-se aqui três causas que precisam de ação de reparo imediatas como: i) Grandes reparos; ii) Placas divididas; iii) Quebra de cantos. Também quatro causas transversais apresentaram grau de severidade ou de urgências intermediários podendo ser atendidos a médio prazo como: i) Placas divididas, ii) quebra de canto, iii) Pequenos reparos, iv) Trincas. As demais patologias serem atendidas a longo prazo

Placas de concreto com grandes reparos ou divididas pelo estudo é possível verificar que são as causas patológicas mais graves e que precisam de reparação mais urgentes como também precisam de uma maior urgência na intervenção para resolver o problema visto que oferecem riscos aos usuários aqui ali transitam podendo ocorrer prejuízos aos veículos e acidentes graves. Desta forma, sugere-se a recuperação imediatas das placas estudadas no curto prazo.

Os problemas encontrados a serem executados a médio prazo podem se não forem tratados de forma subsequente a conclusão dos de curto prazo se agravarem devido a tráfego, intempéries, entre outros terem o grau de suas patologias agravadas fazendo com que as mesmas se tornem objetos com maior necessidade de priorização e urgência em sua recuperação.

Vale salientar que todos os problemas encontrados precisam ser atendidos visto que o não tratamento dos mesmos pode ocasionar maior gravidade e prejuízos. Também é importante frisar que com a elaboração de um bom plano de ação é possível usar de forma mais eficiente os recursos financeiros que por muitas vezes são bastante limitados.

Visto que se não for bem estruturado ou se não for feito poderá ser que ocorra o uso de forma eficiente do dinheiro, no caso estudado por exemplo pode ser que caso não seja elaborado o plano de ação ou se o mesmo não tiver o empenho e acurácia necessária no levantamento de dados pode ser que seja recuperado uma placa com gravidade ou urgências leves e uma placa de concreto que possui um maior grau de urgência e gravidade fique sem executar.

Por isso a importância o uso das ferramentas estudadas neste trabalho para elaboração de um bom plano de ações de recuperação e intervenções no pavimento da rodovia da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Contribuições

O *Brainstorming* e o Diagrama de Ishikawa foram eficazes para a identificação e organização das causas que levam ao problema das manifestações patologias encontradas no pavimento rígido da rodovia.

A Matriz GUT mostrou quais as causas tinham maior importância para serem solucionadas, o qual, foi possível ordenar o que deveria ter maior prioridade de reparo e intervenção imediata e o que podia esperar mais um pouco.

O 5W2H definiu quem, como, onde, porque, quando tratar cada causa, levando em consideração seu grau de prioridade a curto, médio e longo prazo como também a elaboração de um plano de ação mais claro e eficaz.

Considera-se, neste caso, que o diagrama de Ishikawa é um organizador visual das ideias selecionadas a partir do *Brainstorming*, pois essas ideias puderam ser agrupadas e expostas de forma a facilitar o entendimento das causas do problema estudado e foi fundamental para indicar se havia ou não foco nas causas dos problemas.

Com base na pesquisa apresentada, pode-se concluir que as ferramentas apresentadas (*Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e 5W2H) têm sua relevância para o processo de mapeamento no cotidiano das mais variadas organizações. Tendo em vista que mesmo a aplicação isolada delas pode ser um fator que irá contribuir para se atingir a um objetivo específico. Porém, a aplicação em conjunto dessas ferramentas de qualidade, com sinergia, pode tornar mais eficaz no mapeamento dos problemas encontrados, evidenciando as causas prioritárias e seus devidos tratamentos.

Desta forma, nota-se que a utilização de ferramentas em conjunto, sobretudo a utilização das ferramentas utilizadas neste trabalho: *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e 5W2H foi relevante para compreender as causas do problema e chegar a um plano de ação ranqueado por prioridades, atingindo assim o objetivo deste trabalho que foi identificar, organizar, priorizar e traçar um plano de ação para o planejamento da recuperação e

intervenções para recuperação do pavimento rígido do trecho estudado da rodovia BR-101-Sul em Pernambuco.

A principal contribuição deste estudo para o segmento empresarial e acadêmico é justamente a utilização dessa sequência de ferramentas de qualidade em conjunto para se criar um plano de ação com prioridades de atuação para elaboração do plano de ação de recuperação e intervenções necessárias da rodovia em questão, visto que não foi encontrado na literatura pesquisada trabalhos fizessem o uso destas ferramentas no segmento de gestão de recursos na construção civil.

5.2 Dificuldades encontradas e lições aprendidas

A limitação deu-se pela dificuldade em encontrar literatura científica atualizada sobre as ferramentas administrativas utilizadas nesta pesquisa, encontrando-se na maioria das referências apenas aplicações diretas das ferramentas e não uma discussão sobre sua utilização. Outra limitação encontrado foi quanto ao tratamento do empate de resultados obtidos na Matriz GUT, visto que no estudo bibliográfico estudado não foi claro de como solucionar e criar mecanismo de prioridades desse problema detalhadamente.

Outro problema importante que vale salientar nesse estudo é a validade dos dados que tem o plano de ação visto que os problemas encontrados caso não sejam atacados de forma imediata podem se agravar, fazendo com que dependendo das condições de tráfego, clima, entre outros interfiram de forma mais ou menos incisiva na situação que foi realizada o estudo.

5.3 Trabalhos futuros

Futuramente, espera-se poder aprofundar o estudo sobre a aplicação das ferramentas estudadas em outros processos de recuperação de dispositivos da rodovia como também aplicar o estudo em outras áreas visto que o mesmo possui uma grande praticabilidade nas mais diversificadas áreas. Além disso, é possível aproveitar os dados obtidos desta pesquisa para uma pesquisa de antes e depois da aplicação destas ferramentas e como ela pode contribuir com a melhoria do processo do plano de ação de recuperação e intervenção da rodovia.

Com estes mesmos dados é também é possível avaliar o uso de outras ferramentas de qualidade para verificação de qual melhor se ajusta ou que traz maior contribuição nos objetivos esperados. Outro ponto que também é relevante é a quantificação dos custos de recuperação e intervenções do pavimento rígido da rodovia, o qual, pode ser respondido e quantificado na coluna “How many”? (Quanto custa)? do plano de 5W2H, mas para isso se faz necessário ter conhecimento ou informações sobre os custos de cada ação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Marcelo Almeida et al. Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação–Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento**, ANO, v. 1, p. 187-196, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5738: **Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto**. 2015.

BALBO, J. T. **Pavimentos de concreto**. Oficina de Textos, 2016.

BARRA, M. M. R. B. S.; MOREIRA, F. C. Comparações entre pavimentos flexíveis e rígidos abordando responsabilidades, aspectos técnicos e custos. **Revista Traços**, v. 3, n. 6, 2017.

BEHR, Ariel; MORO, Eliane Lourdes da Silva; ESTABEL, Lizandra Brasil. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, maio/ago. 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ci/a/7qkmKSkzS5xmqhM3FjMnk5t/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2022.

BENTO, C. R. **Análise de patologias encontradas na rodovia pr-317: trecho km 79 a km 80-iguarapu-pr**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). UNICESUMAR. Maringá, PR.

BESANT, H.. **The Journey of Brainstorming**. *Journal Of Transformative Innovate. Regent University School of Business & Leadership*, p. 1-7. jul. 2016. Disponível em: https://www.regent.edu/acad/global/publications/jti/vol2iss1/Besant_JTISU16A.pdf. Acesso em: 13 set 2022.

BEZERRA, T. T. C.; CARVALHO, M. V. P. S.; CARVALHO I. M.; PERES, W. O. M.; BARROS, K. O. de; **Aplicação das Ferramentas de Qualidade para Diagnóstico de Melhorias numa Empresa de Comércio de Materiais Elétricos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep, 2012.

CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total: CQT**. 5. ed. Rio de Janeiro, 1994.

CAVALCANTI, M. M.; SOBRINHO, C. W. P. Patologias Em Pavimentos de Concreto–Método Icp de Avaliação. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 4, n. 1, 2019.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. **Falta de infraestrutura das rodovias brasileiras gera impactos no meio ambiente**. 2021. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/falta-de-infraestrutura-das-rodovias-brasileiras-gera-impactos-no-meio-ambiente>. Acesso em: 10 set. 2022.

COSTA, L. G. B. **Comparação das ferramentas da qualidade em duas indústrias brasileiras**. 2017. 34 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, UTF-PR, Ponta Grossa, 2017.

DER. **Pavimento de concreto de cimento Portland aplicado com formas deslizantes**. São Paulo. 2007.

DNIT. **Demolição e remoção de pavimentos: asfáltico ou concreto – Especificação de Serviço**. 6p. IPR. Publ. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT. **Manual de Pavimentos Rígidos**. 233p. 2. Ed. IPR. Publ. Rio de Janeiro, 2004.

DNIT. Norma DNIT 049/2004. **Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de forma deslizante – Especificação de serviço**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 2004.

ELIAS, Juliana, CNN Brasil Business. **Investimento em infraestrutura está no menor nível desde 1947 – e deve cair mais**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/investimento-em-infraestrutura-esta-no-menor-nivel-desde-1947-e-deve-cair-mais/>. Acesso em: 03 out. 2022.

FELIX, D. B. C.; BALBO, J. T. **Aplicação da metodologia USACE na avaliação das condições de rolamento dos pavimentos de concreto armado**. *Revista Concreto e Construção*. ed. 58, v. 2. p. 68-77, 2010.

GARNETT NETO, Gustavo. **Estudo técnico e econômico da manutenção de um pavimento de concreto**. 2001. 118p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258352>. Acesso em: 10 ago. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências**

GOMES, B. N. R. **A importância da conservação do pavimento rodoviário para aumentar o tempo de vida útil da Rodovia**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). UNICESUMAR. Maringá, PR. 2018.

GOMES, L. **Reavaliação e Melhoria dos Processos de Beneficiamento de Não Tecidos com Base em Reclamações de Clientes**. *Revista FAE*. [S.I] 2006. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/427/323>. Acesso em: 01 fev. 2022.

GUINZELLI, C. A et al. Aplicação das ferramentas da qualidade. **Anais da Engenharia Mecânica** / ISSN 2594-4649, [S.I.], v. 1, n. 1, p. 1 - 10, aug. 2017. ISSN 2594-4649.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O Administrador Racional**. São Paulo – SP. Editora Atlas, 1981.

LISBÔA, M. G. P.; GODOY, Leoni Pentiado. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: A joia. **Revista IJIE**. Florianópolis. Artigo. Florianópolis: UFSC, 2012. p. 1 - 16. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/1585/pdf>. Acesso em: 19 set. 2022.

MARCHI, A. **Acompanhamento da execução dos serviços de conservação e manutenção rodoviária–trecho da br 282, km 114+ 000 ao 223+ 100–de lomba alta (sc) à lages (sc)**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). UNIPLAC. Lages, SC.

MARCONDES, J. S. **Brainstorming ferramentas da qualidade: Conceitos e como fazer**. 2015. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/brainstorming-ferramentas-qualidade/>. Acesso em: 13 set. 2022.

MAY, P. R. **Melhoria da Qualidade**. Apostila utilizada como livro de apoio didático a disciplina de Melhoria da Qualidade do Curso de Engenharia de Produção da UNISUL. Florianópolis, 2018.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte e Ciência, 2001. 144p.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Melhorias na BR-101/PE garantem mais segurança viária aos motoristas**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias-2022/setembro/melhorias-na-br-101-pe-garantem-mais-seguranca%20-viaria-aos-motoristas>. Acesso em: 20 set. 2022.

NEWTON, Paul. **Top 5 brainstorming techniques**. 2017. 38 p. E-book. Disponível em: <http://www.free-management-ebooks.com/dldebk-pdf/fme-top-5-brainstorming-techniques.pdf>. Acesso em: 13 set. 2022.

NÓBREGA, M. M.; LOPES NETO, D.; SANTOS, S. R. **Uso da técnica de brainstorming para tomada de decisões na equipe de enfermagem de saúde pública**. 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307840721_Uso_da_tecnica_de_brainstorming_para_tomad_a_de_decisoes_na_equipe_de_enfermagem_de_saude_publica. Acesso em: 13 set. 2022.

OLIVEIRA, R. F. V. **Análise de dois solos modificados com cimento para dimensionamento de pavimentos**. 2011. Dissertação (Mestrado). UFOP. Ouro Preto, MG.

PALADINI, E. P.; CARVALHO, M. M. de. **Gestão da qualidade: Teoria e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PAVANI JÚNIOR, O.; SCUCUGLIA, R. **Mapeamento e gestão por processos: BPM (Business Process Management)**. São Paulo: M. Books, 2011.

PERIARD, Gustavo. **Matriz GUT: Guia Completo**, 2011. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, L. F. **Juntas em pavimentos de concreto: dispositivos de transferência de carga**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SANTOS FILHO, M. L.; SILVA, A. C. G.; CAMPOS, G. R.. Análise de manifestações patológicas em obras de arte especiais-estudo de caso e propostas de recuperação. **Revista Técnico-Científica**, v. 1, 2017.

SANTOS, Patrícia Fonseca dos. **Estudo da gestão da qualidade total e sua influência na produtividade industrial**. 2017. 44 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, UTF-PR, Ponta Grossa, 2017.

SELEME, Robson; STALER, Humberto. **Controle da qualidade**: As ferramentas essenciais. 20. ed. Curitiba: Ibpe, 2008. 186 p

SILVA, A. C. R. **Metodologia da Pesquisa Aplicada à Contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora de UFRGS, 2009. P. 31-42.

SOARES, C. S. et al. Manifestações patológicas nas salas de aula da escola agrícola Assis Chateaubriand-UEPB/Pathological manifestations in the classrooms of the agricultural school Assis Chateaubriand-UEPB. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 1, p. 145-155, 2018.

sociais. Rio de Janeiro: Record, 1997.

SOTILLE, Mauro Afonso. **A ferramenta GUT - Gravidade, Urgência e Tendência**. 2014. Disponível em: <<https://www.pmp-tech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

TUTIKIAN, B. F. et al. Análise da trafegabilidade de rodovia segundo as manifestações patológicas nas placas de concreto: estudo de caso. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 11, n. 1, 2015.

VASCONCELOS, F. O. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado: estudo de caso**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). 71p. UFAL. Delmiro Gouveia, AL. 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.