

## ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES NO MUNICÍPIO DE TEUTÔNIA/RS

Rodolfo Luís Winkel, Rebeca Jéssica Schmitz

**Resumo:** Pontes são estruturas utilizadas há milhares de anos para conectar regiões, tendo importância social, econômica e cultural. Mesmo tendo aparência robusta, sofrem degradação e precisam ser vistoriadas para que as manifestações patológicas sejam identificadas, a fim de realizar as devidas intervenções. Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise das manifestações patológicas encontradas em pontes no município de Teutônia, Rio Grande do Sul. Assim, as cinco pontes selecionadas foram vistoriadas conforme a vistoria rotineira indicada pela norma NBR 9452 (ABNT, 2016), sendo efetuado relatório fotográfico e detalhamento das condições das pontes. Após a análise dos dados, foram classificadas em classe I, II, III, IV ou V para os parâmetros de funcionalidade, estrutura e durabilidade. Além disso, foram sugeridas soluções para as possíveis causas das manifestações patológicas encontradas, ressaltando a importância das manutenções executadas pelos órgãos públicos em pontes e vias da região, tendo em vista a segurança de todos que utilizam a via. As pontes 1 e 2 são pontes de madeira e encontram-se em elevado nível de degradação, o tabuleiro apresenta ataques de insetos, existência de fungos e líquens, o que em certos pontos gerou redução de seção. As pontes 3 e 5 são pontes em arco que foram alargadas com estruturas em concreto armado, nelas observa-se, principalmente, as ações da erosão do solo causado pela água. Sendo que na ponte 3 essa situação evoluiu para um recalque causando danos à estrutura do arco. Em relação à estrutura, apresentam problemas semelhantes (nichos de concretagem, armadura exposta), entretanto na ponte 3 as condições são mais desfavoráveis. Por fim, a ponte 4 construída em concreto apresenta danos devido à infiltração. A partir destes resultados, pode-se dizer que todas as pontes precisam de manutenção, entretanto, as mais urgentes são as pontes 1, 2 e 3.

**Palavras-chave:** Manifestações Patológicas; Pontes; Vistoria de Pontes.

### Introdução

Durante grande parte da história da humanidade a construção de pontes tem encantado muitas gerações com sua beleza estrutural e arquitetônica. Pontes são estruturas utilizadas há milhares de anos para conectar regiões e povos, tendo, assim, importância social, econômica e cultural, pois possibilitam a circulação de produtos, pessoas e dados. Entretanto, mesmo estruturas de

aparência tão robusta quanto às pontes sofrem intemperismo e desgaste ao longo dos anos, sem falar no gradual aumento de cargas transportadas sobre elas. Por este motivo, existe uma área da engenharia especializada em estudar as origens, formas de manifestação, causas e consequências das falhas de alguma estrutura, o que possibilita a escolha da melhor forma de intervenção para controlar e sanar as deficiências encontradas.

No Brasil, de acordo com Helene (1992), viadutos e pontes, em sua grande maioria, encontram-se fora das normas técnicas, pois devido à aparência robusta de uma OAE (Obra de Arte Especial), os programas de inspeção rotineira e manutenção preventiva normalmente acabam sendo subestimados, o que acarreta em grandes custos aos cofres públicos com o passar do tempo. Mesmo passados quase 30 anos das afirmações de Helene (1992), a realidade brasileira se mantém, exemplo disto, é ruptura parcial do viaduto na Marginal Pinheiros em São Paulo em novembro de 2018.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as manifestações patológicas em pontes de pequeno e médio porte das vias urbanas e rurais do município de Teutônia (RS).

### **Procedimentos metodológicos**

A região de estudo está localizada no município de Teutônia, no estado do Rio Grande do Sul, o qual possui seis bairros, com população estimada em 32.676 habitantes (IBGE, 2018). A economia do município é a segunda maior entre os 39 municípios filiados à Associação dos Municípios do Vale do Taquari (AMVAT), e baseia-se, principalmente, no setor agrícola e na indústria alimentícia (TEUTÔNIA, 2019). O município se localiza no Vale do Rio Taquari, possuindo diversos arroios e afluentes, por este motivo conta com diversas pontes de pequenos vãos que possibilitam a interligação entre bairros e vilas, encurtando caminhos para o escoamento da produção.

Dentre as pontes existentes, foram selecionadas 5 para realização de vistoria rotineira e após foi feita análise dos dados a fim de traçar possíveis diagnósticos e intervenções. Em se tratando da seleção das pontes, foram visitas algumas sendo selecionadas as que teriam fácil acesso para inspeção, tanto da superestrutura quanto da mesoestrutura e encontros, de modo a evitar o uso de equipamentos sofisticados. O uso de equipamentos de alpinismo e/ou drones era um fator limitante neste trabalho. A seguir estão listadas as pontes selecionadas:

- a) Ponte 1 responsável por interligar a localidade de Linha Frank (Westfália) ao Bairro Boa Vista (Teutônia), coordenadas 6740752.00m S e 425480.00m E;
- b) Ponte 2 localizada no bairro Languiru sobre o arroio Boa Vista coordenadas 6739878.57 m S e 423197.60 m E;

- c) Ponte 3 localizada no bairro Teutônia sobre o arroio Schmidt coordenadas 6741282.00 m S e 421881.00 m E;
- d) Ponte 4 localizada no bairro Teutônia sobre o arroio Harmonia, coordenadas 6742225.28 m S e 423275.92 m E;
- e) Ponte 5 localizada no bairro Teutônia sobre o arroio Schmidt, assim como a ponte 03, faz parte da rua Daltro Filho, coordenadas 6740687.00 m S e 421873.00 m E.

Para execução das vistorias foi elaborado um checklist baseado nos itens da ficha de vistoria rotineira a fim de esmiuçar estes itens e criar um formato de rascunho padrão facilitando as anotações no momento da vistoria. Ao final das vistorias das pontes foi feito o preenchimento dos laudos de vistoria rotineira, disponíveis na NBR 9452 (ABNT, 2016). Para a elaboração desses laudos, é necessário um conjunto de documentos e informações da OAE em estudo, que são referentes a vistoria em si e a dados cadastrais da ponte em análise. A fim de obter estes dados cadastrais e conhecer as manutenções executadas anteriores a data de execução das vistorias rotineiras deste trabalho, os setores de fiscalização e engenharia da Prefeitura municipal de Teutônia, órgãos responsáveis pela manutenção das OAE, foram contatados. Entretanto, a Prefeitura Municipal de Teutônia não disponibilizou registros de manutenções e vistorias nas OAE. Entende-se que a jurisdição das OAE é algo amplamente discutido entre os órgãos que teriam competência para executar as manutenções como as prefeituras municipais e órgãos estaduais (DAER) e federais (DNIT), visto que a maioria dos recursos para a construção das OAE acaba por vir desses setores.

Durante as vistorias, foi necessária a utilização de alguns equipamentos, tais como: trena laser, fissurômetro, máquina fotográfica. Em relação especificamente às fissuras, quando identificadas fissuras que fossem classificadas como fenda ou brecha estas foram submetidas a um controle de fissuras ativas: revestir com uma tarja de gesso e após alguns dias verificar a condição da tarja. Este tipo de experimento é muito comum pois é de crucial importância saber se a causa da manifestação patológica ainda está ativa.

O diagnóstico dos problemas foi feito pela análise das manifestações patológicas encontradas, buscando interpretar a fonte dos danos através de comparações com casos já existentes em revisões bibliográficas. Além disso, foram sugeridas intervenções como possíveis soluções para os causadores das manifestações verificadas. A saber, as vistorias foram realizadas nos meses de setembro e outubro de 2019.

## **Ponte 1**

A Figura 1 apresenta duas vistas da ponte construída sobre o arroio Boa Vista, que é dividida em dois vãos apoiados nas extremidades em encontros e, no centro, no pilar, sendo estes elementos em alvenaria de pedra. O tabuleiro

em madeira tem largura de 4,95 m e cobre um vão total de 11,98m, possui espessura de 10 cm e é sustentado por 4 vigas com diâmetro de 47cm.

Figura 1 – Ponte 1 a) vista superior; b) vista inferior



Sobre esta OAE, trafegam constantemente caminhões para escoamento da produção agrícola e pecuária da região, por ser o menor trajeto entre dois grandes frigoríficos do município. Entretanto devido às más condições da ponte foi estipulado o limite de carga de 23 toneladas para os veículos que transitam nesta via, o qual não é controlado por nenhuma medida.

Devido a via ser vicinal e possuir um tráfego de pedestres muito pequeno não há a necessidade de passeios, porém, a ausência destes componentes causa um desconforto aos usuários, que ao trafegar na pista disputam espaço com os pedestres.

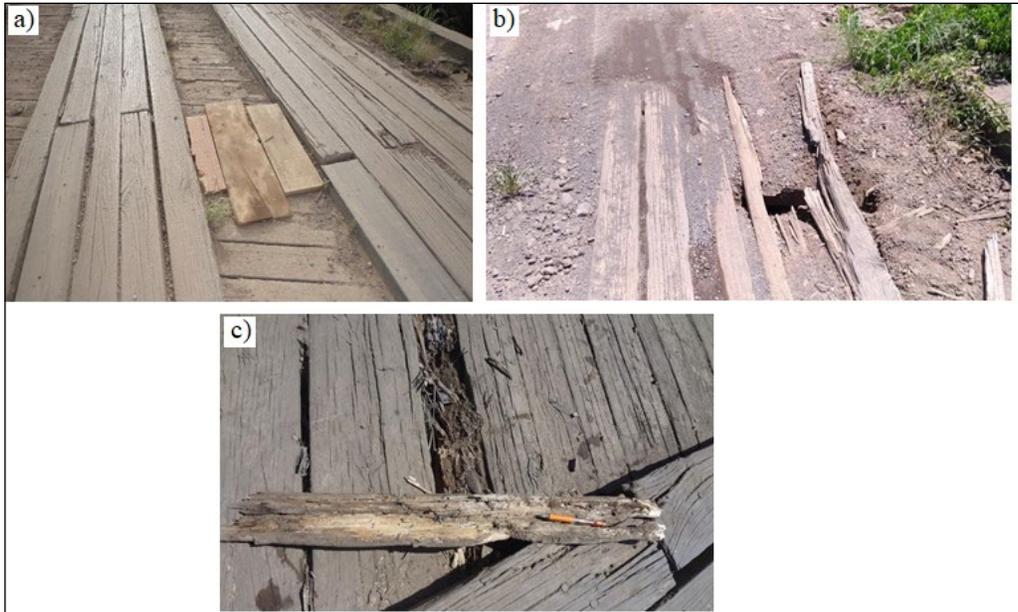
Não existe também iluminação pública, ou qualquer sinalização vertical ou horizontal que direcione o usuário ao seu trajeto, isto causa uma insegurança ao usuário e está em desacordo com a normativa do DNIT (1996). Além disto, o nível da cheia sobrepõe a ponte em épocas chuvosas causando a interrupção do tráfego. Portanto, no quesito de funcionalidade a ponte é classificada com nota 2 ou seja ruim, pois apresenta visibilidade reduzida a qual acarreta riscos ao usuário e requer intervenções de curto prazo para solucionar este problema.

Em se tratando da questão estrutural e da durabilidade da ponte 1, vê-se que o tabuleiro, assim como os componentes metálicos que fazem parte deste, apresentam sinais de desgaste por abrasão decorrente do tráfego. Na Figura 1, destaca-se em vermelho um buraco na pista decorrente do avançado nível de apodrecimento da madeira do tabuleiro. Em certos pontos, Figura 2a, existem reparos recentes no tabuleiro justamente para selar outros buracos, mas estes reparos não representam uma melhora significativa, sendo apenas uma solução de curto prazo.

Na Figura 2b percebe-se o esmagamento da madeira do tabuleiro devido ao excesso de carga, o mesmo foi relatado por HAACK (2015). Nas vigas e

na parte inferior do tabuleiro é possível encontrar insetos, líquens e fungos na madeira, os quais causam o apodrecimento e perda de resistência (Figura 2c). Além disso, é possível verificar fissuras longitudinais nas vigas, que são decorrentes da expansão e retração da madeira assim como demonstrado em BRITO (2014).

Figura 2 – Tabuleiro da Ponte 1 a) reparos; b) região rompida c) apodrecimento



Devido à cheia do arroio Boa Vista sobrepor a ponte, o tabuleiro foi fixado à estrutura por cabos de aço, os quais se encontram entalhados dentro do pilar central, conforme mostra a Figura 3a. Esse tipo de solução é de baixo custo e efetiva, porém não é aconselhável sua execução, devido à existência de métodos mais seguros para tal. Em se tratando dos pilares e encontros não se observa nenhum dano estrutural, há presença de vegetação e líquens crescendo junto a alvenaria conforme mostra a Figura 3b. Entretanto, na base do encontro evidencia-se o início do processo de erosão da junta de assentamento dos blocos.

Figura 3 – a) fixação do tabuleiro na mesoestrutura; b) vegetação nos encontros



Ao final da análise dos dados fica estipulado no quesito estrutura nota 2, pois apresenta danos estruturais como a deformação excessiva das vigas que pode evoluir e levar ao colapso da estrutura. No quesito durabilidade a situação encontra-se em estado crítico, levando a ponte a receber a nota 2, justificado pelo apodrecimento em estado avançado. Devido a atual situação de desgaste da ponte e pelo fato de ser em madeira, a recuperação exigiria altos custos tornando a substituição do tabuleiro por um de concreto armado ou de aço menos onerosa. Felizmente, já existe um projeto em parceria com ambas as prefeituras dos municípios de Teutônia e Westfália para a substituição da OAE (DRIEMEYER, 2019).

## Ponte 2

A ponte da Figura 4 é localizada no bairro Languiru e é o acesso a uma indústria madeireira que despacha parte de sua produção sobre esta OAE. O tabuleiro, que cobre o vão livre de 11,15m, é sustentado por 5 vigas de madeira com 33 cm de diâmetro. Nas extremidades, os apoios são encontros em alvenaria de pedras sobre fundações em concreto armado.

Figura 4 – Ponte 2 a) vista superior; b) vista inferior

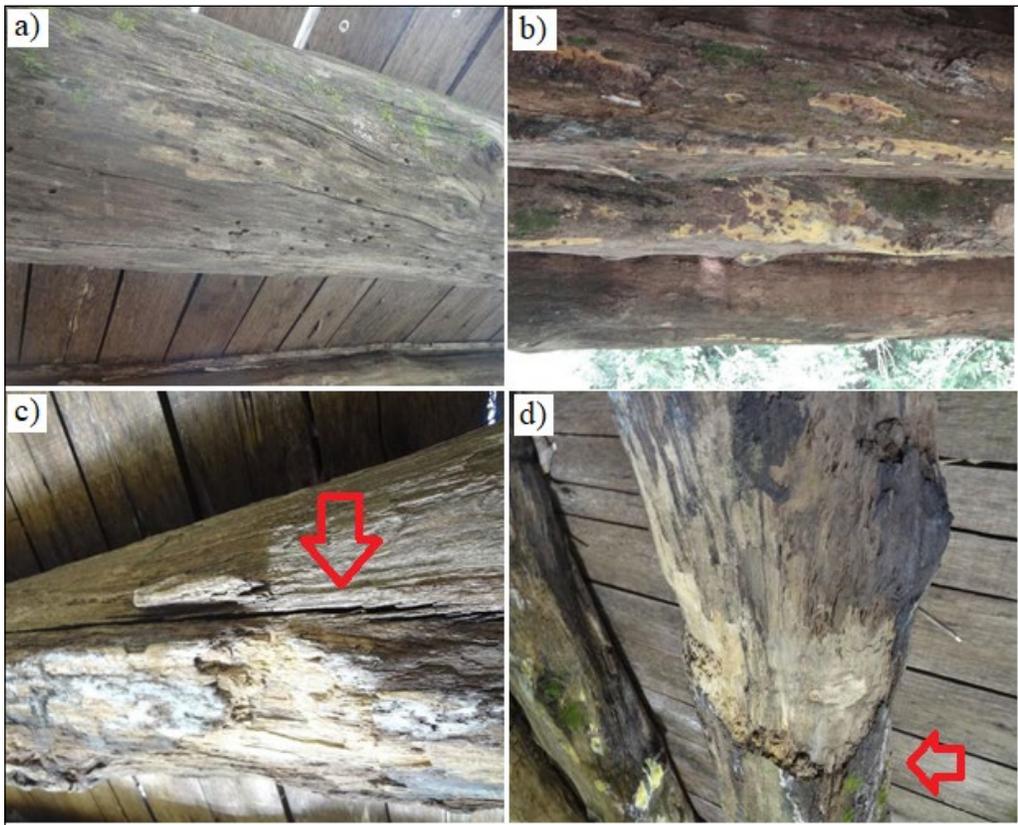


Assim como a ponte 1, esta está localizada em uma via vicinal da cidade, não havendo a necessidade de passeios devido ao baixo fluxo de pedestres, entretanto, como citado anteriormente a ausência de sinalização vertical causa desconforto e perigo ao usuário. Deste modo, no quesito funcionalidade, a ponte fica classificada da mesma forma que a anterior com nota 2.

Avaliando os quesitos de durabilidade e a estrutura, verifica-se que as vigas do tabuleiro apresentam:

- a) infestação de insetos, caracterizada pelos buracos na madeira onde estes se abrigam (Figura 5a);
- b) presença de fungos e musgo, gerando retenção de umidade e levando ao apodrecimento da madeira (Figura 5b);
- c) fissuras geradas pela dilatação e retração térmica, diminuindo a resistência e servindo de porta de entrada para a ocorrência de outras manifestações patológicas (Figura 5c);
- d) redução da seção de uma das vigas, o que reduz a resistência podendo culminar na ruína da estrutura.

Figura 5 – Tabuleiro da Ponte 2 a) infestação de insetos; b) presença de fungos e musgos; c) fissuras devido a dilatação térmica; d) redução de seção da viga



Em se tratando dos encontros, a Figura 6 demonstra que durante a vistoria (10 de outubro de 2019) havia acúmulo de detritos contra o tabuleiro, essa retenção gera uma sobrecarga na ponte.

Figura 6 – Acúmulo de materiais junto aos encontros



Já na outra margem observou-se a evolução da erosão abaixo da base de concreto armado, a Figura 7a é de 30 de março de 2019 (dia da visita para definição das pontes a serem vistoriadas) e a Figura 7b é do mesmo ponto em 10 de outubro de 2019 (dia da vistoria rotineira). A figura também indica significativa variação no nível da água, provável causa do processo de erosão.

Figura 7 – Erosão na base da fundação



Observa-se a presença de vegetação e líquens ao longo dos dois encontros. Verificou-se pontos com nichos de concretagem devido má vibração do concreto, além da armadura exposta, falta de cobertura mínimo, causada pela ausência de espaçadores.

Devido ao que foi exposto, considera-se que a nota final no quesito estrutural é 2 e no quesito durabilidade 1. Em se tratando de soluções para os problemas encontrados, assim como para a ponte 1, o tratamento das causas das manifestações patológicas acarretaria em um custo superior ao da substituição da estrutura desta ponte. Entretanto, considerando a necessidade de uma intervenção imediata por parte do órgão responsável, como ação emergencial, deveria ser indicada carga máxima, a fim de prevenir acidentes.

### Ponte 3

A Figura 8 apresenta a ponte 3, que possui vão livre de 5,65 m (vão total 6,15m), por isso, pode ser denominada como pontilhão. A estrutura original é um arco de alvenaria de pedras, datado de 1912, e de acordo com consulta popular, o alargamento da faixa de rolamento, executado em laje de concreto armado, foi concluído em 1994. A ponte possui duas faixas sendo que cada uma tem 3,55m de largura. A via em questão é um dos principais pontos de circulação de pedestres da cidade para realização de exercícios físicos, tais como caminhadas e ciclismo e é responsável por interligar dois bairros do município.

Figura 8 – Ponte 3 a) vista superior; b) vista inferior



O passeio presente na OAE está na continuidade de uma ciclovia, não existindo outra região de passeio, esta possui circulação de pedestres e ciclistas, e possui 1,45 m de largura. De acordo com a norma do DNIT (1996) é insuficiente, sendo a largura mínima recomendável 1,50 m para passeios predominantemente de pedestres, e de 3,00 m para passeios e ciclovias em conjunto. Em relação aos guarda corpos, a Figura 9a mostra parte do guarda-corpo em concreto com perda de seção, eles possuem 80 cm de altura, sendo insuficiente de acordo com o manual do DNIT (1996), o qual propõe guarda-corpos com alturas variando entre 90 e 100 cm.

Ainda em relação a segurança e funcionalidade, na Figura 9b percebe-se o acúmulo de água na pista. Constatou-se que a declividade da faixa de rolamento é de 5,35%, valor acima do solicitado no manual do DNIT (1996), entretanto a ausência de buzínates acaba por reter a água.

Figura 9 – a) guarda corpo em concreto com perda de seção; b) acúmulo de água na pista



A iluminação vertical existente na via é de boa qualidade e proporciona uma visibilidade adequada da pista, diferente da sinalização horizontal, que

apresenta desgaste e possui reflexão insuficiente. As tachinhas de centro de pistas estão afundadas no pavimento devido ao tráfego. O pavimento asfáltico apresenta início de desgaste por abrasão. Através do que foi relatado, no quesito funcionalidade, a ponte fica classificada com nota 3.

A principal manifestação patológica encontrada é o deslocamento de alguns blocos da estrutura do arco apresentado na Figura 10. A causa do deslocamento é desconhecida, devido à dificuldade de acesso aos registros públicos, foram levantadas duas hipóteses, a primeira é que devido ao nível da cheia do rio ser superior ao da ponte, durante estas inundações parte do arco tenha se desprendido da OAE como em outros casos (MATTANA, 2019). Outra hipótese é que devido a existência de grande erosão, esta tenha progredido a ponto de gerar um recalque diferencial na estrutura, criando tensões nas peças do arco levando a fissuração. Fato é que o sistema estrutural de arcos converte todos as cargas em esforços de compressão entre as peças de alvenaria, assim sendo, quando parte do arco é deslocado do conjunto, este entra em um estado crítico sendo necessária a intervenção imediata.

A fissura no arco pode ser classificada como brecha pois possui pontos onde supera os 10mm, sobre ela foi aplicada a camada de gesso. Após 20 dias a tarja de gesso encontrava-se sem fissuras e sem se desprender de qualquer face da brecha, isto indica que a fissura está estável. Vale ressaltar que o tráfego de veículos pesados, pode gerar vibrações na ponte que poderiam ocasionar a ruptura da tarja de gesso, sendo assim, o não rompimento do gesso pode indicar rigidez da ponte.

Figura 10 – a) erosão da junta de assentamento na base do arco b) fissura ao longo do arco c) zoom da fissura ao longo do arco, com gesso para monitoramento



A laje em concreto armado, região ampliada, apresenta menos danos, sendo verificada malha de aço exposta devido à falta de espaçadores no fundo das formas durante a concretagem.

Os encontros são construídos com alvenaria de pedras em ambas as extremidades e nos dois existe o crescimento de vegetação e líquens. Destaca-se que em parte do encontro da ampliação, as pedras foram assentadas sem a utilização de argamassa. A ausência de argamassa reduz a capacidade de

absorção de esforços da alvenaria, além de provocar a erosão do solo atrás do encontro, durante o período de cheia.

Devido à falta de dados é de difícil interpretação a situação desta OAE, sendo assim, devido ao monitoramento das fissuras trazer resultados positivos as notas de durabilidade e estrutural desta ponte são iguais a 3. Em relação ao arco, sugere-se que seja feita uma vistoria especial. A região da laje com armadura exposta, como ainda não demonstra perda de seção, deve ser coberta com argamassa de alta resistência. Em relação à drenagem da via, sugere-se a instalação de buzinetes.

#### Ponte 4

Na Figura 11 pode-se observar a ponte 4, esconsa e com estrutura em concreto armado, de acordo com consulta popular, foi concluída em meados de 1990. A superestrutura é composta por 7 vigas de 50 x 40 cm sendo que a laje possui 30 cm de espessura, cobrindo um vão livre de 8,40 m, assim, pode ser denominada como pontilhão.

Figura 11 – Ponte 4 a) vista superior; b) vista inferior



O pontilhão possui duas faixas de 3,15 m de largura, uma ciclovia de 1,05m um e passeio de 1,05m. Entretanto apesar de haver passeio na ponte, não há passeio no restante da via, pois o tráfego de pedestres na região é pequeno. A ciclovia segue do bairro Teutônia a Westfália está em desacordo com a normativa do DNIT (1996), a qual recomenda 1,5 m de largura para ciclovias e passeios. Já os guarda-corpos, possuem altura de 82,5 cm que é insuficiente conforme o DNIT (1996), além disso, apesar de serem em concreto armado, apresentam deslocamento do concreto devido a intensa corrosão em sua base.

Além disso o acúmulo de detritos sobre o tabuleiro causa dificuldade de identificação da sinalização horizontal, que está em mal estado de conservação. Por outro lado, por se situar em uma região urbanizada, existe iluminação sobre a ponte. Quanto à drenagem, é verificado caimento superior a 2% não

existindo buzinetes, e apesar de não ter sido verificado acúmulo de água na pista observou-se infiltração na estrutura.

Assim sendo, no quesito funcionalidade, a ponte recebe nota 4.

O tabuleiro não possui revestimento asfáltico, e o concreto apresenta início de desgaste por abrasão. Já a via, possui pavimento asfáltico e o mesmo avança sobre a junta no acesso à ponte, por isso, nessa região o pavimento está fissurado conforme pode ser observado na Figura 12a. Além das juntas nos acessos da ponte, existe uma junta longitudinal marcada em vermelho na Figura 12a e apresentada em detalhe na Figura 12b. Essa junta não está selada adequadamente, de forma que por ela infiltra água na estrutura, isso pode ser verificado na Figura 12c que apresenta uma vista da parte inferior. Nessa região, existe armadura aparentes, e em grande parte tem-se o inchaço do concreto, entende-se que nessa região a armadura já está em processo de corrosão e quando expandir irá romper o concreto, acelerando ainda mais sua corrosão.

Figura 12 – Juntas a) acesso a ponte; b) longitudinal; c) infiltração ao longo da junta longitudinal



Avaliando os elementos em concreto armado observam-se diversas manifestações patológicas: nichos de concretagem (Figura 13a) e armaduras aparentes em processo de corrosão (Figura 13 b e c).

Figura 13 – a) nichos de concretagem; b) estribos aparentes; c) armadura longitudinal aparente



Na Figura 14a, pode-se observar os encontros em alvenaria de pedra, como em outras pontes, tem-se a erosão que em certos pontos levou ao desprendimento de blocos. Também se verifica a presença de vegetação e líquens em ambos os encontros, e na região onde a água infiltra pela junta, tem-se os fenômenos de lixiviação e eflorescência ocorrendo sobre a alvenaria de pedras. Por fim, em ambos os encontros foram identificadas fissuras classificadas como brechas, nas quais foi aplicado gesso e após 20 dias, não ocorreu fissuração do mesmo.

Figura 14 – Encontros a) desprendimento de blocos de pedra; b) fenda com aplicação de gesso



Com isso, no quesito de durabilidade, a ponte fica com nota 3, pois apresenta muitas anomalias, que comprometem sua vida útil mesmo em região de baixa agressividade ambiental. Já a estrutura recebe nota 3, pois há danos que atualmente não indicam risco iminente, entretanto, a evolução deles pode levar ao colapso estrutural, por isso é necessário intervenções significativas a curto prazo. Sugere-se a limpeza das juntas e uso de material selante que evite a infiltração, após isto, pode-se aplicar tratamentos específicos nas regiões com armadura aparente.

### Ponte 5

A ponte 5 apresentada na Figura 15 se localiza na mesma via da ponte 3, tendo característica muitas semelhantes por ter sido construída e ampliada nos mesmos períodos: estrutura inicial em arco de alvenaria de pedras e para o alargamento foram adicionadas 4 vigas retangulares com dimensões 40x60cm. Por ser esconsa cobre vãos de tamanhos diferentes, na região do arco, 9,90m e na de concreto, 7,95m. A pista de rolamento possui duas faixas de 3,61 m, de duplo sentido, além disso, possui passeio de 1,8m e ciclovia de 1,5m. Estas medidas estão de acordo com o DNIT (1996).

Figura 15 – Ponte 5 a) vista superior; b) vista inferior



De acordo com consulta popular, inicialmente a via possuía pavimentação com blocos de basalto, e não havia revestimento sobre a laje da ponte, sendo que em meados de 2008, ocorreu a pavimentação asfáltica do trajeto. Atualmente, o concreto asfáltico apresenta os primeiros sinais da formação de manifestações patológicas, com a presença de trincas e desgaste por abrasão (Figura 16a).

Outra informação fornecida pela população é que o nível da cheia atinge o tabuleiro durante as épocas de chuvas intensas, havendo casos onde a ponte ficou submersa. Em relação à drenagem da via, a Figura 16b mostra que a água da chuva fica retida sobre a pista, foi constatado que a inclinação transversal de 2 % foi atendida, entretanto não há buzínates.

Os guarda corpos são parte em madeira e parte em concreto armado possuindo 80cm de altura, porém são os mesmos de antes da pavimentação da via e da edificação dos passeios, assim, com a construção dos passeios, a altura dos guarda-corpos passou a ser de 50cm, altura muito abaixo da especificada pelo DNIT (1996). Vale destacar também que a resistência a impactos dos guarda corpos de madeira é considerada insuficiente, e os guarda rodas em concreto apresentam deslocamento e corrosão da armadura (Figura 16 c).

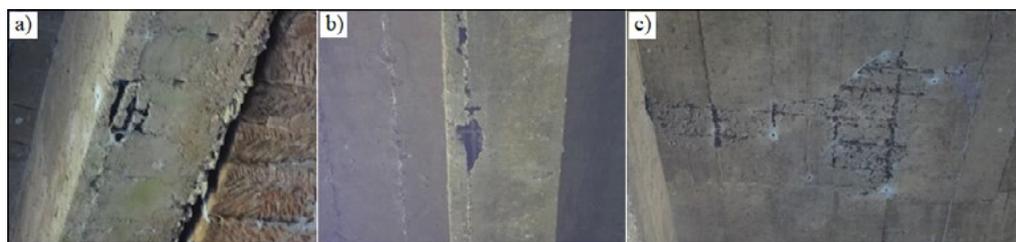
Figura 16 – a) trinca e desgaste do pavimento asfáltico; b) acúmulo de água sobre a pista; c) deslocamento do concreto do guarda-corpo



A sinalização da via está em péssimo estado, sendo que a pintura de sinalização perdeu as propriedades reflexivas, e não existem tachinhas. Visto isso, a nota no quesito de funcionalidade é 3.

Em relação aos quesitos estrutural e durabilidade, destacam-se manifestações patológicas na região em concreto: nichos de concretagem (Figura 17 a e b) e armadura aparente em processo de corrosão (Figura 17c). Já a região do arco apresenta apenas fungos e líquens, mas não aparente nenhum dano.

Figura 17 – Manifestações patológicas nos elementos em concreto a), b) nichos de concretagem; c) armadura exposta



Em se tratando dos encontros, verificam-se pontos de erosão das juntas de assentamento e dos blocos de pedra próximo ao nível da água no trecho do arco. Há também pontos de eflorescência e lixiviação devido à retenção de umidade na alvenaria como pode ser visto na Figura 18. Ainda na Figura 18, pode-se observar um dos encontros, em que foi feito reforço em concreto, no qual se verifica armadura aparente. Entretanto não se sabe o motivo deste reforço pela dificuldade de acesso aos registros da ponte.

Figura 18 – Encontro reforçado no trecho de ampliação



Com isso, no quesito estrutural e de durabilidade a ponte foi avaliada com nota 4. A ponte precisaria de tratamentos na região ampliada devido aos

erros de execução, os quais podem ser corrigidos com facilidade. Entretanto, no quesito funcionalidade, compromete a segurança do usuário, sendo necessário adequação dos guarda rodas e sinalização.

## **Conclusão**

O presente trabalho teve como objetivo geral apresentar uma análise das manifestações patológicas em pontes de vias urbanas e rurais do município de Teutônia/RS. Para isto, foram selecionadas cinco pontes de jurisdição municipal e em seguida feita a vistoria rotineira.

As pontes 1 e 2 são pontes em madeira e se encontram em avançado grau de deterioração, sendo as mais em estado mais crítico, sugere-se limitação do tráfego e construção de nova travessia. As pontes 3 e 5 são pontes em arco que foram reformadas tendo alargamento da pista com uma estrutura em concreto armado. Estas pontes apresentam erosão na sua base em decorrência do fluxo d'água, destaca-se a ponte 3 que o avanço do processo erosivo resultou em um provável recalque diferencial do arco. Por final, a ponte 4 edificada em concreto armado, tem como principal manifestação patológica a infiltração que percola pelo tabuleiro e recai sobre as vigas, causando nestas a corrosão das armaduras, a qual avançou para o rompimento do concreto em decorrência das tensões internas geradas pelo processo corrosivo.

Cabe destacar duas dificuldades enfrentadas neste trabalho, primeiramente, entende-se que a experiência do engenheiro influencia diretamente na vistoria e na atribuição das notas. Outra questão, é a falta ou dificuldade de acesso aos dados dos órgãos responsáveis, pois como mostrado anteriormente não se sabe a causa ou o momento de início dos danos observados nas estruturas.

## **Referências**

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9452. Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2016.

BRITO, L. D. Patologia em estruturas de madeira: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação. 2014. 502 f. Tese (Doutor em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Manual de projeto de obras-de-arte especiais, 1996. disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/698\\_manual\\_de\\_projeto\\_de\\_obras\\_de\\_arte\\_especiais.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/698_manual_de_projeto_de_obras_de_arte_especiais.pdf)> Acessado em: 04/09/2019.

DRIEMEYER, P. Westfália e Teutônia firmam parceria para construção de ponte. Disponível em: <<http://www.teutonia.rs.gov.br/noticias/westfalia-e-teutonia-firmam-parceria-para-construcao-de-ponte/>>. Acessado em: 18/09/2019

HAACK, M. Aplicação de técnicas de inspeção em pontes de madeira do município de Cunha Porã – SC. 2015. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Departamento Acadêmico de Construção Civil Curso de Engenharia Civil, Pato Branco.

HELENE, P. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo, Pini Editora, 1992.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente. Teutônia, 1 de julho de 2018.

MATTANA, B. Com problemas desde 2013, ponte da RS-020 deve ficar pronta em agosto. 2019. Diário de Canoas. disponível em: <[https://www.diariodecanoas.com.br/\\_conteudo/noticias/regiao/2019/04/2399288-com-problemas-desde-2013--ponte-da-rs-020-deve-ficar-pronta-em-agosto.html](https://www.diariodecanoas.com.br/_conteudo/noticias/regiao/2019/04/2399288-com-problemas-desde-2013--ponte-da-rs-020-deve-ficar-pronta-em-agosto.html)> Acessado em: 14/09/2019.

TEUTÔNIA, A Capital Nacional do Canto Coral. 2019. Disponível em: <<https://www.teutonia.rs.gov.br/o-municipio/>>, Acesso em: 30 mar. 2019.