

MAPEAMENTO DE TAMPÕES E GRELHAS: FOCO NO PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

VIANA, Fernando Gonçalves¹
MAGDALENA, Rafael Augusto Valentim da Cruz²
Universidade São Francisco
engenheiro@vandex.com

¹ Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba;

² Professor Orientador Mestre, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo. Vias públicas acessíveis e seguras são um direito assegurado, porém distante da realidade da maioria dos espaços públicos urbanos, as condições inadequadas das vias contam com significativa contribuição dos tampões, grelhas e suas instalações, onde nas falhas estruturais, desnível em relação ao piso adjacente, assentamento irregular de tampões ou grelhas entre outras irregularidades frequentes, reside a importância deste estudo. Este estudo através de inspeção visual com o auxílio do Google *Street View*, observações em campo, pesquisas bibliográficas e pesquisas documentais, mapeou os tampões e grelhas da Avenida das Amoreiras, em Campinas, identificando não conformidades em tampões, grelhas e suas instalações, fornecendo uma amostragem representativa da situação no município, dada a extensão da via e diversidade de bairros que percorre, e permitindo a construção de um procedimento de inspeção capaz de evitar as não conformidades observadas e potenciais obstáculos à eficiência das instalações, o estudo identificou quantidade elevada de não conformidades com potenciais riscos à segurança da população, constituindo um alerta sobre a necessidade de ações corretivas e preventivas.

Palavras-chave: Boca de lobo, Bueiro, Elementos Urbanos, Sumidouro, Tampa, Telar.

Introdução

A primeira vista, tampões e grelhas podem passar despercebidos pela paisagem urbana, justamente por isso são negligenciados com frequência, impedindo sua adequada aplicação e expondo os usuários da via a riscos potenciais, incluindo acidentes fatais.

Para efeito deste estudo definimos grelha como uma peça colocada em cima de um sumidouro, que permite o escoamento das águas pluviais, com estrutura adequada a sustentação do trânsito sobre sua superfície superior e adequada distribuição das tensões mecânicas nas estruturas na qual encontra-se engastada; nesse contexto "sumidouro é uma câmara destinada a receber e conduzir as águas pluviais para a rede coletora" (ABNT NBR 10160, 2005, p. 2); já o tampão é o conjunto constituído por, no mínimo, tampa e aro (telar), destinado ao fechamento de poço de inspeção ou similar, sustentação do trânsito sobre sua superfície superior e adequada distribuição das tensões mecânicas nas estruturas na qual encontra-se engastado.

Tampões e grelhas, quando inseridos em espaços públicos, são utilizados com a finalidade de auxiliar na prestação de serviços, deste modo são elementos urbanos. Os elementos urbanos são todos os objetos em diferentes escalas, componentes da paisagem urbana, implantados no espaço público com a finalidade de auxiliar na prestação de serviços, na segurança, na orientação e no conforto dos usuários (JOHN, REIS, 2010 *apud* ECKER, 2020, p. 107).

Como elementos urbanos, tampões e grelhas fazem parte da história da urbanização brasileira, que por vezes nos faz pensar em uma urbanização sem qualquer planejamento, contudo neste sentido, AZERERO (2019) apresenta a ideia de um planejamento incapaz de acompanhar o crescimento da população, podendo ser pensado em fases e, por vezes, sem foco no uso e ocupação do território urbano de forma eficiente e sustentável.

Em paralelo as falhas no planejamento urbano, as mudanças tecnológicas historicamente fizeram do planejamento urbano, no que tange as vias públicas, um desafio; com vias praticamente sem qualquer estrutura de microdrenagem, água, esgoto ou eletricidade a cerca de 200 anos, Campinas teve em 1880 um primeiro projeto de abastecimento de água e esgoto (Contador, 2014, p. 47), as linhas telefônicas chegam a Campinas em 1884 (Prefeitura Municipal de Campinas, 2006), e ainda por volta de 1930 os sistema de aguas pluviais e afastamento de esgotos de Campinas não eram separados (Contador, 2014, p. 71), fazendo do ambiente urbano pouco previsível frente as constantes mudanças.

Mudanças em tecnologias, como os tipos de tubulações disponíveis, mudanças nos sistemas de distribuição de água, energia, afastamento de esgoto, telefonia ou drenagem, trazem novos fatores a se pensar no planejamento urbano, e na forma de uso dos tampões e grelhas.

Avançando aos dias atuais, no Brasil tampões e grelhas são predominantemente utilizados na microdrenagem, coleta e afastamento de esgoto, redes de distribuição de água para abastecimento público e em menor número em caixas de passagem elétricas, instalações elétricas subterrâneas, galerias técnicas, gás e na telefonia.

Com instalações frequentemente inadequadas, com tampões e grelhas rebaixados devido a camadas de recapeamento, instalações incorretas, produtos construídos sem a observância à requisitos normativos e até mesmo o furto de tampões e grelhas, acidentes são comuns, ferindo pedestres e danificando veículos, como no caso de um ônibus danificado ao passar por uma grelha na Avenida João Jorge em Campinas (CBN Campinas, 2023), causando acidentes fatais, como no caso ocorrido em Goiânia, onde uma motociclista faleceu após um acidente envolvendo um tampão desnivelado (Cavalcanti, 2023), entre diversos outros acidentes, que infelizmente são frequentemente pauta dos noticiários, evidenciado os perigos a população.

Quanto aos tipos de tampões, a nível mundial temos tampões circulares, quadrados ou retangulares, entre diversa formas possíveis, com tampas removíveis ou articuladas, estanques ou com orifícios de ventilação, com ou sem sistemas de travas – dispositivo utilizado para manter a tampa fechada, com sistema de fechamento por massa inercial – a própria massa da tampa mantém a peça no alojamento, com ou sem apoio elástico, modulares, com ou sem sistemas de bloqueio de acesso, com ou sem sistemas antifurto, a prova de explosões e tampões que podem acompanhar a pavimentação asfáltica nos casos de elevação da superfície da via por recapeamento; já as grelhas podem ter os mesmo tipos dos tampões citados exceto pelos sistemas a prova de explosão, não aplicáveis a grelhas, e podem ter cestos de retenção destinados a reter resíduos que entram através das grelhas, contudo as soluções disponível no mercado nacional são bem menos diversificadas.

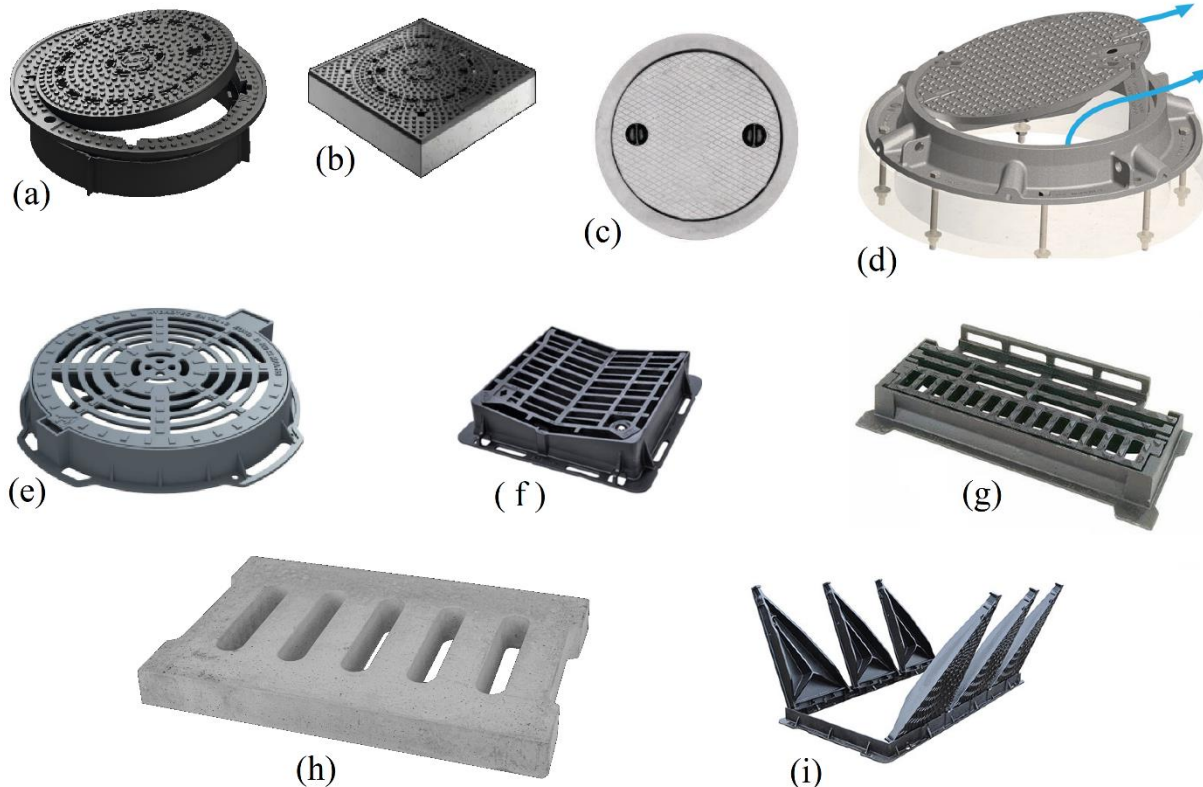


Figura 1 - Tipos de Tampões e Grelhas: (a) Tampão que pode acompanhar a superfície da repavimentação (Fonte: ACO). (b) Tampão quadrado (Fonte: ACO). (c) Tampão de concreto (Fonte: Exporters India). (d) Tampão à prova de explosão (Fonte: EJ). (e) Grelha circular (Fonte: Hidrotec). (f) Grelha para canaleta central de escoamento (Fonte: Saint-Gobain). (g) Grelha para boca de lobo (Fonte: Saint-Gobain). (h) Grelha de concreto (Fonte: Art Traço). (i) Tampão modular (Fonte: Saint-Gobain).

Quanto aos materiais de construção de tampões e grelhas, o mais usual é o ferro fundido, mas podem ser produzidos dos mais diversos materiais, aço, ligas de alumínio, materiais compósitos como o concreto com fibra de polipropileno, polipropileno, polietileno e PVC-U, com a observação de que tampões plásticos de acordo com a maioria das normas internacionais são limitados a aplicações com menor solicitações mecânicas, como áreas de passagem exclusiva de pedestres, calçadas ou estacionamentos devido principalmente à baixa resistência a abrasão e impacto do envelhecimento nas propriedades mecânicas dos polímeros.

Assim, os tampões e grelhas são elementos recentes na paisagem urbana nacional, elementos pertencentes a infraestrutura das cidades e que auxiliam na prestação de serviços fundamentais; conectam-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU), à medida que são parte indivisível dos serviços de abastecimento de água, saneamento e microdrenagem, também são importantes para a acessibilidade das cidades, sendo o tema conectado a cidadania e direitos do cidadão, e diante do cenário nacional, com pouca oferta de soluções pelos fabricantes, produtos inadequados e inseguros no mercado, instalações incorretas e falta de manutenção, trata-se de temática altamente relevante que impacta no dia a dia da população, justificando os esforços neste estudo.

Este estudo, através do mapeamento dos tampões e grelhas de uma via específica, a Avenida das Amoreiras em Campinas-SP, que devido à importância no trânsito da cidade foi escolhida como objeto de estudo, através de inspeção visual com o uso do *Google Street View*, observações em campo, pesquisas bibliográficas e pesquisas documentais, visa montar um panorama da atual situação dos elementos na via quanto ao atendimento a normas e legislação vigentes e produzir um procedimento de inspeção capaz de garantir a seleção,

especificação, projeto e instalação de tampões e grelhas em vias públicas de maneira a atingir os melhores resultados, com especial atenção a segurança das instalações, permitindo que empreendedores, prefeituras e órgãos das administrações tenham uma referência para composição de seus procedimentos.

Material e Métodos

No presente estudo o mapeamento dos tampões e grelhas na Avenida das Amoreiras ocorre pela representatividade da via como uma amostragem da situação no município. A avenida, que tem a origem de seu nome em uma plantação de pés de amora para a produção do bicho-da-seda em propriedade na via (EMDEC, 2011?), com aproximadamente 13 km, é a segunda maior avenida de Campinas, começando na Avenida João Jorge, no Centro, e terminando próximo à Rodovia dos Bandeirantes, passando por diversos bairros da cidade, como Parque Industrial, São Bernardo, Jardim do Lago, Vila Mimosa, Jardim Novo Campos Elíseos, Parque Itália e Jardim Paraíso Viracopos. Toda esta extensão faz com que a Amoreiras tenha situações muito distintas em uma única via, no início com instalações típicas de grandes centros urbanos, com muitas instalações com tampões e grelhas e principalmente trânsito intenso, em seu final apresenta-se como uma via típica de bairros mais afastados, sem semáforos, com menos tampões e grelhas e com trânsito de baixa intensidade.

A inspeção das condições dos tampões e grelhas da Avenida das Amoreiras foi realizada por meio do *Google Maps* e *Google Street View*, com a utilização de visualização 360°, visualização em diferentes datas, através do recurso “ver em mais datas”, e zoom para identificar e classificar as condições das instalações, onde o método apresenta as seguintes vantagens:

- Acessibilidade, pois a ferramenta é disponível a qualquer dispositivo com conexão à internet;
- Rapidez, devido a inspeção poder ser realizada em tempo reduzido se comparado a visita em campo com deslocamentos, necessidade de sinalização e apoio da EMDEC;
- Redução de custos com os deslocamentos e sinalização;
- Segurança, pois as inspeções em campo, em via arterial movimentada como a Avenida das Amoreiras, demanda prudente sinalização, o que não está disponível com facilidade;
- Possibilidade de estimativas de tempo devido ao registro fotográfico 360° estar disponível em diferentes datas, em alguns trechos da Avenida das Amoreiras o registro fotográfico foi atualizado duas vezes somente em 2023.

Em paralelo, observações em campo, transitando pela via e inspecionando *in loco* pontos críticos identificados através do *Street View*, observações mais precisas foram realizadas, permitindo a visualização de detalhes impossíveis de serem vistos através da resolução e pontos de vista disponibilizados no *Street View*, como soldas danificadas ou marcações do tampão ou grelha.

A inspeção remota limita as observações a variáveis qualitativas, contudo as inspeções em campo e revisão documental podem trazer parâmetros quantitativos, por tanto o estudo trata variáveis qualitativas e quantitativas.

Para suporte as inspeções, uma extensa pesquisa bibliográfica e documental foi necessária. Tampões e grelhas frequentemente possuem padronizações e exigências locais ou conforme aplicação, assim a pesquisa documental precisou avançar sobre legislação, manual de apresentação de projetos de microdrenagem, projetos técnicos e até mesmo editais de aquisição de tampões e grelhas para manutenção da Prefeitura Municipal de Campinas. O

tema possui pouca literatura nacional e inclusive parâmetros normativos para tampões e grelha de determinados materiais como aço, ligas de alumínio, concreto, PP, PE e PVC são encontrados apenas em normas internacionais, como a CE EN 124 e suas harmonizações, assim pesquisas à normas internacionais foram necessárias. Frente as ocorrências encontradas, mostrou-se relevante a pesquisa de notícias sobre ocorrências de acidentes com tampões e grelhas.






A pesquisa bibliográfica e documental iniciou-se antes das análises das instalações, pois trata-se do suporte técnico para a definição dos conceitos de conformidade.

A localização dos tampões e grelhas foi registrada em mapa, com o uso da ferramenta Google *My Maps*, que permite indicar as coordenadas do tampão ou grelha no mapa, incluindo descrições, título e fotos em cada ponto, sendo exibidos ao clicar, conforme visto na Figura 2. Foram utilizados os ícones de cada ponto indicado no mapa, de acordo com o tipo e instalação, conforme legenda vista na Tabela 1, gerando um mapa de fácil manipulação para a fase posterior, de análise das estruturas.



Figura 2 - Exemplo de visualização dos dados de cada ponto (Fonte: O autor)

Tabela 1 - Descrição dos ícones utilizados no mapa

Pictograma	Indicação
	Tampão com dimensão máxima igual ou inferior a 300 mm
	Tampão com dimensão máxima superiores a 300 mm
	Tampão retangular ou quadrado
	Sumidouro (grelha ou boca de lobo)
	Hidrante subterrâneo

Resultados e Discussão

O primeiro resultado da pesquisa documental, foi elencar a legislação pertinente e normas técnicas, que em seu conjunto constituem as bases para o projeto e instalação eficientes e seguros de tampões e grelhas, sendo:



- O Decreto Nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências, cita em mais de um ponto a obrigatoriedade de utilização das normas técnicas brasileiras vigentes sobre o tema;
- A ABNT NBR 9050:2020, acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, estabelece requisitos para tampões e grelhas nos itens 6.3.5 e 6.3.6;
- A ABNT NBR 10160:2005 – Tampões e grelhas ferro fundido dúctil;
- Na ausência de normas nacionais para tampões e grelhas de outros materiais a norma internacional de maior relevância sobre o tema, a mais utilizada e nacionalizada no mundo é a CE EN 124, base para a ABNT NBR 10160, possui requisitos principais, especialmente quanto a desempenho mecânico, iguais para tampões e grelhas de materiais concorrentes ao ferro fundido dúctil;
- Quanto a espaços confinados, situação frequente em estruturas com tampões, a ABNT NBR 16577:2017 – Espaço Confinado – Prevenção, Procedimentos e Medidas de Proteção, define um único requisito para tampões, a dimensão da abertura mínima para tampões destinados ao acesso de pessoas, que é de Ø600 mm;
- Por fim as estruturas de engaste devem seguir os requisitos da estrutura onde o tampão está instalado, a exemplo, a ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto, indica requisitos para calçadas e lajes dos tampões com laje.

Os requisitos normativos não são passíveis de resumo, sendo cada requisito indicado em norma, necessário aos tampões, grelhas e suas estruturas, desse modo, apresentaremos os requisitos conforme o desenvolvimento do estudo e necessidade de citação. A principal informação sobre os requisitos normativos, e necessária a compreensão da aplicação dos tampões e grelhas, se refere à classe. As classes dos tampões e grelhas são idênticas na ABNT NBR 10160: 2005, CE EN 124 e diversas outras normas técnicas baseadas na CE EN 124. A classe de um tampão ou grelha é definida pela sua aplicação e está relacionada com sua resistência mecânica, são elas:

Grupo 1 - Classe A 15, destinada a aplicação em áreas de circulação restrita à pedestres, sem possibilidade de tráfego de veículos;

Grupo 2 - Classe B 125, destinada a aplicação em passeios (calçadas), locais de circulação de pedestres e áreas de estacionamento de carros de passeio;

Grupo 3 - Classe C 250, destinada ao uso em sarjetas e locais que se estendem desde a guia até 0,5 m na via de circulação de veículos e até 0,2 m na calçada;

Grupo 4 - Classe D 400, destinada as áreas de circulação de veículos, ruas, acostamentos e estacionamento de veículos de todos os tipos;

Grupo 5 - Classe E 600, destinada as áreas de aeroportos, docas e locais sujeitos a cargas elevadas. Desnecessário nas instalações da Avenida das Amoreiras;

Grupo 6 - Classe F 900, destinada as áreas de locais sujeitos a cargas muito elevadas, como por exemplo, pistas de aeroportos. Desnecessários nas instalações da Avenida das Amoreiras.

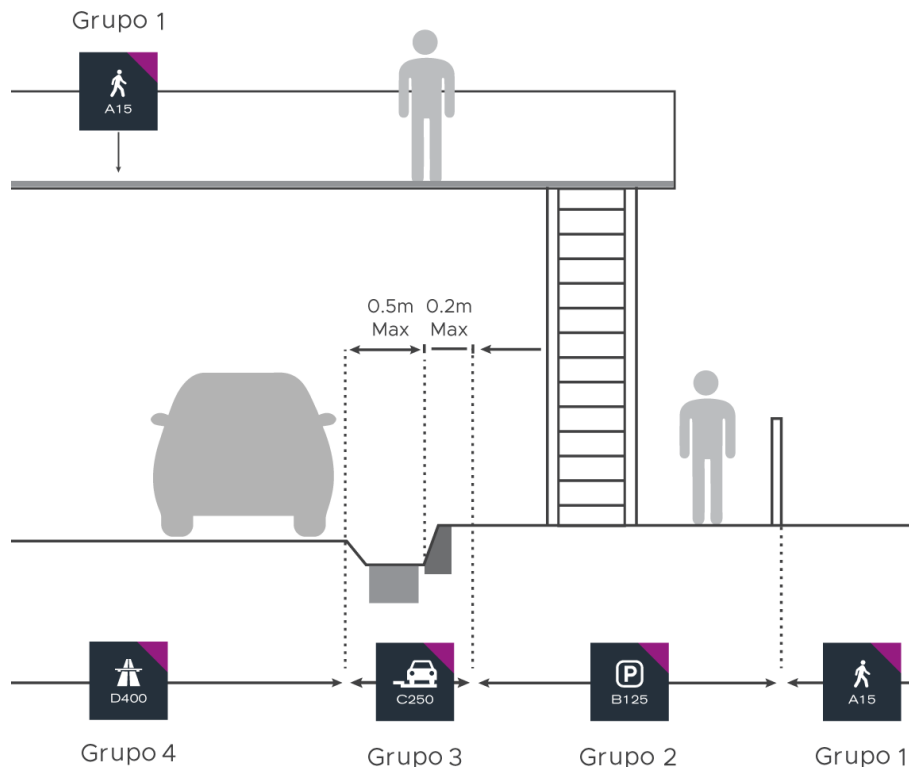


Figura 3 - Ilustração do local de aplicação das classes de produto utilizadas neste estudo
(Fonte: Wrekin)

Avançando na pesquisa documental, com a constatação de diversas grelhas no padrão da prefeitura de Campinas com deformações plásticas, dois projetos com pequenas diferenças foram encontrados, um em documento intitulado como “Procedimentos Básicos Para Apresentação De Projetos De Drenagem”, da Secretaria Municipal de infraestrutura, e outro no edital mais recente da Prefeitura de Campinas para a aquisição de Grelhas para a manutenção, o edital do pregão 127/2023, em seu apêndice I.

Nas observações através de inspeção remota e posterior inspeção em campo, as lajes dos tampões com laje, utilizados em redes de águas pluviais, apresentaram danos estruturais evidentes em várias instalações, onde é possível notar a ausência de armadura na laje, situação onde as tensões de tração são significativas, contudo o projeto para a estrutura não foi encontrado nos documentos disponibilizados pela prefeitura.

O mapeamento resultante identificou 878 tampões e grelhas, este é um número mínimo, podendo existir mais tampões não identificados devido a prática de cobertura dos tampões em reformas de calçadas ou recapeamento da via. O mapa pode ser visto na Figura 4 abaixo.



Figura 4 - Visualização do mapa criado (fonte: O autor)

Quanto as não conformidades, o estudo focou em um conjunto limitado devido as restrições do método, onde não podemos ter acesso a cada um dos tampões e impossibilidade

de ensaios de produto e instalações, desse modo a não identificação de não conformidades não significa que o tampão, grelha ou instalação está conforme, apenas que conforme o método utilizado não foi possível evidenciar não conformidades.

Segue abaixo tabela com as não conformidades encontradas no mapeamento.

Tabela 2 – Não conformidades evidenciadas nos tampões da Av. Das Amoreiras
(continua)








Não conformidade	Exemplo	Descrição e base técnica/legal
Falha estrutural de componentes do tampão		Nesta situação o tampão pode apresentar prejuízos as suas funções, como falha na trava elástica – permitindo facilmente a abertura e ausência de partes da superfície, que pode apresentar riscos à pedestres ou veículos e de colapso total da tampa.
Falha estrutural da Estrutura de engaste do tampão		Nesta situação a estrutura de engaste pode perder massa, soltar o tampão gradativamente e apresenta riscos de queda à pedestre, veículos e pode funcionar como um calço ao veículo durante a passagem sobre a estrutura, casando desaceleração abrupta.
Desnível da superfície superior da tampa em relação ao piso adjacente		A situação pode ocorrer devido a deformação plástica do telar, mas normalmente ocorre pelo aumento do nível da superfície adjacente devido ao recapeamento. Danos a veículos e acidentes podem ocorrer e o risco é proporcional ao desnível. Os maiores riscos deste tipo de defeito são aos motociclistas.
Ausência da tampa		Situação comum principalmente em casos de furtos de tampas, deixando uma das situações com o maior potencial para acidentes.
Ressalto da tampa ou presença de alças para içamento em rota acessível		Situação onde o tampão está instalado acima do nível das superfícies adjacentes, ou como em alguns casos, tampões ou lajes de concreto que mantem as alças de içamento após a instalação.

Tabela 2 – Não conformidades evidenciadas nos tampões da Av. Das Amoreiras
(conclusão)

Não conformidade	Exemplo	Descrição e base técnica/legal
Classe inferior a indicada para a área de aplicação		Situação de tampão instalado em área inadequada, como no exemplo, tampão B 125 em área de aplicação mínima de tampão C 250.
Construção sem norma técnica ou baseado em norma técnica obsoleta		Situação onde a ausência de marcações ou marcação com normas obsoletas na data de fabricação (indicadas em vermelho no exemplo – Fabricação em 2019, mas classe 300, uma classe obsoleta desde 2005).

Nota: Os exemplos acima são extraídos do próprio levantamento na Avenida das Amoreiras.
Fonte: O Autor/ Google Street View

Tabela 3 – Não conformidades evidenciadas nas grelhas da Av. Das Amoreiras
(continua)






Não conformidade	Exemplo	Descrição e base técnica/legal
Falha estrutural de componentes da grelha		Nesta situação a grelha pode apresentar prejuízos as suas funções, como abertura da passagem e aumento dos vãos devido a deformações, apresentando riscos à pedestres ou veículos.
Falha estrutural da Estrutura de engaste da grelha		Nesta situação a estrutura de engaste sofre ruptura progressiva, soltando a grelha gradativamente e apresentando riscos de queda à pedestre, veículos e pode funcionar como um calço ao veículo durante a passagem sobre a estrutura, causando desaceleração abrupta.
Desnível da superfície superior da grelha em relação ao piso adjacente		A situação pode ocorrer devido a deformações plásticas na grelha, desnível na instalação ou elevação do nível da superfície adjacente devido ao recapeamento. Danos a veículos e acidentes podem ocorrer e o risco é proporcional ao desnível.

Tabela 3 – Não conformidades evidenciadas nas grelhas da Av. Das Amoreiras
(conclusão)

Não conformidade	Exemplo	Descrição e base técnica/legal
Obstrução da grelha		Apesar de a obstrução da grelha não representar uma não conformidade normativa, com a obstrução a grelha deixa de cumprir com sua finalidade, por tanto, para os efeitos deste estudo foi considerada uma não conformidade. Na imagem, a existência de uma grelha só foi constatada através de imagens de anos anteriores a última atualização do <i>Google Street View</i> .
Construção sem norma técnica ou baseado em norma técnica obsoleta		Situação onde a ausência de marcações ou marcação com normas obsoletas na data de fabricação, no exemplo, a grelha não possui qualquer inscrição com indicação de norma construtiva.

Nota: Os exemplos acima são extraídos do próprio levantamento na Avenida das Amoreiras.
Fonte: O Autor/ *Google Street View*

A análise documental dos projetos de grelhas da Prefeitura Municipal de Campinas, revelou uma série de não conformidades quando confrontados com os requisitos da CE EN 124-1, a Figura 5, abaixo, apresenta o projeto e os principais pontos de não conformidade.

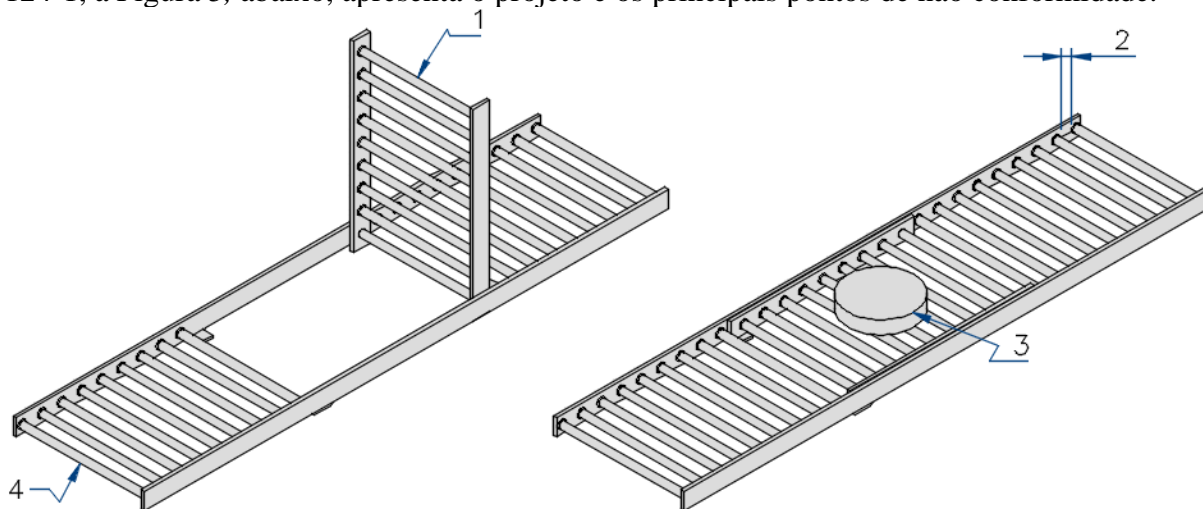


Figura 5 - Projeto de grelha da Prefeitura Municipal de Campinas, modelo com 2 m de comprimento total

Na Figura 5, item 1, a estrutura não apresenta um sistema de trava contra a abertura acidental da grelha, item 2, o espaço entre as barras excede o máximo de 42 mm (CE EN 124-1, Tabela 3), item 3, uma representação do calço utilizado para o ensaio de carga da grelha, a placa toca apenas 3 barras de cada vez e as barras são conectadas apenas nas extremidade, não distribuindo o carregamento por toda a superfície da grelha, e em 4 o perfil com secção

redonda tem um baixo momento de inércia na direção do carregamento o que justifica a quantidade de grelhas com deformação plásticas em campo.

Em uma simulação com simplificações, foi escolhida a parte móvel da grelha para análise, a parte móvel da grelha é comum a todos os tamanhos de grelha e como foi identificado no projeto e em várias instalações em campo, as barras tendem a se deformar de maneira diferente, dada a característica do projeto que distribui de maneira ineficiente as solicitações mecânicas pela estrutura. Na simulação com o carregamento do ensaio de flecha residual, presente na ABNT NBR 10160:2005 e CE EN 124-1, de 167 kN, é esperado que a solicitação exceda o limite de escoamento, contudo para este caso as tensões excedem muito o limite de escoamento, assim simulações com valores cada vez menores para o carregamento foram realizadas, chegando ao resultado da Figura 6, com um carregamento de 4 kN. Nota-se que para um aço conforme ABNT NBR 7007:2022, grau BR190, usual entre os fabricantes de grelhas de aço, o carregamento de 4 kN não excede o limite de escoamento do BR190, mas não significa que possa resistir a fadiga com um carregamento cíclico de 4kN. Valores tão baixos para a capacidade de carga, indicam que para cargas de veículos leves, o projeto pode suportar, mas para veículos de carga a estrutura não é adequada e pode colapsar.

Uma observação altamente relevante quanto a distribuição do carregamento nas simulações, refere-se a concentração de tensões na barra de secção retangular, entre as barras solicitadas, o que também justifica observações em campo de danos ao concreto de engaste e que converge para a causa dos acidentes ocorridos com uma grelha em 06/02/2017, na Av. John Boyd Dunlop envolvendo um ônibus, visto na Figura 7, (EPTV, 2017) e em 01/09/2023, na Av. João Jorge, envolvendo outro ônibus, visto na Figura 8 (CBN Campinas, 2023), a concentração de tensão transmitida a estrutura de engaste da grelha, promove a sua falha gradual, com o risco da grelha soltar-se da estrutura de engaste, causando acidentes com risco potencial.

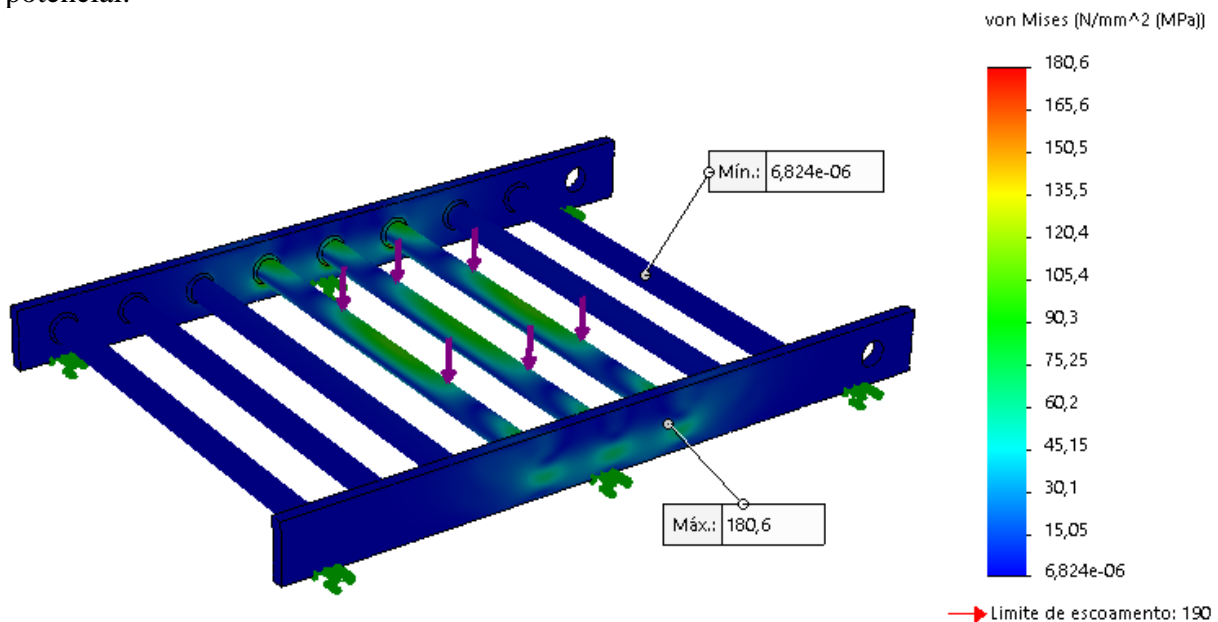


Figura 6 – Simulação da parte móvel da grelha - critério de falha de Von Mises, malha 0,3mm a 6mm, critério de convergência igual a 2%, carregamento 4 kN, superfície inferior dos perfis retangulares engastada (Fonte: O autor).



Figura 7 – Acidente ocorrido na Av. John Boyd Dunlop (Fonte: EPTV)



Figura 8 – Acidente ocorrido na Av. João Jorge (Fonte: CBN)

Todos os tampões com laje das galerias de águas pluviais e um tampão de poço de visita em rede de afastamento de esgoto, apresentam danos estruturais evidentes, trincas, rachaduras e fragmentação, onde se observar a ausência de armadura, somente esta evidência já constitui o não atendimento a ABNT NBR 6118:2023, aplicável à estrutura, contudo é possível que a resistência a compressão não atenda as especificações normativas devido à pouca quantidade de agregado e facilidade com que a estrutura fragmenta, sendo evidente o progresso dos danos em imagens realizadas com 4 meses de diferença (Figuras 9 e 10).



Figura 9 - Laje danificada, 27/10/2023 - Av. Amoreiras com R. Dr. Cassiano Gonzaga
(Fonte: O autor)



Figura 10 - Laje danificada, 07/2023 - Av. Amoreiras com R. Dr. Cassiano Gonzaga (Fonte: Google Street View)

Por fim, uma observação que depende de monitoramento em campo, não pode se estender a todos os tampões, o ruído. O ruído, em uma tampa de tampão ou parte móvel da grelha, indica instabilidade e possibilidade de abertura acidental, o que representa risco, contudo apenas a presença de ruído já constitui uma não conformidade de acordo com a ABNT NBR 10160:2005, item 5.2.5.1.

Nos tampões da avenida nota-se, como no exemplo do tampão visto nas *Figuras 9 e 10*, a presença de solda no fechamento da tampa de vários tampões, que indica tentativa de eliminar os ruídos, contudo a tampa apresenta alta flexibilidade devido ao ferro fundido nodular e baixa rigidez da estrutura, somando a relativa complexidade da solda em ferro fundido dúctil, a solução não eliminou os ruídos e todas as soldas sofreram falha mecânica.

Conclusões

No desenvolvimento do estudo, a quantidade de tampões e grelhas na via surpreendeu, levando mais tempo que o esperado para a realização do mapeamento, mas a quantidade dos elementos aumenta a representatividade do estudo que mesmo diante das limitações no método pode identificar quantidade surpreendente de não conformidades.

A pesquisa documental pode contribuir com o CE 177:002.003 – Comissão de Estudo de Tubos e Conexões Metálicos – Tampões, com informações sobre o Decreto Nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004 e ABNT NBR 9050:2020, possibilitando a harmonização da futura revisão da ABNT NBR 10160.

As não conformidades observadas são obstáculos a acessibilidade, mas principalmente representam um potencial risco de acidentes.

Uma situação mais grave, apresentada por um tampão localizado no cruzamento da Av. Das Amoreiras com a Rua Dr. Cassiano Gonzaga gerou um protocolo para o serviço de reparo à prefeitura de Campinas.

Demandas observadas no estudo sugerem temas de relevância para futuros estudos, como:

- O estudo de ações corretivas para as instalações;
- O estudo da cinética dos gases gerados em instalações de esgoto, apontando direções mais confiáveis para dimensionamento e posicionamento de orifícios de ventilação em tampões para redes de afastamento de esgoto;
- Estudo do impacto de técnicas compensatórias em edifícios – tais como poços de absorção ou jardins de chuva em edifícios públicos – dimensionando a redução de carga sobre as grelhas;
- Estudo da aplicação de tintas antiderrapantes em tampões e grelhas metálicos instalados em rota acessível;
- Estudo de meios para se evitar a colmatação de galerias de águas pluviais.

O procedimento de inspeção gerado, disponibilizado no Apêndice A, propõe ser capaz de eliminar as não conformidades em futuras instalações, e atingido os objetivos definidos, o trabalho pode servir de referência para estudos voltados a instalações de tampões e grelhas e composição de planos de inspeção, mas principalmente, estimular a disseminação de informações sobre o tema, buscando impacto positivo em uma área relevante a segurança e acessibilidade das vias.

Agradecimentos

Ao professor orientador Mestre Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena, que orientou o estudo de forma perspicaz e ajudou a garantir que seus resultados fossem significativos.

A professora Mestre Candida Maria Costa Baptista, por viabilizar a condução dos estudos em tempo reduzido.

A SANASA S/A, que trabalha em prol dos interesses públicos e, garantindo a liberdade de atuação de seus colaboradores, permitiu o desenvolvimento de conhecimento necessário ao estudo.

Aos membros da Comissão de Estudo de Tubos e Conexões Metálicos – Tampões, CE 177:002.003, em especial Gilberto Alves Martins, José Virgílio Gonçalves e João Carlos Pereira, por compartilharam seu conhecimento e experiência especializados e pelo estímulo e oportunidade de propor mudanças ao texto da ABNT NBR 10160.

Referências Bibliográficas

A PESQUISA CIENTÍFICA. In: CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. Métodos de pesquisa. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. cap. 2, p. 31-42. ISBN 978-85-386-0071-8.

AZEREDO, Laura. **A história da urbanização brasileira.** São Paulo, 27 maio 2019. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/historia-da-urbanizacao-brasileira>. Acesso em: 11 set. 2023.

AMOREIRAS: com 13 km, a segunda maior avenida de Campinas. Campinas: Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas (EMDEC), 25 abr. 2011. Disponível em: <http://www.emdec.com.br/eficiente/sites/portalemdec/pt-br/site.php?secao=noticiasturismo&pub=4945>. Acesso em: 27 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro p. 9. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto.** Rio de Janeiro p. 242. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480: **Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos.** Rio de Janeiro p. 17. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7007: **Aços-carbono e aços microligados para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural – Requisitos.** Rio de Janeiro p. 7. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro p. 147. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: **Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.** Rio de Janeiro p. 4. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9779: **Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água por capilaridade.** Rio de Janeiro p. 3. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10160: **Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil: Requisitos e métodos de ensaios.** Rio de Janeiro p. 28. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12142: Concreto — Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos.** Rio de Janeiro p. 5. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16085: **Poços de visita e inspeção pré-moldados em concreto armado para sistemas enterrados — Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro p. 17. 2020.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16577: **Espaço Confinado – Prevenção, Procedimentos e Medidas de Proteção**. Rio de Janeiro p. 37. 2017.

CAMPINAS(SP). Edital de licitação nº 127/2023. Pregão nº 127/2023. [Aquisição de grelha para boca de lobo]. Campinas: órgão oficial do município, Campinas, p. 60, 16 junho 2023.

CAMPINAS(SP). Plano Diretor 2006: [Formação Histórica de Campinas: Breve Panorama]. Campinas, p. 17, 27 de dezembro de 2006.

CBN. **Ônibus é danificado após passar por grade de bueiro quebrada na João Jorge**. CBN Campinas, 2023. Disponível em: <https://portalcbncampinas.com.br/2023/09/onibus-e-danificado-apos-passar-por-grade-de-bueiro-quebrada-na-joao-jorge/>

CONTADOR, Vicente. SANASA 40 anos de Participação na História Centenária do Saneamento Básico de Campinas e Região.1.ed. Maringa: Carlos Alexandre Venancio, 2014.

ECKER, Vivian Dall'igna. **O Conceito de Praça Para a Qualidade Da Paisagem Urbana**. Revista Projetar: Rio de Janeiro. 101-110p. 2020.

EPTV. **Acidente com ônibus em bueiro trava trânsito em avenida de Campinas nesta manhã - 06/02/2017**. EPTV Campinas/Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/5630981/>

European Committee for Standardization. **EN 124: Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas – Part 1: Definitions, classification, general principles of design, performance requirements and test methods**. Bruxelas p. 45. 2015.

FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA – CEPAM. Coordenadoria de Gestão de Políticas Públicas – Cogep. **Acessibilidade nos municípios: como aplicar o decreto 5.296/04**. São Paulo, 2008. 208 p.

John, N. M., & da Luz Reis, A. T. (2010). **PERCEPÇÃO, ESTÉTICA E USO DO MOBILIÁRIO URBANO**. Gestão & Tecnologia De Projetos, 5(2), p. 180-206. <https://doi.org/10.4237/gtp.v5i2.106>


PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Procedimentos básicos para apresentação de projetos de drenagem**. Campinas, p. 18.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



APÊNDICE A – Plano de inspeção sugerido

 UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO	<u>PLANO DE INSPEÇÃO - TAMPÕES E GRELHAS DE FERRO FUNDIDO E AÇO</u>		
	Revisão: 01	Elaboração:	Aprovação:

PROCEDIMENTOS

Etapa	Característica a inspecionar	Comentário
Projeto	Posição	Deve ser estudado o projeto das instalações de modo a evitar, quando possível, tampões e grelhas em rotas acessíveis (área de fluxo de pedestres), no leito carroçável, sempre que possível, evitar tampões e grelhas em áreas de frenagem, mudança de direção (próximo a cruzamentos ou em curvas acentuadas) e vias acima de 70 km/h. A instalação em qualquer circunstância deve ser projetada com a superfície superior do tampão ou grelha nivelada com as superfícies adjacentes, em casos de projetos de reforma da pavimentação, a readequação do nivelamento dos tampões e grelhas é necessário.
Projeto	Classe	A classe do tampão deve ser adequada ao local de aplicação.
Projeto	Marcação	Devem ser previstos pictogramas de segurança adequados a instalação, como o de espaço confinado, atmosfera explosiva – como o caso do esgoto devido ao metano – ou risco de choque em instalações elétricas, caixas de ligação, cabine primária subterrânea, indicação de hidrantes, logotipos de empresas, desenhos comemorativos, entre outras marcações de segurança necessárias ou desejadas.
Projeto	Sistemas paralelos de microdrenagem (técnica compensatórias – Apenas grelhas)	Sempre que possível, técnicas compensatórias como biorretentores, biovaletas, jardins de chuva, poços de absorção de águas pluviais e cisternas devem ser utilizadas, tanto pelo ente público, como a prefeitura de Belo Horizonte, São Paulo, Recife ou até mesmo Nova York, que implantam jardins de chuva, quanto entes privados, como o Residence Euroville em Bragança Paulista, onde é obrigatório a implantação de um poço de absorção de águas pluviais proporcional a área impermeabilizada da construção. Os ganhos de técnicas compensatórias vão além da menor carga sobre as grelhas, passando pela realimentação do lençol freático, diminuição de transientes em córregos e rios, diminuição do assoreamento, diminuição da poluição dos rios e córregos e até diminuição da temperatura de áreas próximas a esses sistemas, devido a evaporação da umidade do solo, com seu calor específico elevado e calor latente. A inviabilidade do uso de técnicas compensatórias deve ser justificada.



Projeto	Prevenção da colmatção	<p>Devem ser implantados mecanismos de prevenção de colmatção no projeto, tais como dissipadores de energia, rebaixos ou valetas para decantação de sedimentos, grelha nivelada (não rebaixar a grelha), entre outros, garantindo a manutenção da eficiência das galerias e técnicas compensatórias.</p> <p>Importante: Sedimentos carregados pelas águas podem obstruir totalmente galerias de águas pluviais e impermeabilizar sistemas de técnicas compensatórias, por tanto, ações contra a colmatção são fundamentais para viabilidade do projeto ao longo de sua via útil.</p>
Projeto	Acessórios	<p>Devem ser previstos acessórios conforme necessidade. Para tampões e grelha em áreas públicas, um sistema antifurto é fundamental. Para grelhas, cestos retentores são importantes para evitar a colmatção das galerias. Dispositivos como sensores de nível para poços de inspeção ou poços de visita entre outros, devem ser planejados e se necessário, o tampão pode conter suporte ao dispositivo.</p>
Projeto	Aeração/ Estanqueidade (Apenas tampões)	<p>Deve ser prevista área de aeração, para os tampões, conforme sua aplicação. A área de aeração pode ser necessária por: Necessidade de liberação de ar em caixas de válvulas ventosas, eliminação de gases (como em esgoto em certas posições das redes), prevenção aos efeitos de uma explosão (como no caso de transformadores subterrâneos), ou para impedir a abertura por refluxo ou sobrecarga (como em instalações de águas pluviais ou esgoto). Outros projetos podem exigir tampões estanques, como em transformadores subterrâneos onde o tampão está em nível capaz de receber escoamento superficial, caixas de ligação para semáforos, telefonia, esgoto em áreas de afluência de pedestres, entre outros.</p> <p>Importante: Não se deve considerar a área da articulação ou outras fendas não dedicadas a ventilação no cálculo de área de aeração, pois frequentemente são obstruídas por sedimentos.</p>
Projeto	Manutenção	<p>Deve ser previsto no projeto a manutenção das instalações, necessidade de acesso de pessoas, necessidade de controle de acesso por mecanismos de tranca, acesso para hidrojateamento, movimentação de equipamentos, cestos retentores (para evitar a colmatção), dimensionados para a periodicidade de manutenção projetada, entre outras atividades necessárias a manutenção.</p>
Projeto	Acessibilidade	<p>Quando em rota acessível, tampões e grelhas devem atender a ABNT NBR 9050 e legislação de acessibilidade, que pode ter exigências locais como.</p> <p>Importante: Tampões e grelhas em ferro fundido e aço possuem um coeficiente de atrito muito baixo quando molhados, o perfil antiderrapante por vezes pode não ser o suficiente, nesses casos, é recomendado o uso de resinas antiderrapante apropriadas.</p>



Projeto	Estrutura de engaste	A estrutura onde o tampão ou grelha será fixado deve atender aos requisitos normativos da estrutura circundante, a exemplo, calçadas devem atender a ABNT NBR 6118: 2023, com requisitos para calçadas e lajes, como no caso de tampões com laje ou a ABNT NBR 16085:2020, para o caso de tampões ou grelhas instalados em poços de visita.
Inspeção de material	Identificação	Conforme ABNT NBR 10160, item 8 para tampões ou grelhas em ferro fundido dúctil e CE EN 124-2, item 9 para tampões e grelhas em aço
Inspeção de material	Aspecto	Conforme ABNT NBR 10160, Item 4.4 para tampões e grelhas em ferro fundido dúctil e CE EN 124-3, tabela 1 para tampões e grelhas em aço
Inspeção de material	Dimensional	Conforme ABNT NBR 10160, item 6.2, para tampões ou grelhas em ferro fundido dúctil, CE EN 124-3, tabela 1, para tampões e grelhas em aço, para ambos os casos as dimensões do projeto específico (a ABNT NBR 10160 ou CE EN 124 não determinam o projeto do tampão ou grelha, dando liberdade ao projetista, assim é preciso definir as dimensões não controladas pelas normas dos tampões ou grelhas conforme necessidades, especificações de concessionárias, especificações ou manuais de prefeituras, departamentos ou aplicação). Importante: Não existe projeto de produto inequívoco sem desenho técnico do produto, com tolerâncias dimensionais e geométricas, a exigência de desenho técnico aparece em diversos pontos da ABNT NBR 10160 (itens 5.2.14, 6.1.1 e 6.2.5) e CE EN 124, e através do controle dimensional é garantido o assentamento da tampa ou grelha, eficiência da barra elástica ou outros mecanismos de fixação da tampa ou grelha, trava antifurto, entre outros dispositivos. Sempre solicite o desenho técnico do produto ao fabricante/fornecedor de tampões, a incapacidade de compor documentação de projeto deve ser vista como incapacidade técnica para o fornecimento de tampões e grelhas.
Inspeção de material	Flecha residual (deformação permanente)	Conforme ABNT NBR 10160, Item 6.4.2 para tampões e grelhas em ferro fundido dúctil e CE EN 124-3, tabela 1 para tampões e grelhas em aço
Inspeção de material	Resistência a carga de controle	Conforme ABNT NBR 10160, Item 6.3.5 a 6.4.3 para tampões e grelhas em ferro fundido dúctil e CE EN 124-3, tabela 1 para tampões e grelhas em aço
Inspeção de material	Microestrutura	Conforme ABNT NBR 10160, Item 5.1.1 para tampões e grelhas em ferro fundido dúctil e CE EN 124-3, item 3 para tampões e grelhas em aço
Inspeção de material	Propriedades mecânicas	Conforme ABNT NBR 10160, Item 5.1.1 para tampões e grelhas em ferro fundido dúctil e CE EN 124-3, item 3 para tampões e grelhas em aço



Inspeção de material	Segurança e estabilidade da tampa ou grelha em relação ao telar	Conforme ABNT NBR 10160, Item 6.3.1 para tampões e grelhas em ferro fundido dúctil e CE EN 124-3, tabela 1 para tampões e grelhas em aço. Importante: Este ensaio pode evitar um dos defeitos mais graves de tampões e grelha, a possibilidade de abertura accidental, o item exige ensaio físico, a exemplo, o fabricante Saint-Gobain, que através de ensaio físico aplica uma força de abertura à tampa, tendo o ensaio força mínima necessária a abertura e força máxima, o que garante que a tampa ou grelha não abrirá frente as solicitações de transito e não apresentará resistência elevada a abertura para manutenção.
Inspeção de material	Escoamento e aeração dos cestos de retenção	Tanto para a ABNT NBR 10160 quanto CE EN 124-3, o escoamento das grelhas ou ventilação dos tampões não pode ser obstruídos pelo cesto totalmente cheio de detritos
Inspeção de material	Fixação ou não da articulação	Tampa ou grelha removível e sistema antifurto devem ser testado, a remoção ou a resistência a tentativa de furto podem ser testadas de maneira prática, executando a operação de remoção da tampa ou grelha ou tentando remover a tampa ou grelha no caso do sistema antifurto.
Inspeção de obra	Visual e dimensional da armadura	Para tampões e grelhas instalados em lajes de concreto, calçadas, passarelas de pedestres ou no topo de poços de visita ou poços de inspeção, deve-se realizar a inspeção visual e dimensional da armadura antes do lançamento do concreto.
Inspeção de obra	Posição de fixação do tampão ou grelha	Antes do lançamento do concreto, a correta posição do tampão ou grelha deve ser verificada e instruções do fabricante observadas. Para o posicionamento adequado recomenda-se espaçadores ou gabaritos.
Inspeção de obra	Propriedades mecânicas da armadura	Conforme ABNT NBR 7480, através de análise de certificados
Inspeção de obra	Propriedades do concreto	Ensaio de compressão conforme a ABNT NBR 5739, Absorção conforme ABNT NBR 9778 e ABNT NBR 9779, ou ainda, para estruturas de concreto no leito carroçável, ensaio de tração na flexão, conforme ABNT NBR 12142
Inspeção de obra	Vistoria de entrega	Inspeção visual da instalação, limpeza do apoio elástico, articulação, nivelamento da estrutura.
Manutenção	Limpeza de grelhas	É necessária uma rotina de inspeção de grelhas, executando a limpeza antes da obstrução. A periodicidade de uma rotina de limpeza deve ser definida através de histórico de manutenção, pois varia muito conforme local e instalação.
Manutenção	Substituição de apoio elástico	Tampões ou grelhas com apoio elástico devem ser submetidos a inspeção periódica para verificação do estado do apoio elástico, sendo o apoio elástico um elemento com vida útil menor que outros elementos do conjunto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plano de inspeção é definido em linhas gerais, para cada projeto específico recomenda-se o detalhamento de cada etapa do plano e a elaboração de um registro de inspeção detalhado, com os respectivos desenhos técnicos.