

Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana: o caso da ponte San Giorgio em Génova

Urban Infrastructure Requalification Index: San Giorgio bridge in Genoa idioma

Stefano Galimi ^[a] 

Brasília, DF, Brasil

^[a] Universidade de Brasília (UNB)

João da Costa Pantoja ^[a] 

Brasília, DF, Brasil

^[a] Universidade de Brasília (UNB)

Márcio Augusto Roma Buzar ^[a] 

Brasília, DF, Brasil

^[a] Universidade de Brasília (UNB)

Valmor Cerqueira Pazos ^[a] 

Brasília, DF, Brasil

^[a] Universidade de Brasília (UNB)

Como citar: Galimi, S., Pantoja, J. C., Buzar, M. A. R., & Pazos, V. C. (2025). Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana: o caso da ponte San Giorgio em Génova. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 17, e20240283, 2025. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.017.e20240283>

SG é doutor em Arquitetura e Urbanismo na área de tecnologia e ambiente construído pela Universidade de Brasília, e-mail: stefanogalimi.arch@gmail.com

JCP é doutor em engenharia civil na área de sistemas estruturais, e-mail: joaocpantoja@gmail.com

MARB é doutor em engenharia civil na área de sistemas estruturais, e-mail: buzar@unb.br

VCP é mestre em Desenvolvimento Profissional e Educação pela Universidade de Brasília, e-mail: pazos@unb.br

Resumo

A infraestrutura urbana representa um papel fundamental na configuração das cidades contemporâneas sustentáveis, influenciando suas dimensões sociais, econômicas e ambientais. A preservação das estruturas de pontes, que representam o patrimônio infraestrutural moderno, é crucial, uma vez que possuem um significativo valor artístico, tecnológico e simbólico e, sua degradação, pode ter efeitos negativos nas dinâmicas urbanas. O trabalho propõe uma metodologia para avaliar a nova infraestrutura arquitetônica da ponte San Giorgio em Génova, Itália, de acordo com um índice de requalificação de infraestrutura urbana - IRU, que considera um modelo multicritério baseado em três parâmetros, a saber, o estrutural, ambiental e espacial. O Índice da Ponte San Giorgio, quantificado em 0,6 e qualificado como Grau Médio, mostra que a vertente da Implantação resulta um obstáculo para a promoção dessa infraestrutura em uma categoria de grau maior, enquanto ainda não foi englobada a componente paisagística na realização dessa Obra de Arte Especial.

Palavras-chave: Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana – IRU, Retrofit Urbano, Pontes, Conservação do Patrimônio Moderno.

Abstract

Urban infrastructure plays a fundamental role in the configuration of contemporary sustainable cities, influencing their social, economic and environmental dimensions. The preservation of bridge structures, which represent modern infrastructural heritage, is crucial, as they have significant artistic, technological and symbolic value and, their degradation, can have negative effects on urban dynamics. The work proposes a methodology to evaluate the new architectural infrastructure of the San Giorgio bridge in Génova, Italy, according to an urban infrastructure requalification index - IRU, which considers a multi-criteria model based on three parameters, namely structural, environmental and spatial. The San Giorgio Bridge Index, quantified at 0.6 and qualified as Medium Grade, shows that the Implementation aspect is an obstacle to the promotion of this infrastructure in a higher-grade category, while the landscape component has not yet been included in the realization of this Special Work of Art.

Keywords: *Urban Infrastructure Requalification Index, Urban Retrofit, Bridges, Conservation of Modern Heritage.*

Introdução

Observando o panorama das intervenções urbanas nas infraestruturas viárias nos últimos anos, é evidente que a necessidade de requalificar obras de arte especiais, como pontes e viadutos, tem sido amplamente motivada pela falta de manutenção, resultando na precarização dos espaços urbanos circundantes. Esse senso de urgência foi acompanhado pela crescente importância da reconstrução ou reutilização adaptativa do patrimônio existente que sofreu deterioração em diversos graus. As obras modernistas estão envelhecendo, especialmente aquelas que dependem da própria estrutura para cumprir sua finalidade original (NEGREIROS, 2018). As pontes e viadutos, conhecidos como Obras de Arte Especiais (OAE's), são elementos essenciais para conectar os bairros de uma cidade e as relações entre as pessoas, facilitando o acesso à saúde, cultura e transporte, entre outros serviços. A deterioração estrutural e física da infraestrutura urbana representa uma séria preocupação para as cidades contemporâneas, tanto em termos de segurança social, levando à degradação das áreas urbanas, quanto em termos de danos econômicos para a sociedade (GALIMI, 2021). Este artigo destaca a necessidade de estabelecer diretrizes de ação para o patrimônio construído em áreas protegidas, por meio de uma abordagem integrada que considere fenômenos sociais, culturais, ambientais e econômicos. Consequentemente, é crucial aprimorar as técnicas de análise para intervenção em obras protegidas, levando em conta seu impacto na sociedade atual.

O estudo de caso proposto, trata sobre a infraestrutura da Ponte San Giorgio, localizada em Génova, que sofreu um desabamento estrutural catastrófico em 14/08/2018, causando 43 vítimas humanas. A antiga ponte Morandi, pretendida e estaiada, não existe mais.



Figura 1 – Antiga ponte Morandi acima das unidades residenciais da cidade de Génova, Itália. Fonte: Ammo Hamacher (imagem recuperada da revista DOMUS, 1967).

Hoje, renomeada de San Giorgio, como o santo padroeiro da cidade, a Ponte de Génova é uma estrutura que entra de direito na história das grandes obras infraestruturais italianas pela magnitude dimensional e importância que tem na rede rodoviária italiana. A obra da infraestrutura, reconstruída em um breve período de dois anos e inaugurada em agosto de 2020, enfrentou as dificuldades operacionais introduzidas pela pandemia do Coronavírus que afetou a população mundial.



Figura 2 – Nova ponte San Giorgio. Génova, Itália. Fonte: ITALFERR (2019).

A decisão de reconstruir uma nova ponte foi estabelecida de acordo com a população de Génova que, vistas as circunstâncias catastróficas que comprometeram a infraestrutura Morandi, optou por uma obra nova, a ponte San Giorgio.

O retrofit urbano em Génova

O retrofit urbano é uma prática de intervenção em nível urbano, capaz de revitalizar e readequar uma determinada área e suas instalações urbanas, visando melhorar a qualidade de vida das pessoas que utilizam os espaços públicos. Portanto, esse conceito vai além de uma simples reforma, tratando-se da substituição de elementos que se tornaram ultrapassados ao longo do tempo (NEGREIROS, 2018). No contexto da infraestrutura urbana, vista como impulsionadora da eficácia das conexões viárias das cidades, é essencial buscar parâmetros eficazes para compreender como garantir a preservação do Patrimônio Moderno e sua consequente durabilidade.

A revitalização urbana das cidades, uma premissa fundamental para o crescimento econômico e social de um país, deve basear-se no conhecimento da infraestrutura urbana existente para embasar as intervenções necessárias (GALIMI et al., 2022).

A infraestrutura urbana de pontes e viadutos, que representa o subsistema infraestrutural mais complexo de todos, devido às questões que envolvem não apenas a possibilidade de se deslocar dentro da cidade de maneira dinâmica, mas também de forma segura, precisa ser monitorada para

detectar a eventual necessidade de uma intervenção, com foco na reabilitação das estruturas. É, portanto, imprescindível prever recursos para o monitoramento constante das estruturas e a modernizar as OAE's por serem elementos cruciais na rede da infraestrutura rodoviária (GALIMI, 2021).

Segundo Newton (2013, citado por NEGREIROS, 2018, p. 7), entre os desafios mais críticos em termos urbanos, o envelhecimento dos subsistemas da infraestrutura urbana representa um problema complexo, especialmente quando se trata de cidades protegidas e tombadas pela legislação local.

No caso da cidade de Génova, a ruína imediata da antiga ponte Morandi determinou o bloqueio da rodovia que interligava os eixos de tráfego leste/oeste e a linha ferroviária, que passa debaixo da infraestrutura e que se conecta diretamente com a área portuária. Além da sensação de impotência para as vítimas do acidente catastrófico, o potencial perigo da estrutura que ainda tinha permanecido de pé, representava o principal fator de risco para a segurança pública (figura 3).



Figura 3 - Trecho do viaduto em estado de colapso estrutural acima das unidades residenciais. Fonte: ITALFERR (2019)

A ausência da antiga infraestrutura pode ser entendida como o fim de um ciclo econômico que não reflete mais a situação atual e evidencia a nova exigência de resolver novas questões que influenciam as dinâmicas da atual sociedade.

A população local trabalhou em conjunto com a tomada de decisões projetuais e de atuação das administrações, estabelecendo que a reconstrução global do viaduto, que representava uma ameaça constante para a segurança tanto dos moradores da área quanto dos usuários da própria infraestrutura, fosse necessária.

O índice de requalificação da infraestrutura urbana (IRU) – Metodologia

O presente trabalho, em sua própria abordagem metodológica, sugere a adoção de um Índice de Renovação da Infraestrutura Urbana - IRU - que emprega um modelo multicritério para avaliar o patrimônio infraestrutural moderno, incluindo as Obras de Arte Especiais. Para isso, o estudo apresenta uma análise integrada do ambiente urbano por meio de três conjuntos, ou macro dimensões, que são a Estrutural, de Instalações e de Implantação. Oito indicadores urbanos, com igual valor unitário, foram selecionados para cada dimensão.

Um indicador é um parâmetro ou um atributo que fornece informações diversas sobre um determinado fenômeno ou objeto, representando um instrumento que permite a compreensão de um conceito abstrato. Para Romero (2007), os indicadores são considerados como “estatísticas” que fornecem o quadro dos comportamentos de diversos fenômenos, abordados na análise, ao longo de um tempo específico e em um espaço determinado.

Essas três dimensões, com pesos distintos para a composição do IRU, foram utilizadas para orientar a avaliação das intervenções de renovação urbana e, consequentemente, para classificar a infraestrutura urbana de pontes e viadutos com base nessa abordagem. Essas escalas abrangem uma série de elementos significativos que possibilitam uma interação dos elementos arquitetônicos e urbanos com a sociedade e o patrimônio protegido das cidades contemporâneas.

Além de aprimorar a compreensão do desempenho das infraestruturas no espaço urbano, a metodologia utilizada visa estabelecer um parâmetro simples e de fácil compreensão para qualificar adequadamente as intervenções de renovação.

Num primeiro momento, a abordagem metodológica para investigar os diversos elementos arquitetônicos relacionados à infraestrutura urbana, como pontes e viadutos, deve seguir um processo de ação, que começa com a coleta de dados relacionados ao projeto arquitetônico e estrutural do elemento em questão. Quando se trata desses tipos de obras, é crucial compreender a dimensão física do elemento, sua inserção na escala urbana da cidade, sua função como conexão viária e a segurança que oferece aos usuários, sejam eles utilizando transporte privado ou público, entre outros aspectos. Segundo Kohlsdorf (2017, p. 56), a avaliação do ambiente urbano construído baseia-se em valores relacionados às expectativas sociais e às características morfológicas dos locais, incluindo dimensões bioclimáticas, de co-presença, econômico-financeiras, expressivas-simbólicas, funcionais e topocêntricas, entre outras. Para atingir o objetivo geral deste estudo, a metodologia proposta visa avaliar as Obras de Arte Especiais de pontes e viadutos visando garantir a preservação do Patrimônio Construído.

A metodologia empregada para calcular o Índice de Renovação da Infraestrutura Urbana - IRU - envolve o uso de um modelo multicritério, baseado na média ponderada das três macros dimensões utilizadas para a infraestrutura urbana, conforme a seguir:

- **Estrutural** (peso 55%): conjunto de 7 sub-elementos estruturais típicos dos sistemas de *infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura* que compõem uma Obra de Arte Especial (tabela 1).
- **Instalações** (peso 15%): conjunto formado por 5 sub-elementos referentes aos sistemas básicos, sustentáveis e tecnológicos aplicáveis à infraestrutura de pontes e viadutos (tabela 2).
- **Implantação** (peso 30%): conjunto formado por 6 sub-elementos referentes à acessibilidade, paisagismo e elementos das áreas externas (tabela 3).

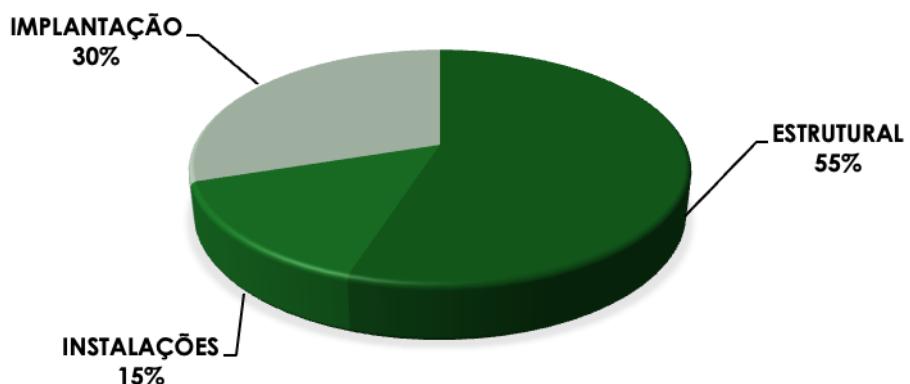


Figura 4 – Gráfico da composição do índice IRU para obras de arte especiais. Fonte: autores (2025).

Os estudos e as pesquisas sobre a infraestrutura urbana das OAE's são insuficientes para determinar um modelo determinístico que defina de forma absoluta a maneira de intervir no patrimônio construído, localizado em áreas de tombamento. O princípio que rege a construção da metodologia utilizada nesse texto, se baseia na criação e seleção de indicadores mais gerais que respondam à macro diretrizes (ROMERO, 2007), neste caso as dimensões propostas, sendo a Estrutural, das Instalações e Implantação.

Tratando-se de Obras de Arte Especiais da infraestrutura urbana, a dimensão Estrutural foi normalizada para adquirir o maior peso, calibrado em 55% do total, representando uma série de sub-elementos, apresentados a seguir.

Tabela 1 – Elementos constituintes a dimensão estrutural de uma OAE

Estrutural - Obra de Arte Especial

1 - BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Elementos estruturais de fundação em concreto armado, que transmitem as cargas das superestruturas para o solo.

Estrutural - Obra de Arte Especial

2 - CORTINAS DE CONTENÇÃO

Elementos estruturais de contenção do solo (em concreto armado).

3 - LAJES DO TABULEIRO

Elementos planos de sustentação do trânsito rodoviário, se apoiam em elementos de vigamento horizontal, como longarinas e transversinas.

4 - PILARES

Elemento estrutural vertical, cuja função consiste na absorção das tensões oriundas pela superestrutura e, consequentemente, as descarrega para a infraestrutura solo + fundações.

5 - SISTEMA DE APOIO

Sistema de conexão e vinculação estática entre o sistema do tabuleiro e de sustentação vertical (pilar).

6 - VIGAMENTO PRINCIPAL

Elementos horizontais principais representados por vigas longarinas (maior vão).

7 - VIGAMENTO SECUNDÁRIO

Elementos horizontais secundários representados por vigas transversinas (menor vão).

Blocos de fundação, cortinas de contenção, lajes do tabuleiro, pilares, sistema de apoio, vigamento principal e vigamento secundário. Fonte: autores (2025).

Todos os sub-elementos estruturais listados na tabela acima formam o sistema de suporte de uma OAE. Nos estudos de caso apresentados nesta dissertação, não foram incluídos todos os elementos estruturais comuns em pontes estaiadas, como cabos e pilones, entre outros.

$$\text{ESTRUTURA} = \frac{\Sigma (\text{BLOCOS} + \text{CORTINAS} + \text{LAJES} + \text{PILARES} + \text{APOIOS} + \text{LONGARINAS} + \text{TRANSVERSINAS})}{7}$$

Os conjuntos das *Instalações* e *Implantação*, apresentados e discriminados nas tabelas a seguir, foram ajustados de maneira tal que representassem, respectivamente, 15% e 30% do peso total do Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana. As *Instalações* foram construídas a partir de cinco itens, os principais em âmbito tecnológico relacionado à infraestrutura de pontes e viadutos. Assim sendo, foi atribuído um peso de 15% para a computação do cálculo final do Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana, deixando-o como parâmetro menos significativo respeito ao de *Implantação* (30%) e ao Estrutural (55%). A formulação para sua obtenção, resulta na seguinte expressão:

$$\text{INSTALAÇÕES} = \frac{\Sigma (\text{CLIMATIZAÇÃO} + \text{DRENAGEM} + \text{ILUMINAÇÃO} + \text{ENERGIA} + \text{MONITORAMENTO})}{5}$$

Tabela 2 – Elementos constituintes o sistema de Instalações de uma OAE**Instalações - Obra de Arte Especial (OAE)****8 - SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO INTERNO**

O sistema de climatização tem como objetivo controlar a temperatura, umidade, movimentação, renovação e qualidade do ar de um determinado ambiente.

9 - SISTEMA DE DRENAGEM

Conjunto de estruturas que são instaladas em um determinado local com o intuito de reter e transpor as águas pluviais.

10 - SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

O sistema de iluminação tem seus projetos e especificações de materiais voltados para eficiência energética, redução de custos e atendimento aos requisitos fotométricos mínimos estipulados em normas (NBR 5101:1992)

11 - SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

O sistema de energia solar fotovoltaica que capta a luz e gera, pelo efeito fotovoltaico, correntes elétricas contínuas, que são convertidas para correntes alternadas. Dessa forma, a eletricidade é distribuída ou armazenada no local.

12 - SISTEMA DE MONITORAMENTO ESTRUTURAL

Sistema de detecção precoce de danos na estrutura, prevendo situações críticas e falhas estruturais, reduzindo os tempos de intervenção e custos com reparos.

Sistema de climatização interno, sistema de drenagem, sistema de iluminação, sistema de geração de energia sustentável, sistema de monitoramento estrutural. Fonte: autores (2025).

Entrando no mérito da escolha dos elementos técnicos constituintes o sistema de instalações de uma obra de arte especial, eles foram determinados a partir da intenção projetual do arquiteto Renzo Piano, realçando a necessidade atual de produzir infraestruturas singelas, autossuficientes e que não impactassem no meio ambiente no qual estão inseridas. Partindo desta premissa, relacionada ao uso de fontes renováveis de energia como estratégia de projeto, entre outras, as soluções adotadas pelo arquiteto consistiram na previsão de um sistema fotovoltaico combinado com sistema de armazenamento de energia, sistema de climatização interno e monitoramento estrutural, permitindo a possibilidade de um autoconsumo igual a 95% (ITALFERR, 2019).

Finalmente, a terceira dimensão, representada pelo conjunto dos cinco sub-elementos da *Implantação*, constitui o 30% do IRU e deve ser contemplado dessa maneira:

$$\text{IMPLEMENTAÇÃO} = \frac{\Sigma (\text{ACESSIBILIDADE} + \text{CALÇADAS} + \text{PAISAGISMO} + \text{VEGETAÇÃO} + \text{MOBILIÁRIO})}{6}$$

Tabela 3 – Elementos constituintes o sistema de Implantação de uma OAE

Implantação - Obra de Arte Especial (OAE)

13 – ACESSIBILIDADE

Possibilidade de acessar um lugar, serviço, produto ou informação de maneira segura e autônoma, sem nenhum tipo de barreira arquitetônica, beneficiando a todas as pessoas, com ou sem deficiência e em todas as fases da vida.

14 – CALÇADAS

A calçada é o espaço público reservado ao pedestre para os deslocamentos diárias realizados na cidade.

15 – CICLOVIA

Pista destinada exclusivamente à circulação de bicicletas.

16 – PAISAGISMO

Técnica de projetar, planear e preservar os espaços urbanos, de forma a criar micro paisagens, de acordo com critérios estéticos e sustentáveis de cada lugar.

17 – VEGETAÇÃO

A arborização urbana, caracterizada pela vegetação que compõe o cenário ou a paisagem das cidades, tem uma função fundamental na melhoria da qualidade de vida da população, proporcionando aos municípios benefícios ecológicos, estéticos, econômicos e sociais.

18 - MOBILIÁRIO URBANO

Termo coletivo para objetos e equipamentos urbanos instalados em ruas e estradas para diversos propósitos.

Acessibilidade, calçadas, ciclovia, paisagismo, vegetação e mobiliário urbano. Fonte: autores (2025).

A partir da bibliografia utilizada para elaborar a lista dos critérios (Kohlsdorf, 2017), que fossem capazes de caracterizar de maneira qualitativa a infraestrutura urbana representada por OAEs, foram identificados oito aspectos de avaliação para cada subcomponente nas três principais dimensões (Estrutural, Instalações e Implantação) para calcular o IRU.

Os critérios escolhidos para a avaliação da infraestrutura urbana de pontes e viadutos incluem os aspectos ambientais, estéticos, de durabilidade, econômicos, de segurança estruturais, simbólicos, sociais e, por fim, de utilização.

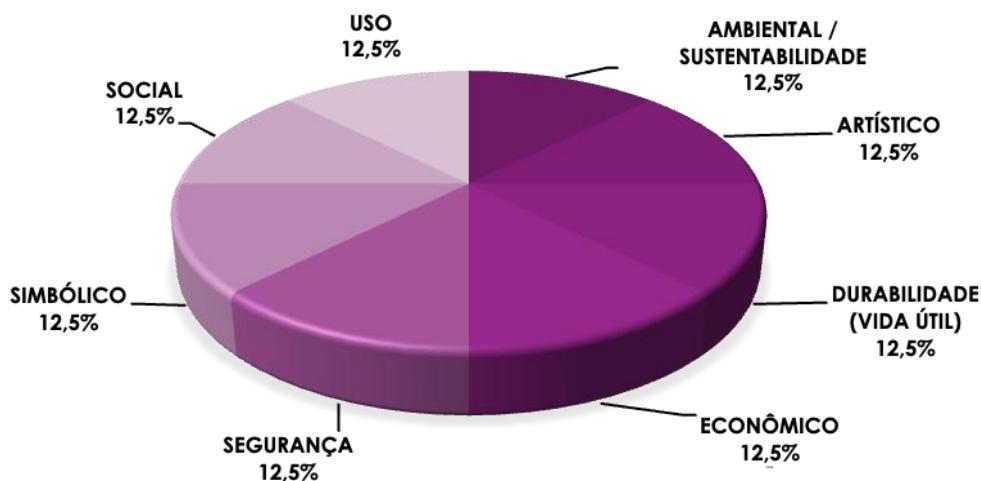


Figura 5 – Gráfico da composição dos indicadores utilizados para avaliação das obras de arte especiais. Fonte: autores (2025).

Após a inclusão de todos os 8 critérios selecionados para calcular o Índice de Renovação da Infraestrutura Urbana - IRU, deve-se atribuir uma avaliação simplificada para cada subcomponente das dimensões (estrutural, instalações e implantação), que pode ser classificada como SIM ou NÃO, através da análise de documentos, inspeção visual no local e, nos casos em que a verificação presencial não foi possível, do vasto conjunto de fotografias disponíveis. Ao preencher o formulário de avaliação, uma nota deve ser atribuída a cada critério específico em cada subcomponente, resultando em uma célula de Total Parametrizado, referenciada em uma escala que varia de 0 a 8, onde cada SIM representa um valor unitário de 1. Dessa forma, o mínimo é representado pelo valor de 0/8 e o máximo pelo valor de 8/8. Essa escala foi ajustada para variar de 0 a 1 para facilitar o processo de obtenção de valores, tornando-o mais claro, simples e direto para qualquer aplicação. Portanto, para alcançar essa proporcionalidade, basta usar a seguinte equação:

$$X : 8 = TP : 1$$

Onde

X = Incógnita que representa o número gerado pela quantidade de “SIM”.

TP = Incógnita que representa o valor do *Total Parametrizado*.

Atribuído um ponto para cada um dos valores “SIM” e, uma vez que toda a ficha tiver preenchida de acordo com os critérios metodológicos adotados, devemos utilizar a expressão abaixo para obtenção do Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana - IRU, assim sendo:

$$IRU = ((ESTRUTURA \times 0,55) + (INSTALAÇÕES \times 0,15) + (IMPLANTAÇÃO \times 0,30))$$

Finalmente, uma vez obtido o índice a partir dessas três dimensões (*Estrutural*, *Instalações* e *Implantação*), podemos proceder com a classificação das intervenções de retrofit urbano a partir de seis níveis ou graus, sendo que ao $IRU \geq 0,9$ corresponde o *Grau Máximo – Estado de Requalificação*

Global, enquanto ao valor 0, corresponde o *Grau Mínimo – Estado de Obsolescência*. Para cada uma das seis classificações elaboradas, foi atribuída uma cor diferente, remetendo à escala cromática, que visasse sinalizar de forma gráfica e intuitiva o Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana.

Tabela 4 – Níveis de classificação do índice IRU.

IRU	CLASSIFICAÇÃO	CONDIÇÕES	COR
0,9 - 1	GRAU MÁXIMO - ESTADO DE REQUALIFICAÇÃO GLOBAL	ATENDE A TODOS OS PARÂMETROS DOS INDICADORES PROPOSTOS	Azul
0,7 - 0,8	GRAU SUPERIOR - ESTADO DE REQUALIFICAÇÃO PARCIAL	ATENDE PARCIALMENTE A TODOS OS PARÂMETROS DOS INDICADORES PROPOSTOS	Verde
0,5 - 0,6	GRAU MÉDIO - ESTADO DE INTEGRIDADE ESTRUTURAL E DE IMPLANTAÇÃO	ATENDE AOS PARÂMETROS DOS INDICADORES PROPOSTOS PARA O SISTEMA ESTRUTURAL E DE IMPLANTAÇÃO	Verde
0,3 - 0,4	GRAU MÉDIO INFERIOR - ESTADO DE INTEGRIDADE ESTRUTURAL	ATENDE AOS PARÂMETROS DOS INDICADORES PROPOSTOS PARA O SISTEMA ESTRUTURAL	Amarelo
0,1 - 0,2	GRAU INFERIOR - ESTADO DE CRITICIDADE ESTRUTURAL	ATENDE PARCIALMENTE AOS PARÂMETROS DOS INDICADORES PROPOSTOS PARA O SISTEMA ESTRUTURAL	Laranja
0	GRAU MÍNIMO - ESTADO DE OBSOLESCÊNCIA	NÃO ATENDE A NENHUM PARÂMETRO DOS INDICADORES PROPOSTOS	Vermelho

Grau máximo, grau superior, grau médio, grau médio inferior e grau mínimo. Fonte: autores (2025).

A escolha do estudo de caso de Génova envolve uma decisão conjunta, de um espaço com valor cultural. O projeto do viaduto sobre o Polcévera (ponte Morandi), elaborado na década de 1960, se enquadra no período áureo da economia italiana que, graças ao Plano Marshall, conseguiu industrializar o país e, consequentemente, as áreas urbanas. A cidade de Génova, terceiro polo industrial italiano, elegera a área onde foi implantada a Ponte Morandi como lugar da propulsão econômica da região, conectando-a aos principais centros de expansão comercial.

O complexo arquitetônico e o sistema estrutural da ponte

A Ponte Morandi, também conhecida como Viaduto Polcévera, está localizada na cidade de Génova, no norte da Itália (figura 6).

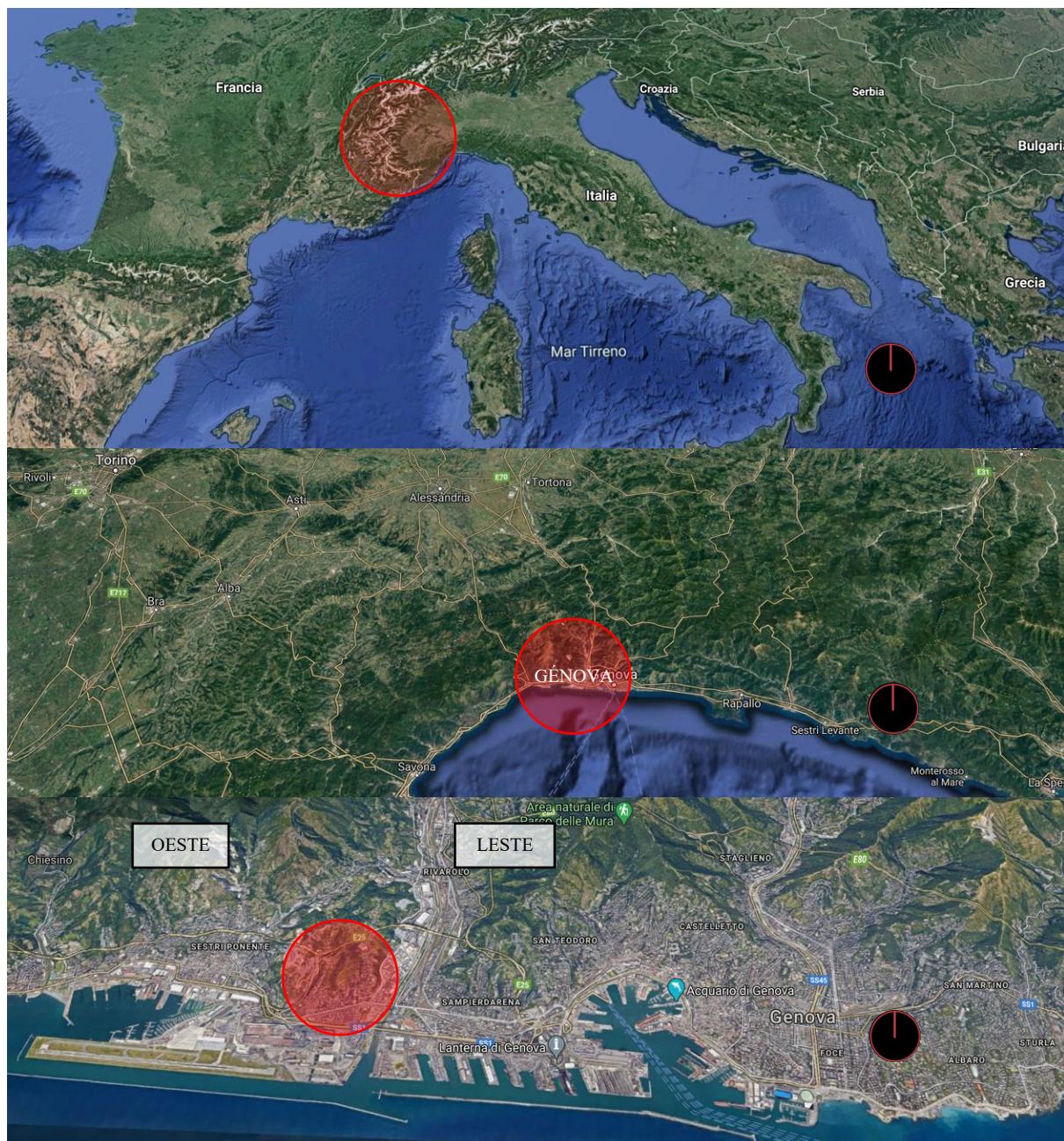


Figura 6 - Localização da infraestrutura. De cima para baixo, respectivamente a localização da Itália, Génova e Ponte Morandi. Fonte: adaptada pelos autores de Google Earth (2025).

Inaugurada em setembro de 1967, esta obra de arte especial da infraestrutura urbana representa um marco cultural na história das rodovias italianas e do sistema construtivo do concreto pretendido. A ponte Morandi, também chamada de Viaduto Polcévera, foi concebida e projetada pelo engenheiro Riccardo Morandi, ousado nas soluções adotadas para o sistema estrutural da ponte, tanto pela complexidade da solução técnica quanto pelo alto resultado estético e plástico.

Apesar da beleza e imponência da linguagem estrutural dessa obra de arte especial, cabe notar que o impacto paisagístico das obras do engenheiro nunca foi atenuado ou tímido, mas é forte e enérgico, sem desqualificar os contextos de inserção (GALIMI, 2021).

A ponte Morandi possui dois vãos principais de quase 210 metros de comprimento, sustentados por três mastros estaiados de concreto protendido, enquanto os outros vãos menores se apoiam em sete pilares em formato de “V” de concreto armado (figura 7).

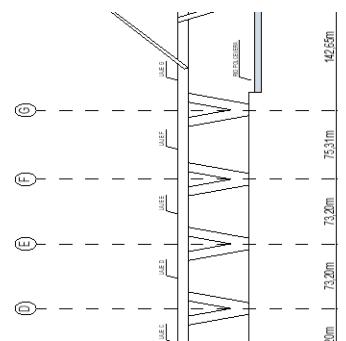


Figura 7 – Antiga ponte Morandi localizada em Génova, Itália. Fonte: ITALFERR (2019).

Em 2018, a infraestrutura desabou parcialmente e, por decisões de projeto, foi totalmente demolida e substituída por uma nova obra, denominada San Giorgio. A nova ponte, projetada pelo renomado arquiteto Renzo Piano, possui 1067 metros com estrutura mista (aço e concreto) e um alto índice de atributos tecnológicos, com produção de energia através do sistema de placas fotovoltaicas.

Além disso, o caixão metálico do tabuleiro sustenta a rodovia e monitora uma infraestrutura complexa que possui sensores em seus pilares, vigas e tabuleiro (figura 8).

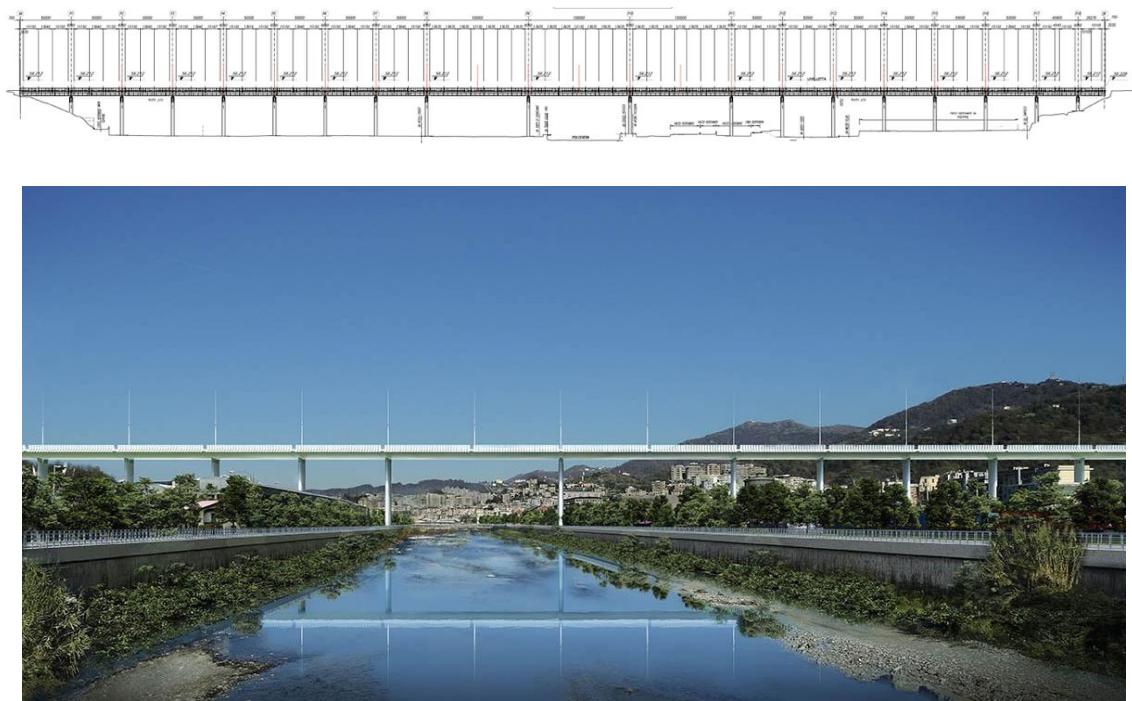


Figura 8 – Vista da nova ponte San Giorgio localizada em Génova, Itália. Fonte: Shunji Ishida, (courtesy of RPBW, 2020).

A ideia do projeto consegue unir e resumir passado, presente e futuro, de uma forma simbiótica. O *passado* é visto com referência à implantação local, identificando a relação entre Génova e seu mar, elemento indispensável para a identidade da infraestrutura. O *presente*, se engloba através da escolha de um esquema estrutural e composicional que, pela sua simplicidade, preserva a memória do luto que marcou a cidade de Génova. O *futuro*, se articula por meio do desenvolvimento sustentável, tomado como modelo de crescimento a ser perseguido e implementado (GALIMI, 2021). Essa obra representa uma nova relação com os recursos naturais, de forma que a satisfação das necessidades do presente não comprometa as gerações futuras. Portanto, as principais diretrizes que foram implementadas no projeto foram a simplicidade construtiva, sobriedade e a monumentalidade que representasse a superação de uma comunidade, da cidade de Génova (PIANO et al., 2018).

O retrofit da ponte San Giorgio sobre a Polcévera e o índice IRU

O projeto da nova infraestrutura do Viaduto Polcévera foi idealizado principalmente para que fossem implementadas melhorias à segurança do trânsito e dos usuários que transitam por aquele trecho rodoviário. O eixo longitudinal da nova ponte, foi levemente rotacionado em direção ao sul para dialogar da melhor forma com as redes de infraestrutura complementares, as cotas altimétricas do tabuleiro do viaduto e da estrutura portante, que foram mantidas de acordo com a concepção arquitetônica original (PIANO et al., 2018). É necessário evidenciar a importante premissa sobre a ação de Retrofit implementada no caso específico da ponte San Giorgio.

Como agir nesse tipo de obras de infraestrutura urbana sem interferir nos fatores de especificidades que regulamentam o tombamento patrimonial e no próprio valor simbólico?

O Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana - IRU, promovido como metodologia de trabalho, foi aplicado ao estudo de caso da ponte. Para melhor dizer, os momentos anteriores e posteriores à reconstrução da infraestrutura, não caracterizam apenas duas dimensões temporais distintas, mas também duas OAE's diferentes. Essa representa a grande originalidade desse modelo escolhido para avaliação do IRU. A Ponte Morandi, construída em 1964 e concebida pelo engenheiro Morandi, foi avaliada para o período referente ao seu desabamento parcial, refletindo uma situação que pode ser verificada na ficha avaliativa do Índice de Requalificação Urbana (figura 10).

A outra grande preocupação gerada pelo evento catastrófico, estava relacionada ao abandono das atividades comerciais que, após o desabamento da infraestrutura de conexão, começaram perder todo o induto financeiro, levando à um fenômeno de desertificação ao longo do tempo. Portanto, além das elevadas perdas econômicas, a queda da ponte gerou uma situação social complexa que, até então, estava relacionada com a vida da infraestrutura.

Corroborando esse conceito, os pilares e a antiga estrutura do viaduto, demolidos enquanto obsoletos e em estado grave de degradação mostravam um comportamento estrutural instável e, por isso, a decisão verteu para a demolição total da infraestrutura (figura 9).



Figura 9 – Demolição da antiga ponte Morandi em Génova, Itália. Fonte: Adaptada de ITALFERR (2019).

Os únicos parâmetros que encontraram uma valoração, foram registrados apenas os indicadores artístico e simbólico no subelemento “pilares”, na dimensão *Estrutural*.

0.A.E.: PONTE MORANDI SOBRE O POLCÉVERA									
ANO: 1964 PROJETISTA: RICCARDO MORANDI LOCAL: GENOVA - LIGURIA - ITALIA STATUS: PRÉ RETROFIT									
INDICADOR	Ambiental	Artístico	Durabilidade (vida útil)	Econômico	Segurança	Simbólico	Social	Uso	Total parametrizado
SISTEMA ESTRUTURAL									
BLOCOS DE FUNDAÇÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
CORTINAS DE CONTENÇÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
LAJES DO TABULEIRO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
PILARES	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	0,25
SISTEMA DE APOIO	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
VIGAMENTO PRINCIPAL	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
VIGAMENTO SECUNDÁRIO	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
ESTRUTURAL GLOBAL									0,04
INSTALAÇÕES									
SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO INTERNO	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
SISTEMA DE DRENAGEM	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
SISTEMA DE MONITORAMENTO ESTRUTURAL	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
INSTALAÇÕES GLOBAL									0,00
IMPLANTAÇÃO									
ACESSIBILIDADE	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
CALÇADAS	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
CICLOVIA	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
PAISAGISMO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
VEGETAÇÃO	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
MOBILIÁRIO URBANO	NÃO	NÃO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
IMPLANTAÇÃO GLOBAL									0,00
I.R.U.									0,02

Figura 10 - Ficha avaliativa IRU – Ponte Morandi sobre o Polcévera – PRÉ-RETROFIT. Fonte: autores (2025).

Essa atribuição se refere ao fato de que a antiga Ponte Morandi era fruto de um design inovador (por isso o indicador artístico) e representava o símbolo do desenvolvimento econômico italiano dos anos 60. Os elementos estruturais verticais (pilares) foram reconhecidos e identificados como peculiares pela sua forma em “V” (secundários) e pelo formato em “cavalete” dos mastros estaiados (principais), resultando na atribuição dos valores presentes na ficha acima. O Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana - IRU resulta com uma baixa pontuação de 0,02, representando uma situação de obsolescência global, de acordo com a classificação do IRU (tabela 4).

0	GRAU MÍNIMO - ESTADO DE OBSOLESCÊNCIA	NÃO ATENDE A NENHUM PARÂMETRO DOS INDICADORES PROPOSTOS	
---	--	--	---

A decisão de reconstruir uma nova ponte foi estabelecida de acordo com a população de Génova que, vistas as circunstâncias catastróficas que comprometeram a infraestrutura Morandi, optou por uma obra nova, a Ponte San Giorgio.

Na dimensão *Estrutural*, que corresponde em peso ao 55% do IRU total, podemos notar que os indicadores de durabilidade (vida útil), econômico, de segurança, social e de uso foram identificados para todos os sub-elementos do sistema. O indicador artístico, foi atribuído para os pilares, lajes do tabuleiro e vigamento principal, em virtude do fato de que esses elementos possuem um design único e assinado por um dos maiores arquitetos contemporâneos do mundo. Já o valor simbólico que esses elementos possuem é inestimável para a população de Génova e da Itália. Esses elementos estruturais possuem valor simbólico e, portanto, foram pontuados a partir dessas considerações. O vigamento secundário, não foi incluído enquanto interno e não visível ou detectável.

O indicador ambiental foi atribuído para os elementos “laje do tabuleiro” e “pilares” pelo fato de ser sustentáveis e adaptados ao meio ambiente. Os elementos de sustentação de seção oca (figura 11), proporcionam uma economia no volume do concreto empregado, caracterizando-se por ser produzido na mesma região do canteiro de obra, possuir elevado teor de material reciclado (na ordem de 40%) e baixo nível de emissões de CO₂, de acordo com as especificações de projeto da ITALFERR (2019).

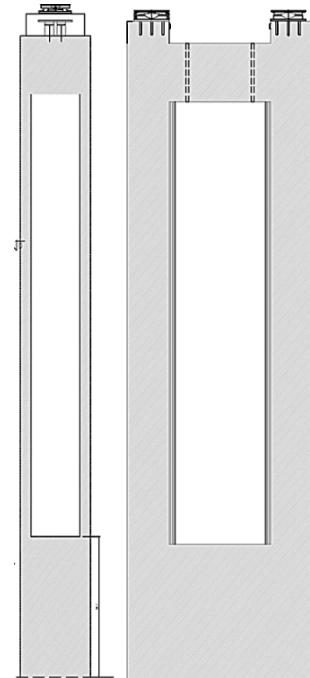


Figura 11 - Pilares de seção oca. Ponte San Giorgio, Génova. Fonte: à esquerda, Shunji Ishida (2020) - à direita, ITALFERR (2019)

A macro dimensão das *Instalações* resultou bastante satisfatória do ponto de vista de quase todos os indicadores, incluindo o ambiental, de durabilidade, econômico, de segurança e uso, uma vez individuados em todos os sub-elementos do sistema, com exceção do sistema de monitoramento estrutural que não foi contemplado pelo indicador ambiental.

Ao sistema de iluminação (figura 12) foi atribuído um valor artístico, enquanto foi assinado pelo traço do projetista, representando um elemento da composição arquitetônica da ponte. Os sub-elementos representados pelo sistema de geração de energia sustentável – sistema fotovoltaico e pelo sistema de monitoramento estrutural, foram pontuados também por meio do indicador social, enquanto expressam características relacionadas ao desenvolvimento social.



Figura 12 – Sistema de iluminação da nova ponte San Giorgio. Fonte: Enrico Cano (2020)

0.A.E.: PONTE SAN GIORGIO SOBRE O POLCÉVERA ANO: 2020 PROJETISTA: RENZO PIANO LOCAL: GÉNOVA - LIGURIA - ITÁLIA STATUS: PÓS RETROFIT									
INDICADOR	Ambiental	Artístico	Durabilidade (vida útil)	Económico	Segurança	Simbólico	Social	Uso	Total parametrizado
SISTEMA ESTRUTURAL									
BLOCOS DE FUNDAÇÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	0,63
CORTINAS DE CONTENÇÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	0,63
LAJES DO TABULEIRO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	1,00
PILARES	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	1,00
SISTEMA DE APOIO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	0,63
VIGAMENTO PRINCIPAL	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	0,88
VIGAMENTO SECUNDÁRIO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	0,63
ESTRUTURAL GLOBAL								0,79	
INSTALAÇÕES									
SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO INTERNO	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	0,63
SISTEMA DE DRENAGEM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	0,63
SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	0,75
SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	0,75
SISTEMA DE MONITORAMENTO ESTRUTURAL	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	0,63
INSTALAÇÕES GLOBAL								0,68	
IMPLANTAÇÃO									
ACESSIBILIDADE	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	0,75
CALÇADAS	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
CICLOVIA	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	
PAISAGISMO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
VEGETAÇÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
MOBILIÁRIO URBANO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0,00
IMPLANTAÇÃO GLOBAL								0,15	
I.R.U.									
								0,60	

Figura 13 - Ficha avaliativa IRU – Ponte San Giorgio – PÓS-RETROFIT. Fonte: autores (2025)

Como parte das escolhas que visam prevenir e evitar os potenciais efeitos negativos sobre o meio ambiente decorrentes das operações da obra, o projeto teve como objetivo conter o consumo de energia gerada pelos sistemas elétricos da nova infraestrutura. Partindo desta premissa relacionada ao uso como estratégia de fontes renováveis de energia, a solução de projeto adotada neste sentido consistiu na previsão de um sistema fotovoltaico combinado com sistema de armazenamento de energia, permitindo a possibilidade de um autoconsumo igual a 95% (ITALFERR, 2019).



Figura 14 – Painéis fotovoltaicos instalados nas laterais da Ponte San Giorgio e braços robotizados para limpeza – PÓS-RETROFIT. Fonte: Shunji Ishida (2020).

A infraestrutura da ponte foi equipada com sistemas tecnológicos tanto na parte externa quanto na parte interna da viga caixão metálica, sendo eles de geração de energia, supervisão / monitoramento estrutural e sistema de climatização / desumidificação do ar no interior da estrutura do tabuleiro metálico da nova ponte (figura 15).

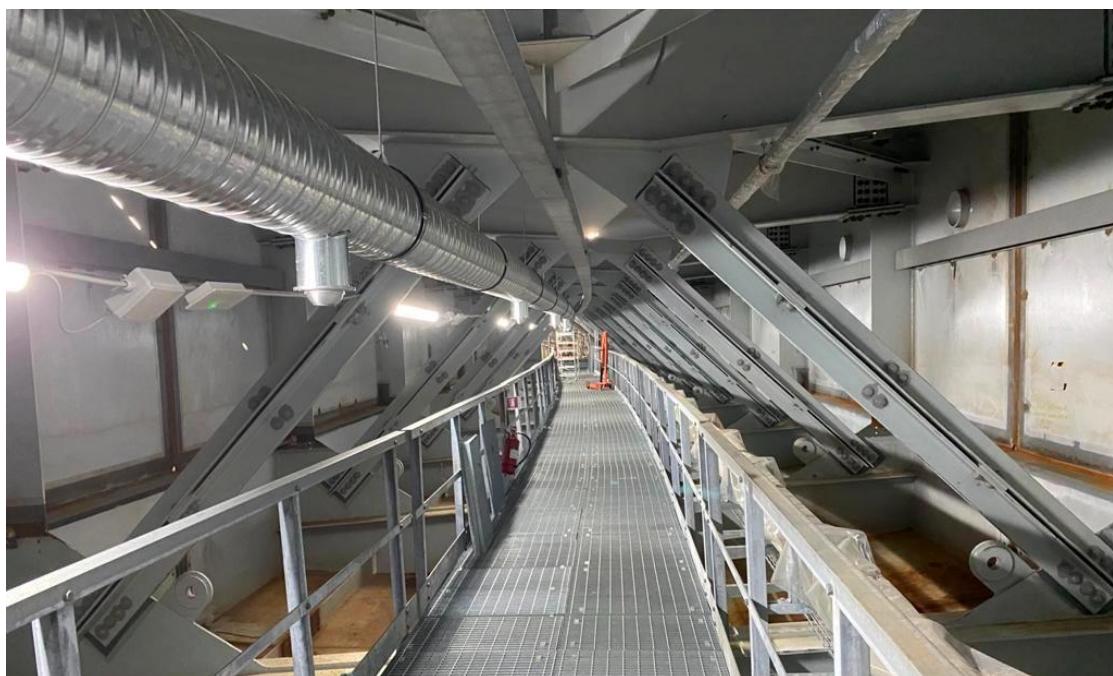


Figura 15 – Interior do tabuleiro com as instalações tecnológicas. Fonte: Shunji Ishida (2020).

O sistema da Implantação representou a vertente menos significativa para a composição do IRU, sinalizando, apenas, a presença do sub-elemento acessibilidade. A razão, está contida no fato que, ainda, está previsto um parque com Memorial da Ponte San Giorgio, um lugar em memória das vítimas que será projetado e planejado pelo Boeri Studio. O projeto paisagístico, que surgirá abaixo da ponte San Giorgio, está ainda em fase de execução e, por isso, foi atribuído o valor de 0,15 para a dimensão da Implantação global. O sistema estrutural, resultou em um valor bastante satisfatório, 0,79, em contrapartida com os parâmetros registrados na antiga Ponte Morandi. O diagrama abaixo mostra as profundas diferenças entre os sub-elementos estruturais, mostrando os ganhos de acordo à escala do IRU.

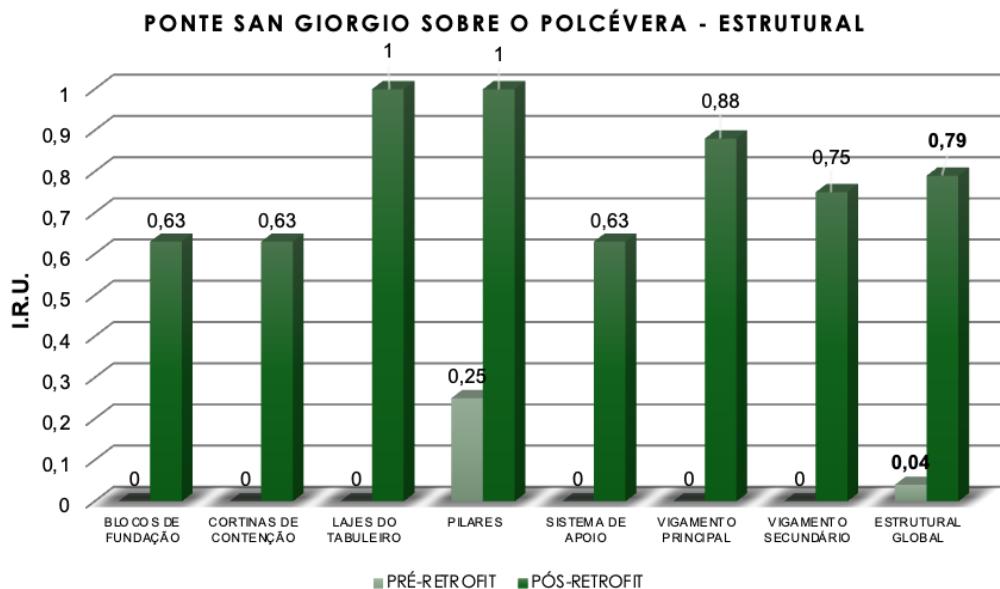


Figura 16 – Diagrama ESTRUTURAL, IRU – Ponte San Giorgio – PRÉ- RETROFIT VS. PÓS-RETROFIT. Fonte: autores (2025).

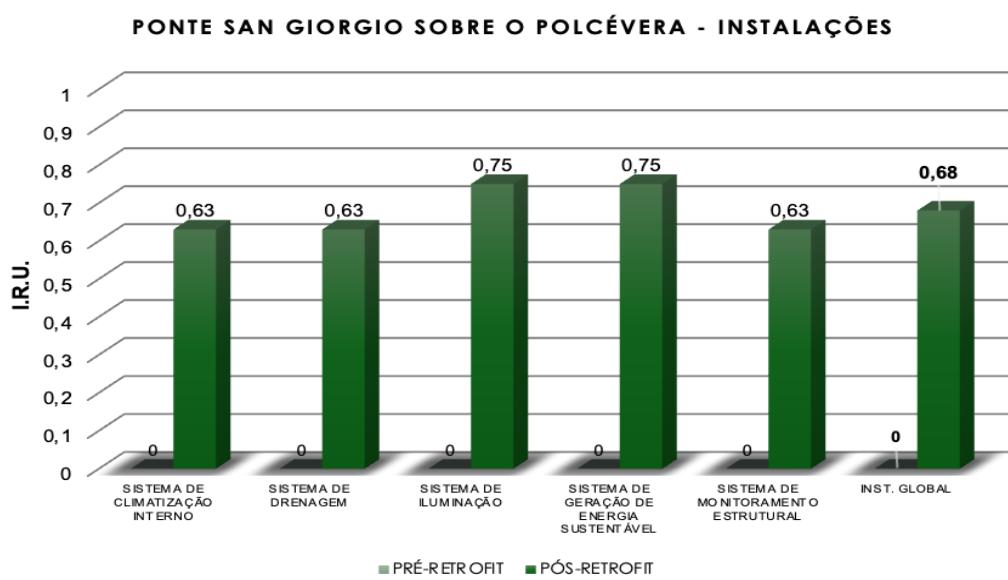


Figura 17 – Diagrama INSTALAÇÕES, IRU – Ponte San Giorgio – PRÉ- RETROFIT VS. PÓS-RETROFIT. Fonte: autores (2025).

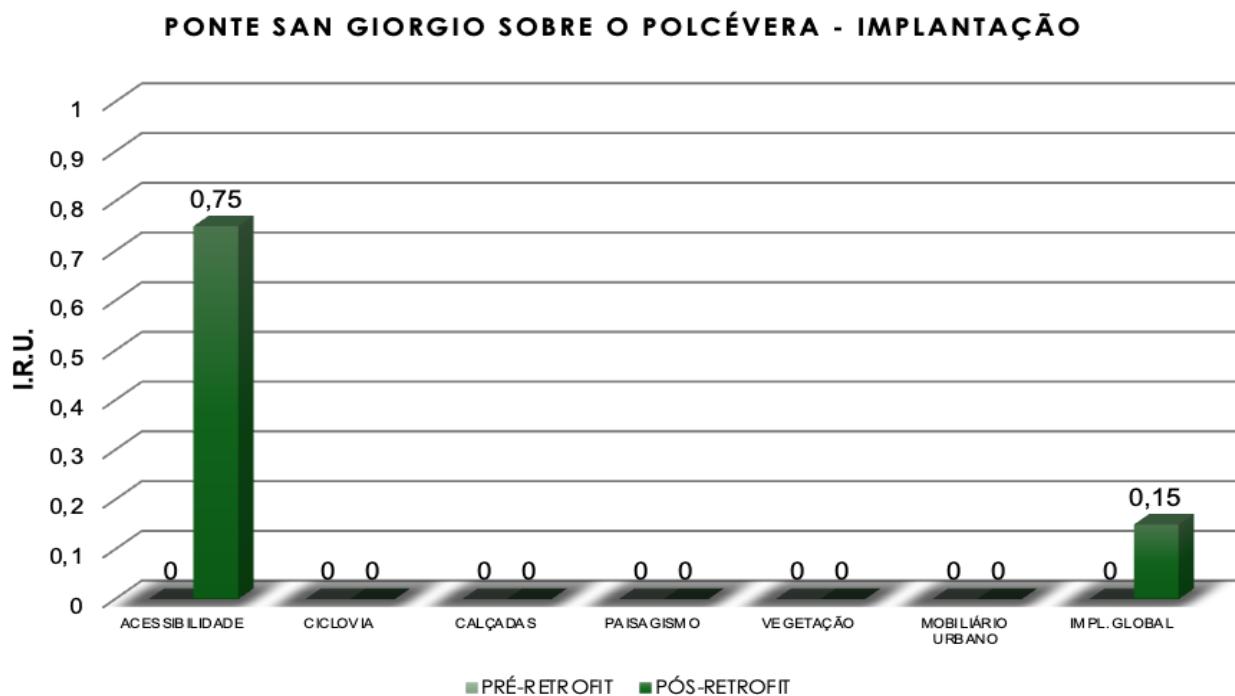


Figura 18 – Diagrama IMPLANTAÇÃO, IRU – Ponte San Giorgio – PRÉ- RETROFIT VS. PÓS-RETROFIT.
Fonte: autores (2025).

Os gráficos referentes às *Instalações* e à *Implantação* mostram ganhos mais contidos em relação à antiga infraestrutura, registrando melhores dinâmicas para o panorama (das *Instalações*).

O Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana da Ponte San Giorgio, quantificada em 0,6, foi qualificada como *Grau Médio*, de acordo com a classificação proposta na metodologia. É possível notar que a vertente da *Implantação* resulta um obstáculo para a promoção dessa infraestrutura em uma categoria de grau maior, enquanto ainda não foi englobada a componente paisagística na realização dessa Obra de Arte Especial. Frente a isso, o potencial de aumento do IRU, após futura implantação paisagística prevista pelo projeto do Boeri Studio, representa um parâmetro importante para reaplicar a metodologia de uma forma mais objetiva.

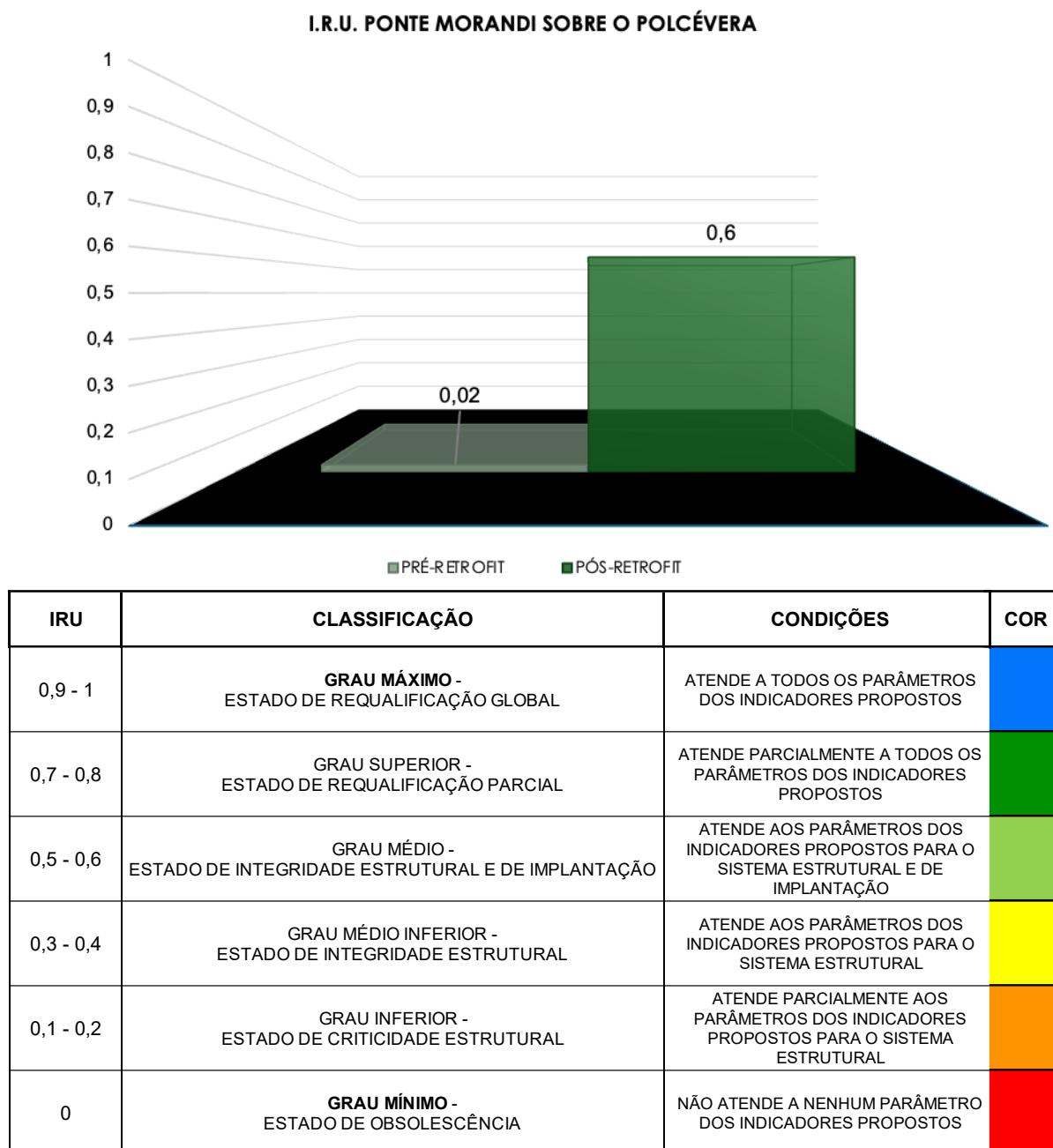


Figura 19 – Diagrama comparativo IRU – Antiga Ponte Morandi vs Nova Ponte San Giorgio – PRÉ- RETROFIT VS. PÓS- RETROFIT. Fonte: autores (2025).

Conclusões

O retrofit urbano é considerado uma intervenção no ambiente construído que serve para requalificar e dar uma nova função para determinadas áreas históricas ou tombadas que necessitam de uma resposta eficiente para o problema que envolve a cidade. A reavaliação urbana, portanto, abrange múltiplices aspectos que oscilam de questões estruturais até de paisagismo e vivência dos usuários da área.

No caso de estudo adotado, podemos apontar para o fato que, se, a antiga ponte Morandi visava celebrar o modelo de desenvolvimento a ser perseguido na industrialização, garantindo prosperidade e bem-estar à cidade e a todo o país, a nova ponte San Giorgio procura esses motivos em um modelo muito diferente. A ideia do projeto do arquiteto, que parte da consciência do fracasso daquele modelo que tinha caracterizado as duas revoluções industriais das quais, na Itália, a cidade de Gênova foi uma das três protagonistas, identifica o desenvolvimento sustentável como o princípio norteador a ser perseguido e representado. A escolha de valor é evidente por ter concebido o novo viaduto como uma máquina energeticamente autossuficiente, aspecto que se pressupõe ser um elemento simbólico deste modelo de desenvolvimento.

O desafio às leis da estática e à natureza, que na ponte Morandi encontraram expressão não apenas nos vãos centrais, mas também no funcionamento estático do mastro pretendido, deixa o seu lugar para o uso de fontes de energia renováveis como modalidade através a qual atender às necessidades energéticas relacionadas ao funcionamento do novo viaduto. No caso proposto, a história da infraestrutura de Génova, vislumbra a necessidade e a urgência em buscar um modelo de desenvolvimento sustentável.

No caso da ponte San Giorgio, a aplicação da metodologia do Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana – I.R.U. – se demonstrou aplicável e apontou para o fato que as dimensões “Estrutural” e “Instalações” resultaram expressivas, alcançando valores elevados dentro do índice proposto. Apenas o sistema “Implantação” não mostrou grandes resultados devido à avaliação atribuída pelo I.R.U. e à presença, ainda marcante, de uma área industrial debaixo da infraestrutura. Existe a previsão de requalificação da área que, ainda, está em fase de canteiro.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste artigo está disponível no SciELO DATA e pode ser acessado em <https://doi.org/10.48331/SCIELODATA.JWP3AJ>

Referências

- Cavalcante, G. H. F. (2019). *Pontes em concreto armado: análise e dimensionamento* (1^a ed., Vol. 1). São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda.
- Domus (1967). *Revista DOMUS*. Recuperado em 20 de junho de 2024, de <https://www.domusweb.it>
- Ferreira, O. L. (2011). *Patrimônio cultural e acessibilidade: as intervenções do Programa Monumenta, de 2000 a 2005* (Tese de doutorado). Brasília, Universidade de Brasília.
- Galimi, S. Buzar, M. A. R., Pantoja, J. C., Naili, L. T. (2021). Conservação do patrimônio moderno através das práticas de retrofit na infraestrutura urbana de Brasília. In J. C. Pantoja, M.A.R. Buzar, & N. Guimarães de Oliveira Porto (Eds.), *Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade* (ed. 1, vol. 1, p. 261-282). Brasília: Editora da Universidade de Brasília.

Galimi, S. (2021). *Índice de Requalificação da Infraestrutura Urbana: uma proposta para avaliação das intervenções de retrofit no patrimônio das obras de arte especiais* (Tese de doutorado). Brasília, Universidade de Brasília.

Galimi, S.; Pantoja, J.; Buzar, M.; Santos Machado, P. R. (2020). Retrofit em obras tombadas de infraestrutura urbana: o caso do Viaduto sobre a Galeria dos Estados. *PARANOÁ: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*. 13(26), 140-156.

Galimi, S., Buzar, M. A. R., Pantoja, J. C. (2022). Urban Infrastructure Requalification Index: the central viaduct in Brasilia. *Revista Cadernos Metrópole*, 24(55), 1097-1121.
<https://doi.org/10.1590/2236-9996.2022-5511>

Inojosa, L. da S. P. (2019). *O protagonismo da estrutura na concepção da arquitetura moderna brasileira* (Tese de Doutorado). Brasília, Universidade de Brasília.

Italferr. (2019). *Relazione Generale - Viadotto Polcevera. Progetto esecutivo di 1º livello*. Recuperado em 8 de junho de 2024, de <https://www.italferr.it>

Kohlsdorf, G., Kohlsdorf, M. E. (2017). *Ensaio sobre o desempenho morfológico dos lugares* (1ª ed., Vol. 1). Brasília: FRBH.

Negreiros, I. (2018). *Retrofit Urbano: uma abordagem para apoio de tomada de decisão* (Tese de Doutorado). São Paulo, Escola Politécnica de São Paulo.

Newton, P. W. (2013). Regenerating Cities: Technological and Design Innovation for Australian Suburbs. *Building Research & Information*. 41(5), 575-588.
doi: 10.1080/09613218.2013.803921

Oliveira, A. L. A., Pantoja, J., Varum, H., Galimi, S. (2024). Structural Degradation Assessment of RC Buildings: Application via Software of the method of assessment by integrity and safety - MAIS Method - in a Heritage Case Study in Brasilia. In *Anais do XLIV Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering*. Porto: CILAMCE.

Piano, R. et al., (2018). *The Art of making Buildings* (1ª ed., Vol. 1). Londres: Ed. Royal Academy of Arts.

Romero, M. A. (2007). Frentes do urbano para a construção de indicadores de sustentabilidade intra-urbana. *PARANOÁ: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*. 3(4), 47-62.
<https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n4.2007.12103>

Zanon, B., Verones, S. (2013). Climate change, urban energy and planning practices: Italian experiences of innovation in land management tools. *Land Use Policy*. 32(1), 343-355.

Editor responsável: Rodrigo Firmino

Recebido: 11-Nov-2024

Aprovado: 26-Aug-2025