

# Matriz Multicriterial para escolha de sistema estrutural na concepção de passarelas urbanas em aço

Antônio de Pádua F. Fialho (1)  
Luiz Fernando L. Ribeiro (2)

## INTRODUÇÃO

O crescimento e desenvolvimento das cidades criaram novas demandas na organização dos espaços destinados ao fluxo de pessoas e meios de transporte. As vias férreas e de rodagem, destinadas ao tráfego de veículos, foram se tornando verdadeiras barreiras aos pedestres, dividindo as cidades, fragmentando seu tecido urbano e criando a necessidade de soluções para os problemas de acessibilidade criados ao pedestre. (Figura 1)



Figura 1 – Passarela Japão permite a ligação de duas áreas urbanas separadas por complexo viário de grande dimensão e intenso tráfego em La Defense, Paris.

As passarelas são uma das principais soluções para estes problemas e as estruturas em aço têm se mostrado como as mais adequadas e eficientes para a sua construção, devido a sua leveza, rapidez de execução e facilidade de montagem em ambientes urbanos normalmente já congestionados e de difícil operação ou interrupção do tráfego.

As passarelas há muito deixaram de ser encaradas apenas com pontes para pedestres transporem vias ou obstáculos urbanos, pois suas presenças são capazes de gerar importantes marcos de referência e expressão dentro da paisagem urbana, ou conturbá-la e poluí-la visualmente ainda mais. Torna-se fundamental então que estes equipamentos não só solucionem o problema de acessibilidade dos pedestres, mas também que se harmonizem e interajam com a paisagem local. Assim as questões estéticas e subjetivas passam a ter grande importância na concepção e elaboração das passarelas.

## CONCEPÇÃO E PROJETO DE PASSARELAS

O projeto de passarelas envolve processos de tomada de decisão de questões objetivas e subjetivas, demandando capacitação em três áreas: criatividade e estética, para concepção geral da idéia e sua inserção urbana; capacidade analítica, para conceber e entender seu comportamento físico e estrutural; conhecimento técnico e prático, de forma a viabilizar técnica e financeiramente as decisões (Figura 2). Se estas três capacitações não são encontradas em um único profissional, devem estar contempladas na equipe responsável pela passarela.

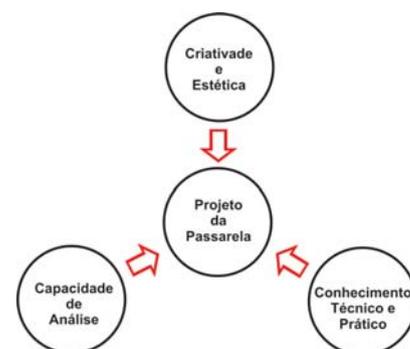


Figura 2 - Interação das capacidades exigidas no projeto de passarelas.

A etapa de concepção das passarelas, embora normalmente seja o período mais curto de todo o processo, certamente é fundamental para o sucesso do projeto. Questões estéticas, urbanísticas e técnicas são, nesta etapa, delineadas e definidas de forma conjunta, gerando uma idéia básica que responde de forma satisfatória a todas estas demandas, o que certamente envolve um processo de tomada de decisões objetivas e subjetivas.

A concepção de passarela deve ser feita primeiramente na imaginação, na mente do projetista, de uma forma global abordando todos os seus aspectos gerais e fundamentais. Assim, temos uma etapa de tomada de decisão fundamental no processo, de caráter subjetivo, praticamente impossível de ser equacionada de forma lógica ou racional, não existindo método que a substitua. Embora pareça ser uma etapa individualista, o processo de criação define aspectos

de diversas áreas, não precisando nem devendo ser um processo linear, sendo cabível a participação de diversos profissionais de diversas áreas, com capacitações variadas na fase de definição de uma concepção básica.

Embora este momento seja bastante subjetivo e intuitivo, dependendo de dados não programáveis como a experiência e percepção individual dos projetistas encarregados da concepção da passarela, deve-se ter em mente que esta etapa faz parte de um processo maior, onde diversas decisões já foram tomadas e diversos condicionantes têm pesos e importância variáveis nas tomadas de decisão futuras. Assim pode-se adotar alguns critérios, que se não são definidores no processo de concepção da passarela, são ordenadores de dados e informações objetivas, fundamentais para a formação de um embasamento prévio para os projetistas, auxiliando-os nas tomadas de decisões e na concepção geral da passarela. Estes critérios servem para delinear, de forma mais precisa o universo no qual estarão trabalhando e criando.

## CRITÉRIOS DE ESCOLHA MATRIZ MUTICRITERIAL

Como visto anteriormente, o sistema estrutural a ser utilizado é definidor da imagem e das características físicas da passarela. Assim, o estabelecimento de alguns critérios de escolha deste sistema pode auxiliar nas decisões de definição da passarela, no momento de sua concepção global.

O estabelecimento dos critérios de escolha, e até mesmo a definição do sistema estrutural, ainda deixa em aberto e subjetivo o processo de definição do desenho e das caracte-

cterísticas físicas da passarela a ser projetada, mas é uma forma de análise das alternativas e uma redução das possibilidades, de forma a concentrar o processo de criação em um número menor de variáveis subjetivas.

Os sistemas estruturais podem ser analisados através de oito critérios definidores de sua adequabilidade, reunidos em três grupos distintos: o local, a passarela e a implantação.

A divisão em grupos busca reunir os critérios em três aspectos básicos de análise, onde o primeiro trata mais das questões de inserção e paisagem urbanas, o segundo das questões relativas às características físicas da passarela, pré-definidas na análise dos dados levantados, e o terceiro das questões técnicas ligadas à implantação da passarela no local determinado.

O custo isolado dos sistemas não foi considerado importante para a análise, porque dados como adequabilidade a vãos e características das fundações e apoios já envolvem análise econômica e o custo de uma passarela é função da solução como um todo e deve ser avaliado numa relação custo x benefício mais ampla e não antecipadamente, embora a avaliação econômica das soluções deva ocorrer de forma contínua e permanente durante cada etapa em todo o projeto.

O LOCAL: Este grupo reúne os critérios que analisam a adequabilidade da imagem da passarela, gerada a partir da utilização dos sistemas, ao ambiente e à característica urbana do local onde será implantada a passarela:

- Vizinhança
- Densidade
- Visibilidade e Perspectiva

No critério “vizinhança”, a ade-

quabilidade dos sistemas à imagem da paisagem urbana local será avaliada, considerando-se a relação de proporção e escala da passarela a ser implantada com a escala e proporção do ambiente urbano da vizinhança, configurado pelas características das tipologias existentes, podendo ser considerado verticalizado, horizontalizado ou neutro.

A “densidade” refere-se à existência ou não de espaço livre entre as edificações lindeiras ao obstáculo a ser transposto e o mesmo, para a implantação da passarela e seus acessos, permitindo a identificação clara da área de domínio da passarela e das edificações. Assim, este critério avalia a adequabilidade do sistema na inserção física da passarela no espaço urbano disponível.

“Visibilidade” diz respeito à forma como a passarela será vista, se existirão ou não grandes perspectivas, se a passarela é vista inteira com seus acessos inclusive, ou se apenas é visível por partes, a qual sua imagem irá se sobrepor. Aqui a adequabilidade dos sistemas será avaliada em função de inserção na paisagem, como poderá ser vista de diversos pontos e de como a imagem da passarela decorrente da utilização de determinado sistema poderá expressar-se dentro deste cenário. (Figura 3)

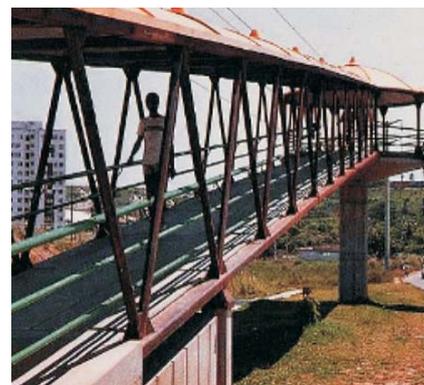




Figura 3 - imagens de um mesmo sistema de passarela em ambientes urbanos com vizinhança, densidade e visibilidade diferentes.

Os sistemas estruturais podem ser avaliados a partir destes três critérios: como muito adequado, adequado, pouco adequado e não adequado, podendo-se atribuir pontuação de 3, 2, 1 e zero, respectivamente.

## A PASSARELA:

Este grupo reúne dois critérios que avaliarão os sistemas estruturais a partir das características já definidas da passarela:

- Função
- Características

O critério “Função” avalia a adequabilidade dos sistemas em criar passarelas com imagens adequadas à sua função, ou seja, como a passarela deve mostrar-se na paisagem, em função da importância de sua ligação; sob o aspecto funcional, dentro do sistema de tráfego de pedestres ou sob o aspecto expressivo e simbólico que pode dela ser exigido.

Já o critério “Características” avalia a adequabilidade dos sistemas em facilitar ou baratear as soluções dadas às demandas de características físicas das passarelas, como dimensionamento, necessidade ou não de proteção, cobertura ou fechamento, limitações físicas de ordem legal ou de interferência em sistemas urbanos já instalados.

Neste grupo os sistemas estruturais podem ser avaliados apenas como muito adequados ou pouco adequados, respectivamente correspondente à pontuação 2 ou 1.

## A IMPLANTAÇÃO:

Os critérios reunidos neste grupo – Acessos, Apoios, Vão e Montagem – dizem respeito à implantação da passarela.

O critério “Acessos” avaliará a adequabilidade dos sistemas estruturais não ao tipo de acesso e sim ao posicionamento de nível dos mesmos, ou seja, se os dois acessos estão no mesmo nível, se estão nivelados ou acima do obstáculo a ser transposto. Acesso acima do obstáculo significa redução ou ausência de circulação vertical para acessar a passarela e apoio de extremidade direto sobre o solo, enquanto o acesso nivelado impõe existência de circulações verticais e elemento estrutural para conduzir cargas de extremidade da passarela até o solo. Além disso, a análise deste aspecto nos permite avaliar a possibilidade de posicionamento da estrutura em relação ao tabuleiro, pois acessos acima normalmente ampliam as possibilidades de utilização da estrutura principal abaixo da linha do tabuleiro.

O critério “Apoios” avalia a adequabilidade dos sistemas às possibilidades de apoios, em função de existência de espaço e das características do solo para fundações, definindo, inclusive, possibilidades de dimensionamento de vãos a serem vencidos.

O critério “Vão”, avalia os sistemas estruturais em função de sua adequabilidade ao vão a ser vencido, enquanto o critério “Montagem” avalia

a adequabilidade dos sistemas em função das características de seus processos de montagem e sua viabilidade ao local que será implantada a passarela. Assim, não só as questões técnicas e econômicas dos sistemas de montagem devem ser avaliadas, mas também as condições físicas do entorno e do tráfego local para suportar o impacto do processo de transporte de elementos e equipamentos necessários à montagem da passarela.

Neste grupo os sistemas estruturais são avaliados como muito adequado, adequado, pouco adequado, e não adequado recebendo pontuação 3, 2, 1 ou zero, respectivamente.

A matriz multicriterial pode ser composta por quantos sistemas estruturais se queira, englobando todos os sistemas estudados ou apenas alguns, ou ainda diversas variações de cada tipo ou de determinados tipos de sistemas estruturais possíveis.

O somatório total dos pontos obtidos para cada sistema pode fornecer uma visão global de sua adequabilidade em relação a outros, a partir de um processo mais analítico dos condicionantes objetivos e subjetivos do projeto. A divisão em três grupos de características diversas permite que a análise dos subtópicos por grupo forneça uma visão da adequabilidade dos sistemas a aspectos diferenciados de análise, além de permitir, em função da especificidade de cada projeto, a definição dos pesos diferenciados para cada um dos grupos, possibilitando que o somatório final apresente uma visão mais específica para o projeto e local em questão.

Assim a matriz, para análise dos cinco principais sistemas estruturais utilizados na construção de passarelas em aço, poderá ter a conformação da tabela 1:

MATRIZ MULTICRITÉRIAL DE ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS NA CONCEPÇÃO DE PASSARELAS EM ESTRUTURAS DE AÇO

SISTEMAS ESTRUTURAIS	GRUPO I LOCAL					GRUPO II PASSARELA			GRUPO III IMPLANTAÇÃO				TOTAIS				
	VIZINHAÇA	DENSIDADE	VISIBILIDADE	SUBTOTAL	SUBTOTAL PONDERADO	FUNÇÃO	CARACTERÍSTICA	SUBTOTAL	SUBTOTAL PONDERADO	ACESSOS	APOIO	VÃO	MONTAGEM	SUBTOTAL	SUBTOTAL PONDERADO	TOTAL GERAL	TOTAL GERAL PONDERADO
ARCO																	
TRELIÇA																	
VIGA																	
PENSIL																	
ESTAIADA																	

Tabela 1 - Matriz Multicriterial

É importante observar que o grupo 2, pelo número de critérios de que é composto e pela forma de avaliação, tem sempre um peso menor no somatório final, por tratar de dois critérios que qualquer um dos sistemas estruturais pode responder de forma satisfatória, tornando a avaliação bastante subjetiva e presa a preferências individuais. Entretanto, o sistema de pesos diferenciados

possibilita a adequação da avaliação ao critério dos projetistas.

A matriz multicriterial proposta não tem por objetivo ser definidora do processo de escolha do sistema estrutural a ser adotado e sim de ser um processo de análise um pouco mais sistematizada e objetiva de dados e questões subjetivas, podendo ser um instrumento ordenador das discussões internas da equipe responsável pela

concepção da passarela no sentido de fornecer subsídios para o processo de escolha definitivo. Portanto, não só a pontuação global é importante, mas a pontuação obtida em cada critério pode ainda fornecer subsídios que ajudam na definição final das características formais que o sistema estrutural deve tomar, de modo que se consiga uma passarela que atenda não só às questões funcionais imediatas mas que responda satisfatoriamente à sua imagem, expressão e inserção urbana.

(1) Arquiteto, Mestre em Construção Metálica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.

(2) Professor Adjunto, Doutor em Engenharia de Estruturas, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. ■

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fialho, A. P. F. (2004) Passarelas Urbanas em Estrutura de Aço. Dissertação de Mestrado, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.  
 Meyer, K. F. (1996), Estruturas Metálicas: Passarelas e Pontes para Dutos. KM Engenharia, Belo Horizonte.  
 DeLony, E. (1996) Context for World Heritage Bridges, artigo. Disponível em: <http://www.icomos.org/studies/bridges>  
 Corus Construction Center, (2000). The design of steel footbridges, 35p. Scunthorpe, U.K. Disponível em: < <http://www.corusconstruction.com> >  
 Barker, R. M., e Puckett, J. A. (1997) Design of Highway Bridges: Based on AASHTO LRFD Bridge Design Specifications. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc., New York.



antes de construir clique aqui





- Mais de 1.400 páginas de conteúdo técnico
- Obras nacionais e internacionais com mais de 12.000 imagens
- A melhor ferramenta de pesquisa para profissionais e estudantes
- Tabelas técnicas, biblioteca, dicas de construção
- Cadastro de Empresas, Fabricantes e Fornecedores
- Banco de vagas e currículos

confirmado por mais de 120.000 visitantes / mês

**O maior Portal de construção civil com estruturas metálicas**

(11) 5565 - 3232  
[metalica@metalica.com.br](mailto:metalica@metalica.com.br)



Mantenha-se informado. O Jornal do Metálica traz as notícias do setor em tempo real: leia sobre os mercados do aço, cobre, inox e alumínio e notícias sobre siderurgia, economia e mercado.

[www.metalica.com.br](http://www.metalica.com.br)