

CRIAÇÃO E EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DA ENGENHARIA NA CONSTRUÇÃO DE PONTES

ARIEL DA SILVA BELARMINO¹
CARLOS EDUARDO LEITE RODRIGUES²
CLAUZERINO FERREIRA MAFORTE JÚNIOR³
GABRIEL VIANA XAVIER⁴
MARCELO LOPES DE CARVALHO⁵
YURI RENAN PROCOPIO DOS SANTOS PINTO ZOLET⁶
PAULA FERNANDA PIO MACÊDO BENARROSH⁷

RESUMO

Este trabalho apresenta um levantamento bibliográfico e histórico sobre as técnicas construtivas utilizadas ao longo do tempo na construção de pontes, estas que tinham grande importância que variavam desde estratégia de guerra até o fortalecimento do comércio pois devido as pontes foi possível acessar lugares e estabelecer novas relações comerciais com vilas vizinhas. Com o passar do tempo novas técnicas foram descobertas que diminuíram o tempo de construção e aumentaram a resistência, novas matérias foram empregadas como pedra e ferro, com a expansão das construções de ponte ocorreu que o conhecimento da arte de construir pontes era quase que detido exclusivamente pela igreja. Quanto mais o tempo passava novos materiais eram empregados, até que chegou ao ponto em que o ferro e o aço entraram como uns dos materiais principais juntamente com o concreto na hora de construir ponte. Assim foram desenvolvidas técnicas de construção em arco, esta nova forma, permitiu uma construção mais leve, mais barata e mais eficiente.

Palavras-chave: APRIMORAMENTO. TECNOLOGIA. PONTES.

INTRODUÇÃO

As pontes são grandiosas construções que tem um papel muito importante na sociedade, servem como travessia sobre os rios, montanhas, ligações entre prédios, facilitam travessia de pedestres e automóveis entre outras funções. Foram modificadas e melhoradas com o passar dos anos com evoluções nos materiais que

¹Graduando no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia – FARO, ariel_belarmino@outlook.com;

²Graduando no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia – FARO, kadu_07@live.com;

³Graduando no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia – FARO, juniorm.121@gmail.com;

⁴Graduando no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia FARO, gabrielviana393@gmail.com;

⁵Graduando no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia FARO, marcelo_carvalho.pvh@hotmail.com;

⁶Graduando no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia FARO, yuri_renan13@hotmail.com;

⁷Professora orientadora do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia – FARO, paula_fernandabenarrosh@hotmail.com.

constituem sua estrutura, com o objetivo de suportar maior carga viva, a própria carga morta e o impacto causado por conta do choque de carga, desde o período romano até os dias atuais.

O trabalho está baseado em uma revisão bibliográfica, com o intuito de analisar a evolução das técnicas de construção de pontes ao longo da história e a engenharia base utilizada.

Por considerar a evolução da construção de pontes significativa, devido proporcionarem melhorias nas técnicas e maior qualidade no conjunto estrutural que é fundamental em sua construção. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo principal apresentar a retrospectiva histórica de uma das principais estruturas presentes na construção civil, as pontes, buscando citar os seus processos evolutivos, desde as primeiras pontes no tempo medieval, até as atuais construídas, mostrando todas as características que marcaram cada período em que foi confeccionada.

1 PONTES: CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

1.1 PERÍODO ROMANO

As pontes atuais são reflexos do período romano. As pontes em arco de pedra surgiram no império romano e possuíam até 30 metros, sendo que alguns dessas construções ainda estão conservados. Caracterizada por construção em arco, semicirculares e firmes em pilares, marcam tanto o estilo do período romano quanto renascentista (JESUS, 2013).

As pontes definidas de madeira eram poitadas no rio, sendo colocadas até cinco pilares de pedra com concreto (brita e argamassa) por dentro para suportá-la firmemente. Suas ensecadeiras eram feitas de toras de carvalho, sendo amarradas entre si por correntes, sendo seus espaços preenchidos com barro (VERSCHLEISER, 2008).

A ponte de pedra em arco mais antiga é a ponte Aemilius, era criada baseando-se no sistema de vias imperiais. O desaparecimento de pontes românicas deve-se em grande parte aos fatores ambientais, devido à passagem de tempo, fenômenos de assoreamento e inundações, assim como a ação de destruição por povos sucessores (guerras) (COSTA, 2009).

1.2 PERÍODO MEDIEVAL

No início da idade média, foi marcado pela decadência do império romano e com ele caiu também em desuso a rede de estradas. Inicia-se então um período de estagnação na construção de pontes. Durante certo período a capacidade dos profissionais da construção civil foi se atrofiando, pois não existiam encomendas, exceto na construção de edifícios religiosos. Sendo então os monges que transmitiam os ensinamentos que mantiveram para construir os seus templos. Do estudo das pontes medievais entende-se que os monges construtores foram grandes mestres que tentaram conservar as magníficas obras romanas, antigas estradas, fortificações, pontes e aquedutos espalhados pela generalidade do Continente Europeu (JESUS, 2013).

Na China, durante a Dinastia Tang (618-907) surgem as primeiras pontes em arco e os primeiros registros sobre o seu desenvolvimento. É, no entanto, durante a Dinastia Sui (518-619) que é construída a mais famosa e antiga, ainda existente, ponte em arco com um único vão, a Ponte de Zhaozhou construída entre os anos de 595 e 605 d.c. Com mais de 1400 anos de existência, a sua construção é atribuída a Li Chun e está implantada na província de Heibei, no norte do país. Esta ponte tem 37m de vão e 64,4m de comprimento (Id., 2013).

Com a construção de castelos, igrejas e catedrais fez com que as técnicas de construção em alvenaria evoluíssem, assim houve a necessidade do transporte da matéria-prima para os locais de construção, Surgem então às primeiras pontes com arco quebrado. Esta nova forma permite uma construção mais leve, mais barata e mais eficiente (Id., 2013).

A sabedoria da construção de pontes era por esta altura detida quase exclusivamente pela Igreja. O próprio Papa era o líder da Faculdade de Construção de Pontes para monges, Algumas das pontes mais arrojadas cuja construção não foi atribuída à igreja, denominaram-se pontes do diabo A geometria atribuída às pontes desta natureza era caracterizada pela irregularidade em termos de perfil longitudinal, arcos com diferentes vãos e flechas, tabuleiro não horizontal, arcos quebrados e eventual assimetria As pontes desta época são, de forma geral, caracterizadas pela sua robustez e sobriedade, mais pitorescas que as pontes romanas, revelam algo de fantasia (SANTOS; MORAIS; VARUM, 2009).

1.3 PERÍODO RENASCENTISTA

Caracterizado pelo nascimento da ciência moderna, a Idade Moderna (Renascimento) vai do século XVI até o XVIII depois de Cristo. Marcado por diversos famosos artistas, engenheiros, músicos, arquitetos, cientistas foi conhecida com a era da investigação e curiosidade, cujo conhecimento era ilimitado e sem fronteiras. Entre os grandes nomes dessa época, encontram-se Leonardo da Vinci, Galileu, Isaac Newton e Michelangelo (JESUS, 2013).

O renascimento é marcado por introduzir novas formas geométricas na construção de estruturas arquitetônicas. A “Pont Royal” é uma das pontes mais famosas construída nesta época para substituir um de madeira, localizada em Paris, teve sua construção concluída em 1689 (Id., 2013).

O renascimento é um momento de conflito e reformulação de conhecimentos passados. Ainda que em um momento de inovação, era notável o uso de modos e técnicas usadas naquele tempo dominado pelo catolicismo, mas, há de terem mudado as formas de visão do que iria ser construído ou transformado com base no novo pensamento pré-vigente: o Antropomorfismo egocentrismo, estes passam a impor à cabeça do homem seu ego maior e até então guardado como se fosse amedrontado (LIMA, 2012).

A verdade é que a cidade renascentista italiana era ideal, de pensamento e papel, e que fora mudada ao longo dos anos pelas influências das outras cidades ao redor. No que tange a pontes, elas eram feitas geralmente de pedra justapostas, logo deviam ter o mesmo tamanho, e isso atrasava a obra e a tornava mais cara devido a mão de obra mais especializada e a condução das peças pesadas que não foi autorizado o manejo, tal como a altura a que deveriam ser erguidas e ao seu tempo de secagem e aglutinação (Id., 2012).

1.4 PERÍODO INDUSTRIAL

Com a Revolução industrial a construção de pontes passou a ser de estruturas metálicas, sendo o custo econômico maior, logo, sua expansão foi em baixa escala, optando-se por construção de pontes em alvenaria. A primeira ponte construída em ferro fundido foi a de Coalbrookdale. Na França, todos os projetos de engenharia civil (pontes, canais, estradas, etc) deveriam passar por engenheiros graduados na Escola em Paris (Id., 2013)

O avanço da Revolução Industrial fez com que as técnicas metalúrgicas no mundo fossem totalmente modificadas: as indústrias com seu aumento na

fabricação de produtos e se tornando cada vez mais constante o uso de máquina a vapor, fizeram o ferro e o aço se tornarem materiais essenciais para a construção, pois com ele é possível construir estruturas mais leves, mais resistentes e num menor prazo de conclusão (BRAGA, 2009).

O aço é uma liga de ferro-carbono em que a concentração de carbono oscila entre 0,008% e 2,11%. Quanto maior o percentual de carbono no aço maior é a sua resistência, porém isso o torna mais frágil. Os aços com menor quantidade de carbono são menos resistentes à tração, porém isso os torna mais flexíveis (PFEIL W.; PFEIL M., 2008).

1.5 PONTES NO SÉCULO XXI

A revolução industrial que tinha começado na Inglaterra no final do século XVIII, gradualmente expandiu-se provocando mudanças enormes tanto no cotidiano como na vida das pessoas. Novas formas de transporte em massa por canal comboio foram criadas seguindo a evolução e a valorização e maior utilização do carvão e da fábrica dos têxteis e cerâmicas. A combustão do carbono era feita em fornos quentes em altas temperaturas e era também essencial para a descoberta em 1824 por JOSEPH ASPDIN, queimando o calcário e a argila em Leeds assim a madeira e o ferro foram sendo substituído pelo ferro fundido e pelo ferro forjado, que mais tarde seriam substituídos pelo aço e também o betão os dois materiais de construção de pontes do século XX (MARCHETTI, 2008).

Segundo Marchetti (2008, p. 2) os principais requisitos de uma ponte são: funcionalidade (tráfego viável e satisfatório, vazão, etc.); segurança (materiais de qualidade e que possibilitem menor tensão que as admissíveis, capazes de não provocar ruptura); estética (visualmente agradável ao ambiente que for implantado); durabilidade (a ponte deve atender as exigências de uso conforme o previsto); e economia (buscar sempre economizar na sua produção, no entanto, visando qualidade, sendo atendido os demais requisitos já citados). Uma das maiores construções civis no Brasil, é a ponte Rio Niterói, localizada no Rio de Janeiro, suporta um volume de tráfego superior a 150000 veículos diários (REVISTA..., 2014).

A exigência do crescimento e a expansão das cidades continuaram a melhorar e aumentar a construção de estradas, canais e caminhos de ferro. A era industrial introduziu a máquina a vapor, a combustão interna, as linhas de produção,

eletricidade, gás e o trator. As pesadas máquinas e extensas carruagens empunharam cargas elevadas, mas estruturais das pontes que mesmo até aqui tinham estado submetidas. As pontes tinham que ser de ligações mais fortes, rígidas, eficientes e de rápida construção, de forma a acompanhar o ritmo elevado do progresso (RYALL; PARKE; HARDING, 2008).

Após tantos anos com diversas modificações em pontes a pergunta é: “como serão as pontes do futuro?” As pontes do futuro tem sido um desafio, diversas estratégias estão sendo colocadas em prática para trazer esse interesse pela construção de pontes no futuro. Tais pontes terão que ser de materiais leves e que não afetem o planeta, uma das iniciativas implantadas são competições entre alunos que estudam as disciplinas de física e matemática, onde o concurso se baseia na construção de pontes de macarrão, que a ponte da equipe vencedora será a estrutura que sustentar o maior peso em relação as pontes dos adversários, sem que ela se quebre (KRIPKA; PÉRES; MEDEIROS, 2011).

CONCLUSÃO

Com esse trabalho investigativo foi possível fazer todo o contexto histórico a respeito das pontes e seu grande desenvolvimento estrutural, saindo da forma rudimentar e trazendo maior segurança para os construtores e aos habitantes que por elas iram circular.

Assim sendo com essa revisão bibliográfica, podemos concluir que a construção de pontos marcada por tantas edificações, mesmo sendo iniciada a sua confecção em um tempo arcaico, ou seja, pouco conhecimento, já era um dos maiores feitos que a engenharia civil pode trazer, sinônimo de desenvolvimento econômico e crescimento populacional, constantemente temos projetos que objetivam a melhoria de tal estrutura querendo assim para o futuro, não pontes tão pesadas e sim pontes renováveis e leves de grande resistência e pouco afetivas as futuras gerações, ou seja, a ponte sempre esta em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

BRAGA, T.M.G. Cronologia do Uso dos Metais. Portal Metálica: Construção Civil. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.metálica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=886>. Acesso em 15 jun. 2016.

COSTA C.M.R. **Comportamento Estrutural de Pontes em Arco de Alvenaria de Pedra**. Porto, 2009.

JESUS, J.J.C. **Caraterização Geométrico-Estrutural de Pontes em Arco de Alvenaria na Região de Bragança**. São Paulo: Instituto Politécnico de Bragança, 2013.

KRIPKA, M.; PÉREZ, C.A.S.; MEDEIROS, G. F. **Uma ponte para o futuro: competição de pontes de espaguete como uma experiência didática nas escolas de Ensino Médio**. Recife: XIII CIAEM-IACME, 2011.

LAZZARI, P.M. **Estudo de Projeto Estrutural de Ponte Rodoviária em Arco Inferior em Concreto Armado no Município de Saudades/SC**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

LIMA, F.A.A. **A ideia de cidade no renascimento**. FAU-USP. Tese de Doutorado – História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo. SÃO PAULO, 2012.

MARCHETTI O. **Pontes de Concreto Armado**. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

PFEIL, W.C.; PFEIL, M. S. **Estruturas de Aço dimensionamento prático**. 8. ed. Rio de Janeiro: p.627, outubro de 2008.

REVISTA Brasil Construção. 2. ed.. Rio Grande do Sul, 2014.

RYALL, M.J.; PARKE, G.A.R.; HARDING, J.E. The manual of bridge engineering. Institution of Civil Engineers. 2. ed. London: **Thomas Telford Ltd.**, 2008.

SANTOS, P.; MORAIS, M.; VARUM, H. Proposta de um método construtivo de pontes de alvenaria em arco. **1º Congresso de Segurança e Conservação de Pontes ASCP**. Lisboa, 2009.

VERSCHLEISSER, R. **Aplicação de Estruturas de Bambu no Design de Objetos como construir objetos leves, resistentes, ecológicos e de baixo custo**. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RIO. Rio de Janeiro, 2008.

Disponível em:

<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=The_Iron_Bridge&oldid=721348090>.

Acesso em: 10 mai. 2016.