Correlações de forças na construção da infraestrutura viária: engenharia, circulação e arranjo fiscal – Minas Gerais, 1860-1864

Télio Anísio Cravo
Doutorando em História Econômica – UNICAMP/IE

Resumo: Este artigo tem por objetivo analisar a especificidade do processo de difusão e aprendizagem subjacente à tecnologia construtiva da ponte *lattice* (treliça) erguida com o uso de ferro e madeira presente na infraestrutura viária do Brasil oitocentista. O método construtivo de ponte denominado *lattice* foi desenvolvido e registrado por Ithiel Town no escritório de patente dos Estados Unidos em 1820 e 1835. Pretende-se enfatizar o processo de adoção de uma nova tecnologia e a importância de atores distintos no âmbito da Engenharia no Brasil, assim como identificar as formas de contato e transmissão de conhecimento científico e tecnológico durante o processo de uso do método *lattice.* Para tanto, utilizam-se como fonte as informações consubstanciadas no Banco de Dados dos Processos Construtivos de Pontes e Estradas.

Palavras-chave: Secretária de Obras Públicas; Engenharia e Engenheiros; Minas Gerais; Pontes.
Área temática: História Econômica e Demografia Histórica.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo intentar sair das generalizações, que mais ocultam do que esclarecem acerca da construção da infraestrutura viária do país ao afirmarem a ausência de aperfeiçoamento, construção e conservação em estradas e pontes no Brasil oitocentista, especificamente, na província de Minas Gerais.[1] Pretende-se revelar os atores, os contatos, os confrontos, as disputas, os modos de execução e a singular participação de engenheiros nos meandros da administração provincial.

Analisar a construção de pontes e estradas é um esforço em redefinir a correlação das atividades produtivas e a circulação de mercadorias e pessoas; as transformações técnicas empreendidas na construção das vias; compreender como e quando foram construídas as estradas e pontes, assim como perceber os problemas relacionados à escolha do traçado, conservação e administração das vias de comunicação.

Para tanto, o presente artigo analisará a construção de uma ponte *lattice* sobre o Rio Preto na década de 1860. Esta, por sua vez, adquiriu junto aos engenheiros provinciais a denominação de *"Systema Americano"*. Não se trata de um estudo de caso isolado dotado de aspectos emblemáticos, e sim de uma primeira aproximação com a extensa base documental consubstanciada no Banco de Dados dos Processos Construtivos de Pontes e Estradas.[2]

---

[1] O presente artigo é resultante da dissertação apresentada no programa de História Social (USP), com auxílio de bolsa concedida pelo CNPq, intitulada "Pontes e estradas em uma província no interior do Brasil oitocentista: engenharia, engenheiros e trabalhadores no universo construtivo da infraestrutura viária de Minas Gerais (1835-1889)". Parte do estudo aqui apresentado encontra-se publicado no artigo denominado "Engenharia, engenheiros e o universo da difusão de tecnologia no Brasil Imperial: patente, projeto e construção de uma ponte lattice em Minas Gerais (1860-1864)". *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 359, jul | dez 2012.

[2] Banco de Dados dos Processos Construtivos de Pontes e Estradas é desenvolvido no Núcleo de Pesquisa em História Econômica e Demográfica do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG) sob a coordenação do professor Marcelo Magalhães Godoy.

As vias de comunicação na província de Minas Gerais, bem como os meios de transportes que nela circularam, interagiram com as desigualdades das condições naturais do solo, clima, relevo; relação entre a densidade populacional e as estradas; abastecimento; preocupação da estrutura administrativa provincial na conservação, melhoramento e estabelecimento de uma infraestrutura viária eficiente; os iminentes riscos e despesas dos transportes em uma região no interior do continente. Ressalta-se que o aspecto hidrográfico de Minas Gerais com extensas bacias e seus respectivos afluentes certamente tornaram as pontes imprescindíveis para a circulação de bens e pessoas.[3]

CONSIDERAÇÕES SOBRE PONTES E A ILUSÃO DAS NARRATIVAS DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

O século XIX encadeou significativas modificações nas relações entre o desenvolvimento técnico, o científico e o econômico. A singularidade desse século está na consolidação e gênese de uma nova forma de produção e interação entre os conhecimentos científicos e técnicos. Transformações nos planos institucionais, notadamente no papel das universidades, que tornaram os engenheiros em profissionais com relativo grau de aperfeiçoamento técnico e profissional, repercutiram nas práticas de leitura e da escrita científica, que adotou formas distintas de divulgação como os periódicos especializados, os manuais e as obras de vulgarização (SZMRECSÁNYI, 2001):

> *Se as relações entre ciência, tecnologia e economia tornaram-se finalmente visíveis no decorrer do século XIX, isto decorreu, em parte, da transformação das ciências e das técnicas em atividades sociais autônomas e diferenciadas, exercidas de maneira cada vez mais integrada e contínua por agentes devidamente especializados – os cientistas e os engenheiros – cujas funções passam a ser socialmente reconhecidas e remuneradas. É claro que este fenômeno não teve a mesma amplitude, as mesmas características, o mesmo ritmo em cada país ou, no interior de um mesmo país, em cada disciplina científica ou tecnológica* (Ibidem, 2001, p. 171).

Novos vínculos foram criados entre o desenvolvimento técnico e o científico como se evidencia no desenvolvimento do telégrafo elétrico decorrente dos conhecimentos da física sobre a eletricidade e nas experiências eletromagnéticas de Michael Faraday (1791-1867) que possibilitaram o surgimento do dínamo e da indústria de máquinas elétricas (Ibidem, 2011). As aplicações práticas resultantes da interação entre a ciência e técnica, por exemplo, a iluminação a gás, o telégrafo e as estradas de ferro transformaram as ciências e as técnicas em símbolos de poder, de riqueza e de modernidade (Ibidem, 2001, p. 170/174).

Em 1845, Friedrich Engels, ao analisar as transformações ocorridas na primeira metade do século XIX, retratou a ampliação das comunicações no Império Britânico, sobretudo, na Inglaterra, com a construção de quilômetros de estradas, canais e pontes em fins do século XVIII e no início da centúria seguinte. Avaliou a importância da construção de canais a partir de 1755, a construção e navegação de barcos a vapor, a restauração de antigas estradas conforme o novo sistema MacAdam, a expansão da produção de ferro, através da técnica denominada *"puddling"* e, conjuntamente, o

[3] Sobre uma avaliação quantitativa e qualitativa do Banco de Dados dos Processos Construtivos de Pontes e Estradas, ver: BARBOSA, Lidiany Silva. *Tropas e ferrovias em uma província não-exportadora. Estado, elites regionais e as contradições da política de transportes no início da modernização – Minas Gerais, 1835-1889.* Doutorado. Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

aumento do uso do ferro nas construções de pontes, sendo a primeira ponte de ferro erguida na década de 1770 (ENGELS, 2010, p. 55/59):

> *Foi sobretudo a produção de ferro que cresceu. Até então, as ricas minas de ferro inglesas eram pouco exploradas; o mineral do ferro era sempre fundido com carvão vegetal, que – em virtude da expansão da agricultura e da devastação dos bosques – tornava-se cada vez mais caro e escasso; somente no século passado começou-se a empregar para esse fim o carvão mineral (coke) e em 1780 descobriu-se um novo método para transformar ferro fundido com carvão mineral em ferro também utilizável para a forja (antes só empregado como ferro fundido). Com esse método, que consiste em extrair o carvão misturado com o ferro no processo da fusão e que os ingleses chamam de puddling abriu-se todo um novo campo à produção inglesa de ferro. Foram construídos altos-fornos cinquenta vezes maiores que os precedentes, simplificou-se a fusão do mineral com a ajuda de foles de ar quente e assim foi possível produzir ferro a um preço tão baixo que uma grande quantidade de objetos, antes fabricados com madeira ou pedra, passou a ser feita com ferro. Thomas Paine, o celebre democrata, construiu no Yorkshire a primeira ponte de ferro, a que se seguiram inúmeras outras, de tal modo que atualmente quase todas as pontes, sobretudo as ferroviárias, são de ferro fundido e em Londres até existe uma ponte (a de Southwark) sobre o Tâmisa fabricada com esse material; o uso do ferro está se generalizando na produção de pilares e de suportes para máquinas etc. e, com a introdução da iluminação a gás e as ferrovias, abriram-se novos espaços para produção inglesa de ferro* (Ibidem, 2010, p. 55).[4]

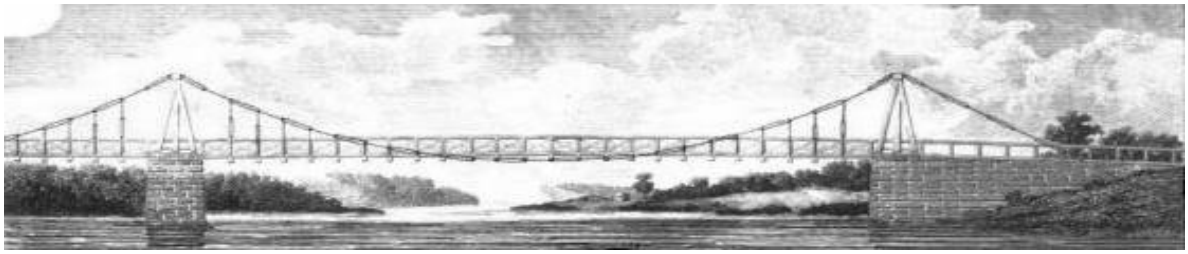
Engels, por sua vez, não tinha por objetivo analisar a infraestrutura viária do seu tempo, uma vez que se interessava em debruçar-se sobre *"o fruto mais importante dessa revolução industrial (...) o proletariado inglês"* (Ibidem, 2010, p. 59). Contudo, revela a singularidade e importância adquirida dos transportes no século XIX. Diante das transformações econômicas e sociais demonstra que o pequeno evento de construção de uma ponte ou estrada possui elementos que interagem com novos materiais, a descoberta de novas fontes de energia e o aperfeiçoamento da técnica de produção de ferro.

Nathan Rosenberg e Walter G. Vincenti (1978) analisaram, em *The Britannia Bridge: The generation and diffusion of technological knowledge*, os problemas enfrentados pela Engenharia e engenheiros durante a expansão do sistema ferroviário britânico, que empregava, em 1847, 257.000 homens na construção de 6.455 milhas férreas. Construir pontes é uma das práticas mais antigas realizadas pelos homens. No segundo quartel do século XIX, a rede ferroviária exigiu a construção de pontes com extensos vãos e de estruturas com capacidade para suportar o peso e vibrações das mesmas. A construção de uma ponte sobre o estreito de Menai com a finalidade em atender o avanço ferroviário representou desafio singular para a engenharia e os engenheiros Robert Stephenson e William Fairbairn. A vertiginosa expansão férrea do Império Britânico fez com que problemas sem precedentes surgissem na Engenharia. No caso do estreito de Menai, o descarte da construção de uma ponte com o *design* tanto em arco quanto em forma estrutural de uma ponte suspensa (figura 1) acentuaram as dificuldades e induziram a procura por uma solução.

---

[4] Segundo a nota da edição do livro, Engels comete um erro factual e de localização geográfica acerca da primeira ponte de ferro: *(...) pequeno erro factual de Engels: a ponte projetada por Paine, com elementos fundidos em Rotherham (Yorkshire), não foi construída nessa região; efetivamente, a primeira ponte de ferro do Yorkshire data de 1779 (sobre o Severn, em Coolbrookdale)* (Ibidem, 2010, p. 55).

Figura 1 – Perfil da Ponte Suspensa de James Finley – 1810

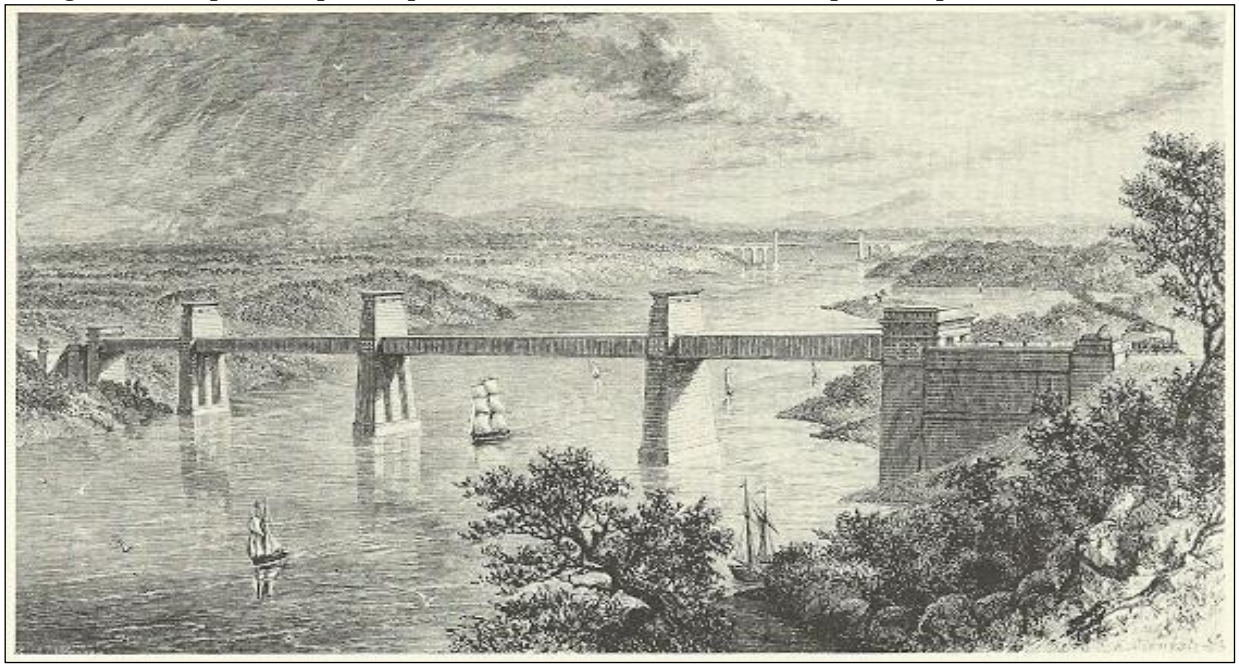


Fonte: *Port Folio*, n.s. 3 (june 1810), p. 441 apud KRANAKIS, Eda. *Constructing a bridge: an exploration of engineering culture, design, and research in nineteenth-century France and America*. Cambridge: MIT Press, 1997, p. 35.

Nota-se, que, em 1826, no mesmo estreito, Thomas Telford já havia construído uma ponte suspensa para o trânsito viário tradicional. Todavia, a proposta de construção de outra ponte suspensa sobre o mesmo estreito foi excluída, uma vez que se acreditava que o *design* da ponte não forneceria a rigidez estrutural suficiente para suportar o fluxo ferroviário (Fig. 2):

> *Although some suspension bridges were still giving good service in the 1840s, many had collapsed through the buffeting effect of winds, or even through oscillations built up by the impact of marching troops or droves of cattle. Captain Samuel Brown had built many, and had quite a number of failures, including his bridge of 449 ft. span across the Tweed at Bernick; this he completed in 1820, built it was blown down only six months later. In 1830 he had even built one to carry the Stockton and Darlington Railway across the Tees, only to find that train sank down and raised before behind it a wave in the deck, which racked the bridge to pieces in a few years* (HAMILTON, S.B. Building and civil Engineering construction apud ROSENBERG; VICENTI, 1978, p. 83).

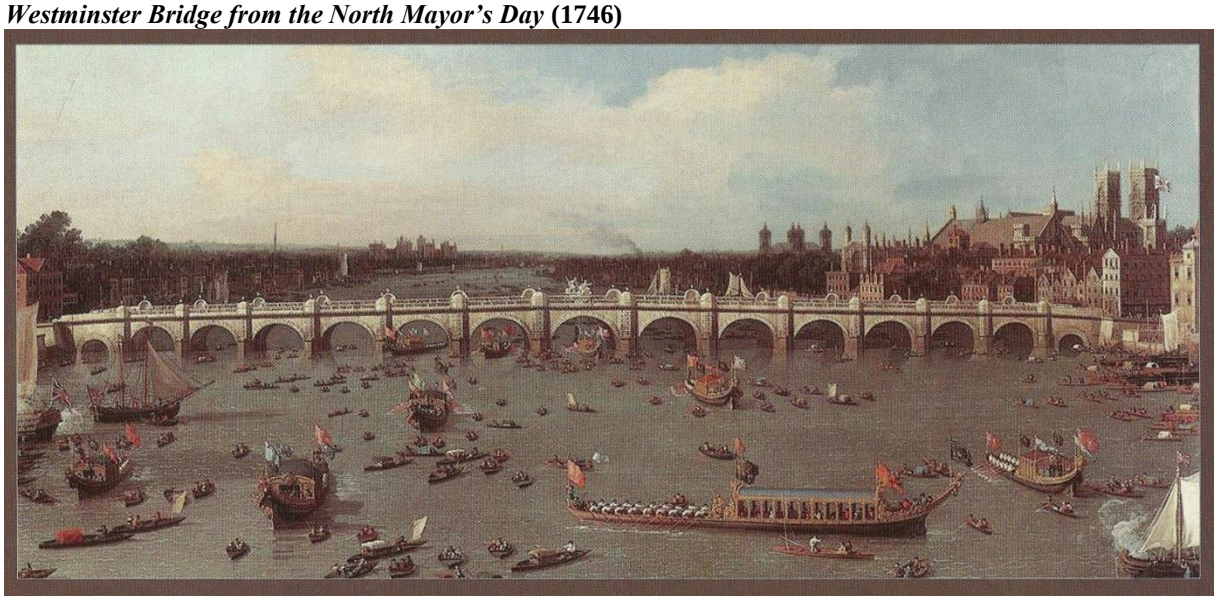
Figura 2 – Em primeiro plano o perfil da Ponte Tubular. Ao fundo, a ponte suspensa de Telford



Fonte: KNIGHT, E.H. *American Mechanical Dictionary*. New York, 1877, vol. 3, plate 62 apud ROSENBERG, Nathan; VICENTI, Walter G. *The Britannia Bridge: the generation and diffusion of technological knowledge*. Cambridge: MIT Press, 1978, p. 11.

Ademais, também havia sido desconsiderada a possibilidade de atravessar o estreito sobre uma ponte em arcos de ferro fundido, posto que a construção em arcos sobre o estreito impediria o fluxo de embarcações à vela que ali transitavam (Fig. 3).

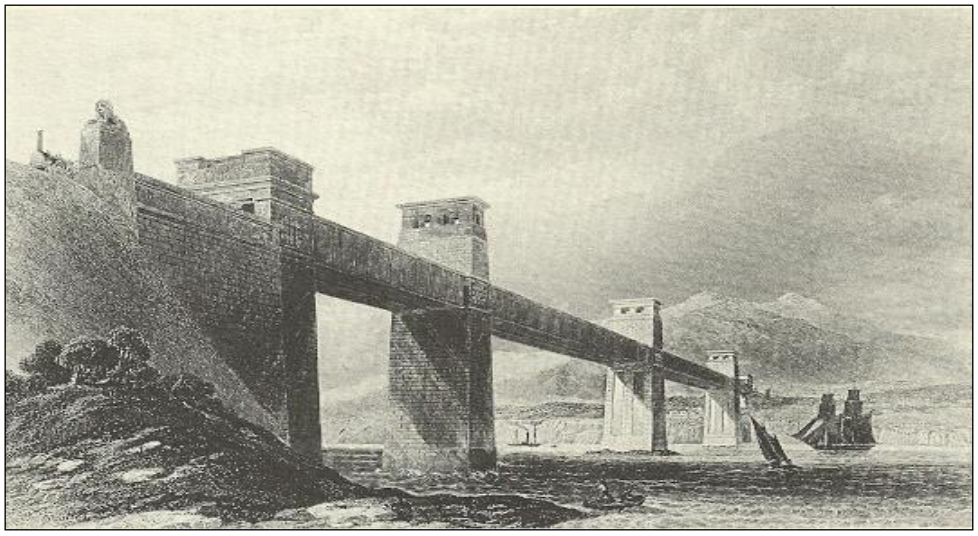
Figura 3 – Ponte em arco sobre o Rio Tâmisa – Tela do pintor Antonio Canale, *London: Westminster Bridge from the North Mayor's Day* (1746)



Fonte: LlOYD, Sampson; PAY, I.; WALDEGRAVE, K. London's bridges: crossing the royal river. London: Artists' and Photographers' Press, 2009, p. 61.

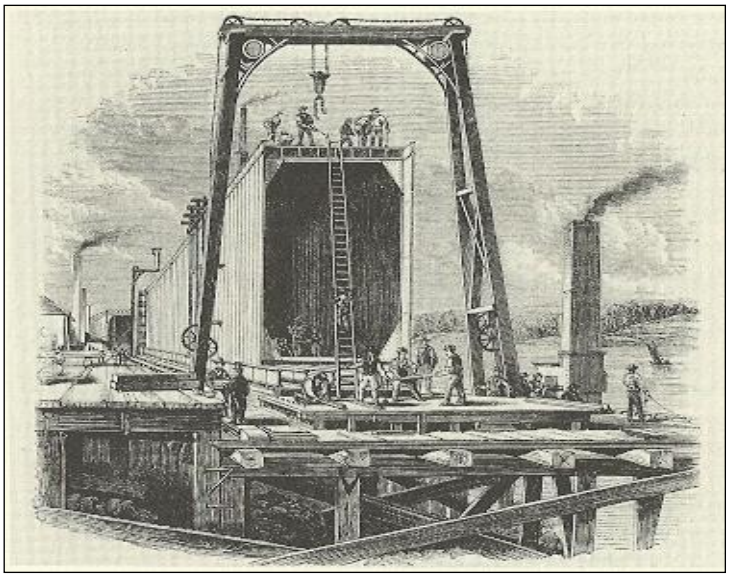
Tais dificuldades levaram os engenheiros a encontrarem uma solução para os problemas defrontados, uma nova tipologia de ponte então surgira: a Ponte Tubular. Esta, por sua vez, tinha como principal material estrutural placas de ferro forjado. A concepção da referida estrutura em forma retangular com placas de ferro somente se tornou possível em vista da introdução de inovações na indústria do ferro, que permitiu, portanto, elevada produtividade, aumento da qualidade e barateamento do produto (Fig. 4 e 5).

Figura 4 – Ponte Tubular sobre o estreito de Menai



Fonte: TOMLINSON, Charles**.** *Cyclopaedia of useful arts* (London, 1868), 1: 242 apud ROSENBERG, Nathan; VICENTI, Walter G. *The Britannia Bridge: the generation and diffusion of technological knowledge.* Cambridge: MIT Press, 1978, p. 10.

Figura 5 – Trabalhadores em processo de fabricação da *Britannia tube*



Fonte: SMILES, S. *The life of George Stephenson and his son Robert Stephenson*, rev. ed. (New York, 1868), p. 450 apud apud ROSENBERG, Nathan; VICENTI, Walter G. *The Britannia Bridge: the generation and diffusion of technological knowledge.* Cambridge: MIT Press, 1978, p. 41.

Atenta-se que se desconhecia à época a resistência estrutural do ferro forjado e o comportamento desta em estrutura de ponte. Diante disso, Rosenberg e Vicenti postulam o seguinte axioma: os conhecimentos da Engenharia não necessariamente requerem ou mesmo implicam em teorias:

> *The manner in which the requisite knowledge was acquired is interesting for another reason. There is a widespread tendency to regard technology as involving essentially the application of knowledge derived from science. We believe that such a model of engineering activity is seriously deficient on a variety of grounds, and we intend to deal with these deficiencies at a future deal. For present purposes, however, what is clear is that, in the case of Britannia Bridge, much of the requisite knowledge did not preexist and had to be produced on the spot. In other words the work of the civil engineer involved not the application of existing theoretical knowledge but the design and development of techniques that provided, by means of experimental investigations, empirical knowledge where theoretical knowledge was not and could no readily be made available. (...)*
> *An additional point removes the work of practicing engineers even more from the interface between the professional discipline and the realm of scientific research: engineers are typically engaged in design activities in which they are subject to constraints of no particular interest to scientists. They are necessarily intensely concerned with financial considerations, for example, and their work in this respect is more closely related to economics than to the physical sciences. They are also concerned with optimizing activities that are of no special relevance to the scientist: maximizing the performance characteristics of some component, minimizing the amount of material in a structure, redesigning a process to substitute a cheaper material for a more expensive one, and so forth* (ROSENBERG; VICENTI, 1978, p. 71-73).

Os autores propõem que o estudo de uma transformação tecnológica específica seja capaz de englobar as diversas interações e apontar a mudança de velhos produtos por novas técnicas. Além disso, argumentam que o conhecimento adquirido na construção da Ponte Tubular foi transferido para outros setores como a construção de navios e guindastes (Fig. 6). Em outros termos, o enfoque de uma mudança tecnológica, por exemplo, o caso da edificação da Ponte Tubular, permite examinar dois aspectos que se

tornaram específicos nas sociedades industriais: 1) a ampliação do impacto; 2) a interação com diversos setores produtivos.

No âmbito das técnicas a Ponte Tubular apresentava inovações em relação às pontes em arco e suspensa:[5]

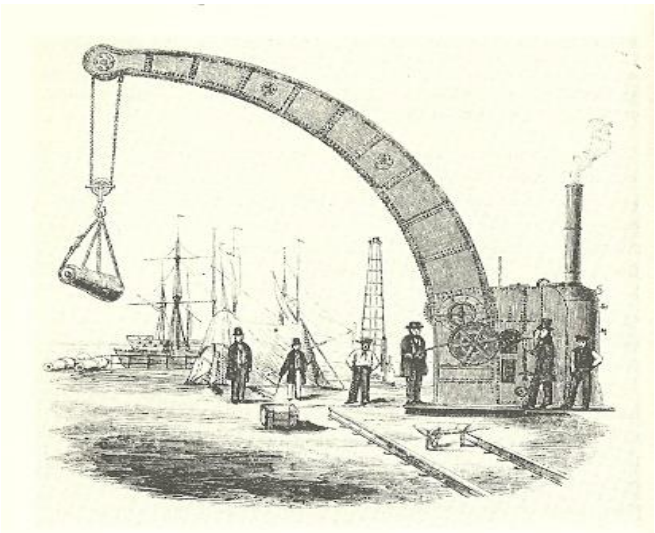
> *Previously built long-span bridges had been of the suspension or arch type, both of which exert horizont as well as vertical forces at their end supports. The tubes of this bridge would act as simple beams (or girders), which exert only vertical forces on the supports. This aspect, unlike the other two, was a simplification.*
> *Although cast-iron beams were being used considerably in various applications, wrought-iron beams had attained only limited utility, mostly in shipbuilding. The Britannia Bridge would be built of this relatively new structural material.*
> *Experience with beams of both cast and wrought iron had been limited to cross-sections of I or T shape (with a single vertical element). Moreover this and the other elements of the cross-section tended to be thick and heavy. The Britannia Bridge would be tubular – with a closed cross-section, as in a pipe –and the walls of the tube would be thin* (ROSENBERG; VINCENTI, 1978, p. 12).

Por fim, a argumentação dos autores pressupõe nexo causal entre a expansão ferroviária, o aparecimento de problemas no âmbito da engenharia construtiva de pontes e a solução mediada pelos engenheiros através da opção da Ponte Tubular. A perspectiva adotada valoriza a percepção dos efeitos diretos e indiretos da utilização de ferro forjado na construção da dita ponte. Aponta-se que as investigações no campo da Engenharia realizada pelos construtores da Ponte Tubular permitiram maior conhecimento sobre a resistência do ferro forjado como elemento construtivo de vigas e colunas. A referida contribuição representou uma mudança na seleção do material de estruturas em obras de engenharia: a passagem do ferro fundido para o ferro forjado.

Os autores defendem que, embora o *design* da Ponte Tubular tenha alcançado inexpressivo resultado referente à sua aplicação comercial, os benefícios sociais provenientes do conhecimento técnico adquirido e proporcionado a partir da dita ponte foram amplamente disseminados no século XIX.

[5] O vão central da ponte Tubular sobre o estreito de Menai compreendia 140 metros e os outros vãos 70 metros.

Figura 6 – Guindaste Tubular



Fonte: FAIRBAIRN, William. *Useful information for engineers*, Second Series, 2 ed. (London, 1867), p. 151 apud ROSENBERG, Nathan; VICENTI, Walter G. *The Britannia Bridge: the generation and diffusion of technological knowledge.* Cambridge: MIT Press, 1978, p. 50.

Fazendo referência à obra de Nathan Rosenberg e Vincenti, Gregory K. Dreicer, em *Building bridges and boundaries. The Lattice and the Tube, 1820-1860,* ressalta a interação ocorrida entre o processo de criação do modelo da ponte Tubular e a estrutura *lattice* já desenvolvida na construção de pontes nos Estados Unidos.

A estrutura *lattice* se caracterizava pelo emprego de ferro e madeira em sua construção, a possibilidade de erguimento de extenso vão e também se diferenciava do modelo construtivo de pontes em arco e suspensa (Fig. 7). A primeira patente da ponte *lattice* foi registrada, em 1820, por Ithiel Town e, em seguida, outra patente no ano de 1835 também foi inscrita pelo mesmo. Segundo Dreicer, a ponte *lattice* tornou-se uma estrutura com alto grau de disseminação entre os engenheiros em França, Irlanda, Prussia, Holanda e Inglaterra nas décadas de 1830 e 1840. Para Gregory K. Dreicer, a história da ponte *lattice* e Tubular iluminam um momento chave da engenharia e dos materiais: a emergência de distintas culturas nacionais de engenharia, ou seja, o processo de surgimento de fronteiras identitárias na Engenharia. Atrelado a isso estava a tentativa de forjar os respectivos heróis nacionais e inventores:

> *(...) the tubular identity was a function of the power, reputation, and business interests of its creators. Stephenson's status was a national matter. He, along with his father, railroad pioneer George Stephenson, were (and are) figureheads of British engineering and industry. As a national hero, "a member of English parliament and powerfully rich," in the respectful words of engineer August Perdonnet, Stephenson had to stand against the technological giants of other nations. His tube was a national symbol.* (DREICER, 2010, p. 158).

Gregory k. Dreicer sustenta que as duas pontes (*lattice* e Tubular) representam um caso emblemático de colaboração *"multinacional"* para o processo de invenção. Para tanto, demonstra que o engenheiro inglês Robert Stephenson buscava desqualificar a Ponte *lattice* como categoria construtiva de ponte para longos vãos, considerando-a obsoleta, inflamável e atrasada em vista que a dita ponte empregava madeira nos processos construtivos. Assim, o engenheiro inglês intencionava valorizar a Ponte Tubular e desconhecer qualquer contribuição da ponte *lattice*:

> *Historians have shared the construction task of the tubular engineers by making the transition from wood to iron—and later, from iron to steel—the backbone of the evolutionary tale of technological progress and the superiority of the West. Designers adopted metal for bridges, as they did in ship, clock, doorknob, and airplane construction. But wood played a fundamental role in the development of structural design and industrial methods of construction, and wood continued to be used after metal became the standard. There is a gap between the portrayal of wood and its actual role, however. Wooden-beam bridges contained tons of iron—critical components such as bolts, straps, and suspension rods that held them together—but Stephenson and Brunel called the lattice "wooden" in order to emphasize its backwardness.When Clark stated that the "novelty in the tube consists of its being a constructed beam," he dismissed the earlier novelty of innumerable constructed wooden-beam bridges. Like classifications purporting to represent racial purity, the "wooden bridge" designation referred to an ideal homogenous type, not the reality of a mixed composition.Wood, moreover, had a national connotation: technology's chroniclers have presented wood as plentiful in the U.S. and wooden construction as particularly American* (Ibidem, 2010, p. 155).

Portanto, o estudo de Gregory K. Dreicer enfoca o quão ilusório é o caráter da crença de uma tecnologia local ou estrangeira. As narrativas de transferência de tecnologia transmitem a inexata ideia de que os indivíduos situados e inseridos em uma *"cultura nacional"* desenvolvem seus processos inventivos, que posteriormente se disseminam dos indivíduos para outras nações. [6]

Se por um lado, Dreicer sublinha as falhas em abordagens que privilegiem uma noção de fronteira nacional em processos de invenção e/ou aperfeiçoamento tecnológico, por outro, Rosenberg e Vicenti afirmam que a seleção dos eventos pelos historiadores não deve restringir-se aos episódios que resultaram na produção de invenções que mais tarde provaram ser de grande importância. Isto é, defendem uma mudança no processo de seleção do objeto histórico, propondo que as investigações devem lançar luz sobre contribuições tecnológicas que permitiram o crescimento de *"stock of knowledge"* para tornar determinadas invenções possíveis.

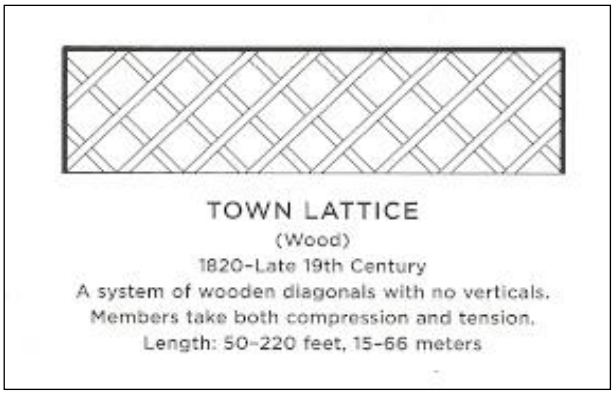
Apesar das diferenças, ambos os estudos apresentam uma singular atenção para a circulação do processo tecnológico presente na edificação de pontes no segundo quartel do século XIX, tendo em conta os seguintes elementos: a viabilidade técnica (invento), a exequibilidade comercial (inovação) e a subsequente difusão.

Em Minas Gerais, iniciou-se nas décadas de 1850 e 1860 a construção de pontes, que utilizaram o sistema construtivo *lattice.* Essas pontes adquiriram entre os engenheiros da província de Minas Gerais a denominação técnica de *"Systema Americano"*. O processo de edificação de uma ponte em "*Systema Americano"* será analisado na seção seguinte.

---

[6] Segundo George Basalla, o nacionalismo do século XIX *"desempenhou um papel relevante na defesa da teoria de que o desenvolvimento tecnológico era descontínuo"* (BASALLA, 2001, p. 62). A exacerbação da descontinuidade tecnológica oculta à presença de artefatos antecedentes e tornam os inventores heróis, além de estabelecerem uma relação confusa entre mudança tecnológica e mudança socioeconômica. Cf. BASALLA, George. *A Evolução da Tecnologia*. Porto: Porto Editora, 2001.

Figura 7 – Perfil das treliças de sustentação da Ponte *lattice*



Fonte: GARDNER, Denis P. *Wood, concrete, stone and steel: Minnesota´s historic bridges*. Minnesota: University of Minnesota Press, 2008, p. XIII.

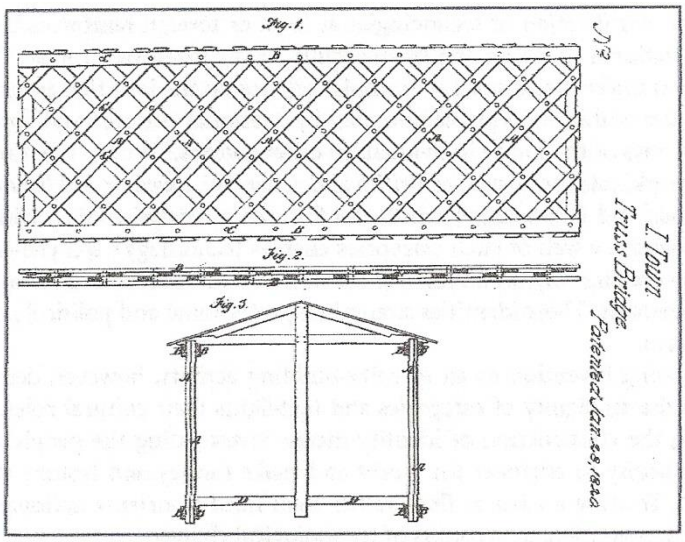
TECNOLOGIA E DIFUSÃO: A CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE LATTICE NO BRASIL

Em 1820 e 1835, Ithiel Town (1784-1844) registrou no escritório de patentes dos Estados Unidos uma estrutura denominada *lattice* para a construção de pontes. Essa estrutura, por sua vez, se diferenciava das pontes em arco e suspensas. Segundo Gregory Dreicer, a significativa disseminação e aperfeiçoamento da ponte *lattice* se realizou devido ao crescente número de publicações técnicas do século XIX, tornando notória, na década de 1830, a difusão da referida técnica[7]:

> *This framework, with parallel top and bottom chords, contained a lattice of multiple diagonally intersecting planks pegged at the intersections. It was relatively simple to fabricate and construct, and it allowed long distances to be spanned with relatively short members. The lattice bridge was an industrial milestone that altered the thinking of technologists and helped transform the global landscape* (DREICER, 2010, p. 128).

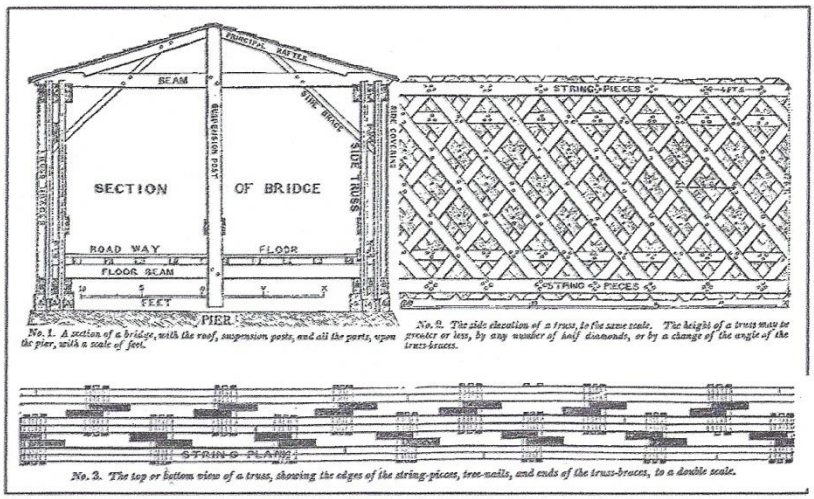
[7] "News of the lattice idea was spread by engineers including French topographical engineer Guillaume-Tell Poussin (1794-1876), Scottish mariner engineer David Stevenson (1815-1886), French engineer and economist Michael Chevalier (1806-1879), Austrian mathematics professor and engineer Franz Anton Ritter von Gerstner (1793-1840), and Bavaria-based engineer and theorist Karl Culmann (1821-1881). By the late 1830s, engineers had begun to build lattice bridges in France, England, Russia, Austria-Hungary, Prussia, Holland, Ireland and England" (DREICER, 2010, p. 129/130).

Figura 8 – Patente da ponte *lattice* de 28 de janeiro de 1820



Fonte: Dreicer, 2010.

Figura 9 - Patente da ponte *lattice* de 3 de abril de 1835.



Fonte: Dreicer, 2010.

O intuito deste trabalho é analisar o processo de difusão da ponte *lattice*, mas também demonstrar de que forma os atores envolvidos em sua construção desenvolveram a técnica no Brasil na década de 1860. Dessa forma, intenta-se responder as seguintes questões: quais os atores participaram da construção da dita ponte? Quais as dificuldades enfrentadas durante a construção? Por que a adoção da técnica *lattice*?

A coexistência entre antigos métodos e a tentativa de incorporação de um novo método construtivo de uma ponte revela traços singulares da combinação de elementos, que incitaram determinada transformação. Debruçar sobre a incorporação de uma técnica, a introdução de um novo processo construtivo, abrange inúmeros aspectos, tais como: a circulação de indivíduos, a disponibilidade de recursos (mão-de-obra, instrumentos, ferramentas, madeiras, ferro fundido), o cumprimento das exigências técnicas, a necessidade e justificativa do empreendimento, a relação estabelecida entre o engenheiro e o encarregado da obra, as formas de transmissão do conhecimento e as trocas culturais e sociais envolvidas durante o processo construtivo. Direciona-se,

portanto, para um estudo no qual a transformação e a mudança tecnológica não se reduzem a um mero fenômeno redutor do custo da obra, embora essa seja uma face presente e sempre pronunciada pela documentação coeva.

Para Nathan Rosenberg, inúmeros historiadores focalizam seus estudos acerca do progresso técnico, privilegiando a seguinte questão: quem fez primeiro? (ROSENBERG, 2006, p. 41). Essa abordagem, por sua vez, silencia o processo extremamente dinâmico da difusão de tecnologia. Este, notadamente, atrelado à movimentação geográfica de trabalhadores especializados. Segundo David Landes, a transferência das técnicas durante o período da Revolução Industrial, entre a Inglaterra e as regiões do continente (França, Bélgica, Prússia), ocorreu de modo lento e com algumas dificuldades devido à proibição da emigração de artesãos ingleses até 1825 e da transferência de equipamentos e das grandes invenções têxteis até 1842:

> *Em 1825, devia haver uns 2 mil – ou talvez mais – operários especializados ingleses no Continente. Do mesmo modo, embora nunca venhamos a saber com precisão qual a quantidade de máquinas que atravessou a Mancha ilegalmente (...) as fontes de consulta sobre os países continentais estão repletas de indícios da aquisição e instalação exitosas de equipamentos britânicos. (...) A crescente independência tecnológica do Continente decorreu, em grande parte, da transmissão homem a homem das habilidades no local de trabalho. De menor importância imediata, porém de maior significação a longo prazo, foi o treinamento formal de mecânicos e engenheiros das escolas técnicas* (LANDES, 1994, p. 155 e 157).

Deve-se acrescentar que, quando se defronta com uma sociedade escravocrata, com baixo índice de alfabetização, baixo número de graduados em Engenharia, a circulação de indivíduos especializados e as formas de transmissão do conhecimento adquirem uma importância *sui generis*:

> *O processo de difusão, via de regra, depende de uma seqüência de melhoramentos nas características de desempenho de uma invenção, de sua modificação e adaptação graduais para adequar-se às necessidades ou demandas específicas de vários nichos de mercado e da disponibilidade e introdução de insumos complementares que tornam mais útil uma invenção original* (ROSENBERG, 2006, p. 44).

O escopo documental permite-nos avançar e lançar questões acerca da complexidade do processo de difusão do método construtivo *lattice*. Pretende-se contribuir para uma análise das práticas, examinando as relações dos indivíduos com a estrutura administrativa da província, assim como os vínculos, conflitos e escolhas estabelecidos entre os atores. Selecionamos para analisar as questões relativas à difusão da técnica *lattice* o processo referente à reconstrução de uma ponte sobre o Rio Preto, situada na divisa de Minas Gerais com o Rio de Janeiro, em uma estrada interprovincial, que ligava a Vila de Aiuruoca à Resende na província do Rio de Janeiro.

ECONOMIA E O UNIVERSO FISCAL: UMA PONTE MERCANTIL ENTRE MINAS GERAIS E O RIO DE JANEIRO

Em dezembro de 1860, o administrador da Recebedoria da Bocaina do Rio Preto relatou, em uma carta enviada ao presidente da província, a queda da ponte sobre o Rio Preto, tornando incomunicável a ligação interprovincial entre Minas Gerais e o Rio de Janeiro:

> *(...) no dia 18 do corr*[e] *mês pelas 6 ou 7 horas da manhã houve uma enxente tão forte que conduzio todo o engradamento e alguns esteios da Ponte sobre o Rio Preto no lugar denominado o Vieira estrada que segue para a cidade de Rezende, e a Corte do Rio de Janeiro, e ficando assim esta estrada incomunicável com a Prov*[a] *do Rio e sofrendo esta Recebedoria um grande desfalque em suas rendas (...).* (APM, SPOP 3/6, Caixa 47, doc. 08-03).

Assim como o administrador da Recebedoria, a Mesa das Rendas enviara comunicado para a presidência da província. Em ambos os comunicados ficaram evidentes a preocupação com a arrecadação fiscal proveniente da circulação de bens e pessoas:

> *(...) communicou-me o Administrador da Recebedoria da Bocaina do Rio Preto o estrago que soffrera a ponte sobre o aquelle Rio, em o lugar denominado Vieira em conseqüência de huma enchente, que levara todo o engradamento superior, e alguns esteios, ficando assim deserta a estrada que d'alli segue para o Rio de Janeiro, e Cidade de Rezende. Este estado de cousas trará infallivelmente o decrescimento das rendas publicas* (APM, SPOP 3/6, Caixa 47, doc. 08-06).

A incidência da argumentação fiscal e de cunho financeiro para a importância da referida ponte se torna pertinente à medida que compreendemos o funcionamento fiscal da província e os mecanismos geradores de receita.

No que tange aos elementos fiscais da província de Minas Gerais, as taxas itinerárias, imposto incidente sobre a circulação de pessoas e mercadorias, constituíram-se um dos principais instrumentos de receita do orçamento provincial. Em 1840, nota-se a existência de 23 recebedorias, órgão responsável pela cobrança das taxas itinerárias, sendo algumas destas situadas na divisa da província de Minas Gerais com o Rio de Janeiro. Essas taxas itinerárias, também denominadas de taxas de barreira, tiveram por finalidade, em determinados períodos, gerar receita para a conservação de estradas como, por exemplo, demonstra a cobrança da primeira taxa de barreira que entrou em vigor no ano fiscal de 1838/39. Observa-se que parte de tal receita seria destinada para a reconstrução da estrada do Paraibuna, compreendendo o trecho entre Barbacena e a divisa do Rio de Janeiro (RESTITUTTI, 2009, p. 120). A melhoria das condições de trânsito, mormente o aperfeiçoamento construtivo de pontes e estradas, representava para a província maior volume de receita para os orçamentos anuais.[8]

Salienta-se que o sal, um dos principais artigos de importação da província de Minas Gerais, havia se tornado, em 1821, isento do pagamento de direitos de entrada (Ibidem, 2009, p. 121/122). Tal mercadoria era um dos componentes das trocas comerciais entre a Vila de Aiuruoca e Resende. Daí o interesse em manter os fluxos de pessoas e mercadorias entre as localidades. Outro documento assinado por diversos moradores (lavradores, negociantes), provavelmente, do final da década de 1870 e início

---

[8] O Ato Adicional de 1834 permitiu uma relativa autonomia das províncias sobre a tributação, obras públicas, força policial. De tal modo que o governo provincial dispunha de autonomia financeira para decidir acerca dos investimentos em áreas estratégicas para a expansão econômica. O governo provincial tivera o papel de controlar o poder local, sobretudo, da Câmara Municipal, uma vez que todos os atos do órgão municipal deveriam ser aprovados pela Assembléia Provincial. Também instituída pelo Ato Adicional (1834), as Assembléias Legislativas Provinciais legislavam sobre os impostos e a distribuição das rendas arrecadadas. Em vista da autonomia tributária provincial o governo central evitava o surgimento de movimentos separatistas, transferia para a província os impostos internos, tornava eficiente a arrecadação e o gasto (receita/despesa) e desonerava o tesouro central. Ver: DOLHNIKOFF, Miriam. *O pacto Imperial: origem do federalismo no Brasil do século XIX*. São Paulo: Globo, 2005.

da década seguinte, fornece subsídios para compreender essas relações mercantis entre Ayuruoca e Resende:

> *(...) lavradores e negociantes moradores no termo da Ayuruoca désta Prov*[a] *(...) procurão o mercado da Cidade de Rezende, para venda de seus productos e abastecimento do que lhes é mister dos generos de exportação para seu comsummo e especialmente do sal que forma a base do Commercio dos tropeiros que habitão estes lugares o que por elles commercião* (APM, SPOP 3/6, Caixa 47, doc. 22/01).

A reconstrução da ponte do Vieira sobre o Rio Preto, na estrada da Bocaina, revela uma realidade entrecruzada em vista da diversidade de componentes: i) a circulação mercantil e as trocas comerciais no âmbito interprovincial (Minas Gerais-Rio de Janeiro), mormente entre a Vila de Aiuruoca e Resende; ii) o universo fiscal, responsável por gerar receitas para a província, presente nas solicitações do Administrador da Recebedoria da Bocaina e da Mesa das Rendas; iii) uma estrutura organizacional da província, sobretudo, no que tange à atuação de diversos engenheiros.

A ENGENHARIA, OS ENGENHEIROS E A REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DE AIURUOCA E RESENDE, SEGUNDO UM MAPA DE 1865

As múltiplas ligações comerciais entre as diferentes regiões de Minas Gerais e o Rio de Janeiro são aspectos já enfatizados pela historiografia econômica e demográfica.[9] Todavia, tais estudos pouco revelam sobre a dinâmica do universo construtivo de pontes e estradas interprovinciais, notadamente entre Minas Gerais e o Rio de Janeiro. Em face à ausência de trabalhos sobre as vias de comunicação em Minas Gerais, cabe ressaltar que no ano de 1835 foram definidas as atribuições técnicas e administrativas da Inspetoria Geral de Estradas, bem como a promulgação do já referido plano viário para a província (BARBOSA; GODOY, 2008).

Em 1866, a Inspetoria Geral de Estradas foi substituída pela Diretoria Geral das Obras Públicas, cuja finalidade era administrar, fiscalizar e executar obras públicas.[10] Segundo um relatório da Seção Técnica datado de 1866, a Diretoria Geral das Obras Públicas era composta pelo seguinte quadro de funcionários: [11]

> *1 Engenheiro Chefe, 5 Engenheiros, 1 Desenhador copista, 2 Amanuenses e 1 Guarda archivista. O D*[or] *Henrique Gerber, nomeado Engenheiro Chefe (...) assumio a direcção d'esta Secção. (...) Os serviços prestados pelo D*[or] *Gerber á Provincia de Minas, especialmente na direcção da Secção Technica são bastante conhecidas por V.S.*[a] *que tem apreciado a inteligente dedicação com que tem desempenhado suas obrigações já como Engenheiro da Provincia, já como chefe da Secção Technica, mostrando se sempre profundo theorico e abalizado practico* (APM, SPOP 3-1 Caixa 2).

---

[9] LENHARO, Alcir. *As tropas da moderação*. São Paulo: Símbolo, 1979, p. 57/64; FRAGOSO, João Luís. *Homens de grossa aventura*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1998, p. 123/134 e 208/209.

[10] BARBOSA, Lidiany Silva. *Tropas e ferrovias em uma província não-exportadora: Estado, elites regionais e as contradições da política dos transportes no início da modernização – Minas Gerais, 1835-1889.* Doutorado. Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

[11] Em 1846, por exemplo, a província de Pernambuco também criou um órgão destinado às obras públicas: a Administração Geral das Obras Públicas, que contava com dezoito funcionários (engenheiros, inspetores de estradas, desenhistas, almoxarife e escriturário). DOLHNIKOFF, op. cit., p. 175-181. No ano de 1835, a província de São Paulo instituiu o Gabinete Topográfico, tendo por objetivo formar topógrafos e engenheiros de estradas no período de dois anos, nos quais eram lecionadas noções de Aritmética, Topografia, Trigonometria, Mecânica, Física e de construção de Pontes e Calçadas. TELLES, Pedro Carlos da Silva. *História da Engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro: Clavero, vol. 1, 1994, p. 114.

As atividades desenvolvidas pelo engenheiro Gerber, natural do Reino de Hanover, lhe proporcionaram prestígio junto ao corpo administrativo provincial, levando o mesmo à ascensão, em 1866, ao cargo de engenheiro-chefe da província de Minas Gerais. As atribuições dos engenheiros provinciais englobavam não somente a construção de estradas e pontes, mas também a confecção de mapas e plantas, a conservação e construção de igrejas, teatros, cadeias e câmaras municipais.

Para compreender e analisar a construção da ponte *lattice* sobre o Rio Preto optamos por utilizar uma representação cartográfica datada de 1865, cuja autoria é referendada ao engenheiro Aroeira e ao desenhador-copista João R. Duarte, visando salientar três aspectos: 1) o interesse em mapear as recebedorias da província de Minas Gerais; 2) as linhas dos Correios, mormente as linhas estabelecidas a partir da Vila de Aiuruoca e de Resende; 3) perceber as linhas dos Correios como expressivos indícios de ligações comerciais e da complexidade da circulação de pessoas e informações [12].

A cartografia é uma importante fonte documental para a História. Contudo, deve-se atentar para a especificidade dessa fonte, posto que a representação cartográfica revela um conjunto de signos e símbolos:

> *Ao longo do tempo, as técnicas de desenho, impressão e gravação variaram e seu estudo fornece inúmeras informações sobre as formas de produção, reprodução e distribuição desses documentos. Outro aspecto que o estudo da cartografia permite é a análise da formação e da consolidação de um território, como ele foi compreendido e ocupado ao longo do tempo, o que só pode se desvelar ao estudioso se ele estiver de posse de outras ferramentas de análise pertencentes a outras ciências como a História* (FURTADO, 2010, p. 25).

O termo território deve ser compreendido como um artefato cultural, produzido através de complexas interações econômicas e por diversos atores sociais. A cartografia se torna um conjunto documental, no qual se expressa distintos elementos constitutivos da territorialidade, ou seja, um artefato social, uma construção histórica, resultante da ação humana.[13] A produção cartográfica também envolve as concepções de mundo, as convenções, os códigos de representação de cada período, a utilização de instrumentos científicos. O Engenheiro apropria-se do espaço, nomeia, indica a hierarquia de Vilas, Arraiais, Cidades e delimita as divisas e os limites do território:

> *Longe de serem uma reprodução fidedigna do real, mapas são representações. A transposição dos levantamentos de campo para o papel implica a representação gráfica da natureza por meio de uma série de convenções e códigos de representação* (BUENO, 2004, p. 194).

---

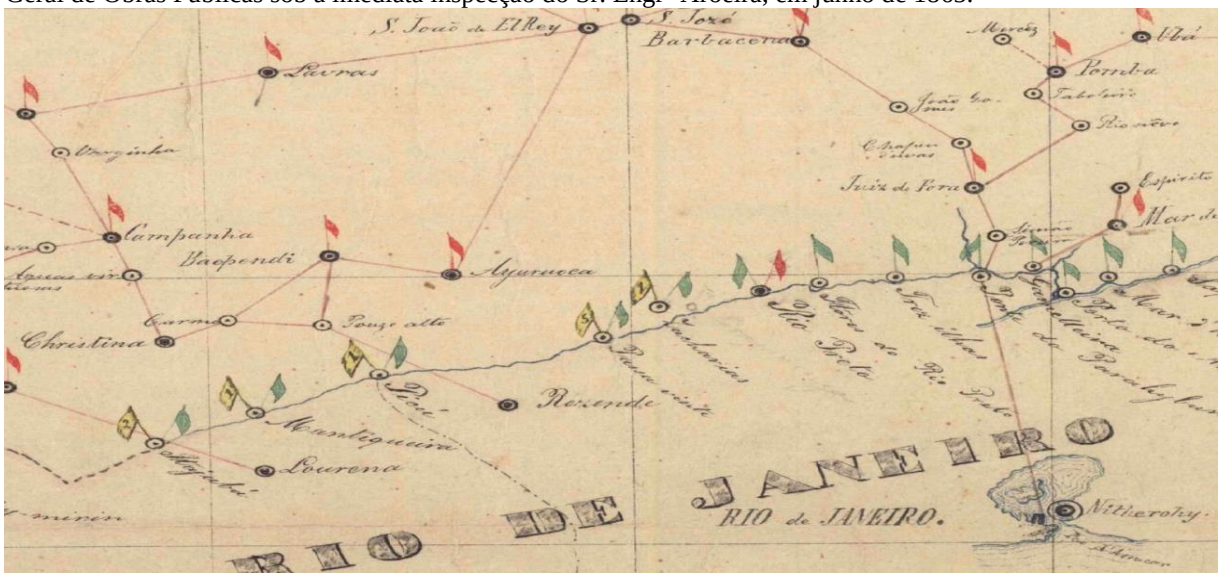
[12] Segundo Mario Rodarte, na medida em que há relação econômica entre duas cidades, essas também são forçadas a outras formas de comunicação. No século XIX, a condução das cartas entre cidades eram efetivadas a cargo da iniciativa privada dado que os serviços dos Correios eram subdivididos em "linhas" arrematadas em um sistema de leilão. As solicitações para a criação das agências de Correios eram feitas pelas Câmaras Municipais, que legitimavam a existência de uma agência local em vista do aumento da população e do comércio. O número de agências dos Correios apresentou uma tendência de crescimento entre o ano de 1830 e 1870, saltando, respectivamente, de 18 para 123 agências. Sobre os Correios em Minas Gerais, ver: RODARTE, Mario. *O caso das minas que não se esgotaram: a pertinácia do antigo núcleo central minerador na expansão da malha urbana da Minas Gerais oitocentista.* Dissertação. Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

[13] BUENO, Beatriz; Vera Lúcia A. Ferlini; Iris Kantor. Território em rede: cartografia vivida e razão de Estado no Século das Luzes. *Anais do Museu Paulista*. São Paulo. v. 17, pp. 11-15, 2009.

Mapa 1 - Colletorias, Recebedorias e seos estravios, Linhas de Correios e suas ramificações da Província de Minas Geraes, coordenado pela carta geographica da mesma Província e documentos obtidos nas respectivas Repartições, por João R. Duarte, dezenhador copista da Directoria Geral de Obras Públicas sob a imediata inspecção do Sr. Engrº Aroeira, em junho de 1865

Fonte: APM, OP-013.

Mapa 2 - Excerto do Mappa das Colletorias, Recebedorias e seos estravios, Linhas de Correios e suas ramificações da Província de Minas Geraes, coordenado pela carta geographica da mesma Província e documentos obtidos nas respectivas Repartições, por João R. Duarte, dezenhador copista da Directoria Geral de Obras Públicas sob a imediata inspecção do Sr. Engrº Aroeira, em junho de 1865.



Fonte: APM, OP-013.

Defrontamos com uma representação cartográfica extremamente singular, visto que a confecção do mapa revela um interesse do corpo técnico provincial em diagnosticar os principais traços da circulação de pessoas, mercadorias e informações da província de Minas Gerais. As linhas dos Correios foram delineadas e representadas pelos traços contínuos em cor vermelha. Deste modo, temos duas linhas dos Correios partindo da Vila de Aiuruoca: uma em direção à cidade de São João d'el Rey e outra para a Vila de Baependi. Por outro lado, nota-se uma linha do Correio entre a Vila de Resende na província do Rio de Janeiro e o Arraial de Pouso Alto em Minas Gerais. Embora não haja uma linha do Correio direta entre a Vila de Aiuruoca e a Vila de Resende, a solicitação elaborada pela Câmara Municipal de Aiuruoca devido à queda da ponte sobre o Rio Preto, em janeiro de 1861, revela a presença de trocas comerciais entre Resende e a Vila de Aiuruoca:

> *A Camara compenetrada do interesse publico reconhece que a falta desta Ponte priva toda a comunicação do comercio com a Prov.^{a} do Rio, principalm.^{e} com o municipio de Resende; e por que lhe faltam recursos pecuniários para remediar tão grande falta, recorre a VEx^{a} esperançoza de alguma providencia a prol do interesse publico* (APM, SPOP 3/6, Caixa 47, doc. 08-08).

Pode-se afirmar que as ligações dos correios fornecem indicativos que não tão somente a Vila Aiuruoca teria interesse em manter fluxos comercias e relações com a Vila de Resende.

DUAS PROPOSTAS PARA A RECONSTRUÇÃO DA PONTE DO VIEIRA SOBRE O RIO PRETO

O primeiro parecer do engenheiro da província de Minas Gerais Henrique Gerber fornece um diagnóstico crítico acerca da relevância da ponte sobre o Rio Preto na estrada da Bocaina, assim como evidencia um relativo conhecimento da região e de determinado indivíduo hábil para analisar o estado de ruína da referida ponte. Tal conhecimento foi expresso na indicação do cidadão Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães à época camarista da Vila de Aiuruoca:

> *A ponte sobre o Rio Preto no lugar denominado o Vieira acha se collocada na estrada que dos Municipio da Ayuruoca se dirige ao do Rezende, passando pela recebedoria e arraial da Bocaina do Rio Preto. Fica esta estrada cerca de duas leguas distante da do Passa Vinte e parallela a esta; a queda da ponte do Vieira portanto não pode fazer tão grande falta; obriga apenas as tropas a abandonar essa estrada da Bocaina, que alem disso se acha em pessimo estado, e a procurar a do Passa Vinte, a qual – se bem comprehende as vistas do Exmo Governo – justamente foi construida com o fim de chamar a si todo o transito das estradas circumvisinhas, e era uma condição expressa dos respectivos contractos (celebrados já em 26 de Abril de 1859), que os emprezarios dessem transito nesta estrada no mais curto espaço de tempo possivel ou pelo alinhamento novo ou pela privada ja existente. (...) Consta-me que a ponte ja há algum tempo se achava bastante arruinada e é obra muito ordinaria. Se VEx^{a} julgar necessaria uma informação mais exacta, tomo a liberdade de propor a VEx de pedil-a do cidadão Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães, o qual é morador da freguesia da Alagôa (uma das povoações mais interessadas na estrada da Bocaina) e camarista da Villa da Ayuruoca (...)*(Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6 Caixa 47, doc. 08/01).

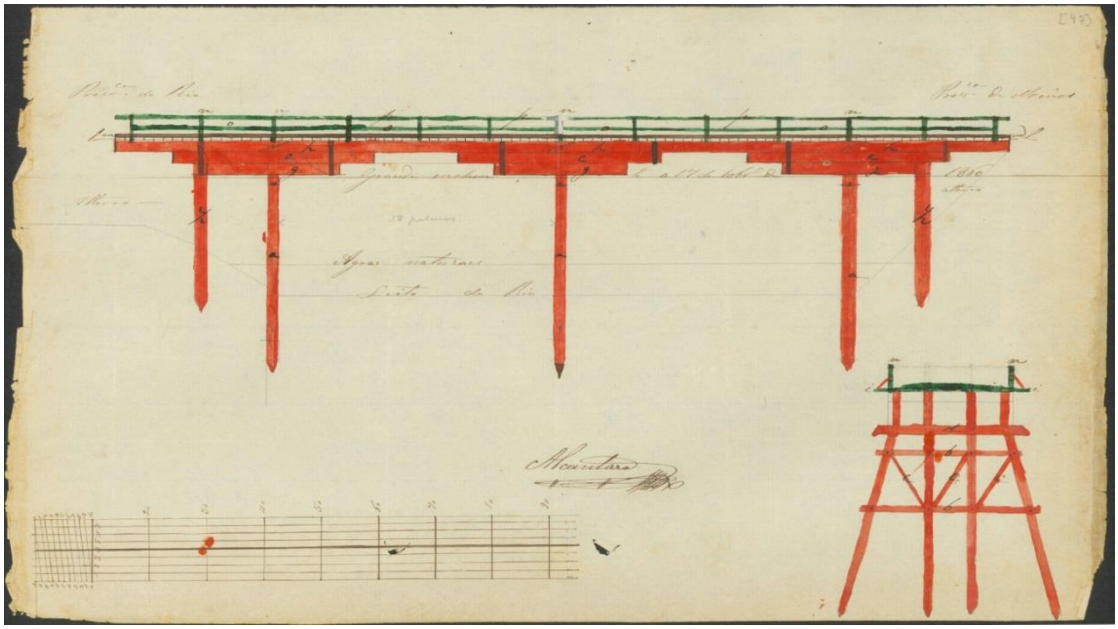
Contudo, neste primeiro parecer do engenheiro, datado de janeiro de 1861, não há nenhuma menção à possibilidade de construção da dita ponte através da técnica *lattice*,

e sim uma indicação para a utilização da estrada do Passa Vinte em detrimento da estrada da Bocaina, na qual se encontrava a ponte sobre o Rio Preto.

Se, por um lado, nota-se que a dita ponte seria dispensável à medida que o fluxo mercantil apenas abandonaria a estrada da Bocaina e se dirigiria para a estrada do Passa Vinte, por outro, após a entrega da planta e orçamento para a reconstrução da referida ponte elaborada, em abril de 1861, pelo cidadão Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães, o engenheiro Gerber assumiu uma posição completamente distinta. Segundo o orçamento de Antonio de Alcantara, o valor total da reconstrução alcançava a quantia de quatro contos de réis e também seria reconstruída a uma distância de quinze braças em relação à posição da antiga ponte:[14]

> *A Camara Municipal da Villa d'Ayuruoca tem a honra de passar as mãos de V.Exª o orçamento da ponte sobre o Rio Preto na estrada que da Bocaina se dirige a Cid^{e} de Resende, e bem assim a planta da m^{ma} ponte, que deve ser construida acima da antiga 15 braças. A quantia orçada de 4:000$000 é indispensavel, por que da antiga nada ficou que se possa approveitar* (APM, SPOP 3/6, Caixa 47, doc. 08-13).

Planta – Vista frontal de ponte sobre o Rio Preto – 1861. Autor: Membro da Câmara Municipal Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães.



Fonte: Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08/47.

Nota-se que junto ao orçamento também fora encaminhada ao presidente da província a planta confeccionada por Antonio de Alcantara. A planta e orçamento, por sua vez, chegaram ao conhecimento do engenheiro Gerber, permitindo-o analisá-las e, em decorrência de tal fato, propor a reconstrução da mesma através da técnica *lattice*:

> *O projecto da ponte feito pelo Cidadão Antonio da Alcantara Fonseca Guimarães é de solida construcção e os preços das madeiras por elle orçados acho razoaveis; todavia não é, no meo fraco entender, esta construção a mais propria, porque consume inutilmente uma immensa quantidade de madeiras grossas, cujo valor só no referido orçamento sobe a mais de 3:000$000. Não só para evitar este inconveniente, isto é:*

[14] A ponte seria erguida a quinze braças de distância da antiga, ou seja, 33 metros. Sobre as transformações do sistema de pesos e medidas do século XIX, ver: BELLO, Modesto de Faria. *Tabellas do novo systema de pesos e medidas e principalmente da reducção das antigas medidas agrárias às do systema métrico e vice-versa.* Rio de Janeiro: Typographia de Adolpho de Castro & Cia, 1882.

> *para economisar na despeza, como tambem no mesmo tempo ganhar outras não pequenas vantagens, tenho organisado um novo projecto, que ora tenho a honra de submetter á illustrada consideração de VEx^a. Comparando este meo plano com o do Senr Alcantara, devo apontar as seguintes differenças a favor do primeiro: 1^0 – Em lugar de descansar sobre 3 ordens de esteios que dividem a ponte em 4 lanços, acha-se no meo projecto a ponte construida de um lanço só de 132 palmos, deixando assim as aguas do rio correr desempedidamente. A construcção que foi preciso escolher para este grande lanço, é a de "engradamento" (em inglez: Lattice-work). 2^0 – As duas grades, que formão para assim dizer as duas vigas principaes da ponte, são somente construidas de pranchões de mui limitadas dimensões; e ao passo que o projecto do Sr. Alcantara exige 7350 palmos cubicos de madeira de um valor de 3:000$000, o meo apenas precisa de 3427 palm. cub., ou menos da metade, em um valor de 1:134$000. A ponte de engradamento alem disso não precisa de guarda-mãos especiaes, servindo as mesmas grades de parapeito. 3^0 – Para evitar o grande inconveniente que offerecem os encontros da ponte do Sr. Alcantara, os quaes não são senão baluartes de madeira, projectei dous encontros de pedra, que não deixarão de contribuir essencialmente para a solidez e duração da obra. 4^0 – A construcção das grades, que deve ser inteiramente feita em terra, é facillima, e sua collocação se faz por meio de tripeces ou esteios provisorios, e nada tem de embaraçado. Evita-se totalmente o difficil affincamento dos esteios. A construcção desta ponte de engradamento seria, se VEx^a ordenar a sua execução, a primeira nesta provincia (exceptuando-se as que se achão na estrada União e Industria), e poderia-se talvez encontrar o embaraço, de não achar-se carpinteiro, que se animasse a emprehendel-a. Considerando porem o progresso, que deve resultar da applicação de construções novas, que, sendo mais conformes ao preceito da arte, do que as pesadas e rusticas construcções de outr'ora, rendem o seu tributo simultaneamente á civilização e á economia dos dinheiros publicos, - considerando isto digo – não será fora de propósito, fazer pelo menos um ensaio, e julgo esta occasião uma das mais opportunas, porque o Sr. Alcantara, é profissional muito illustrado, e não duvido, que se prestará á execução da obra. Para prevenir porem a todas as duvidas, que podião nascer de um imperfeito entendimento da planta, tomo a liberdade de propor a VEx^a, que me ordene de mandar fazer um modello da ponte, que aqui no Juiz de Fora não pode custar mais de 50 a 60$000 réis, e em vista delle qualquer carpinteiro habil executará a ponte* (APM, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-18).

Quadro comparativo acerca de duas propostas de reconstrução da ponte sobre o Rio Preto

Proponente	Ocupação	Obra	Proposta	Quantidade de madeira	Vantagem comparativa	Capacidade
Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães	Membro da Câmara da Vila de Ayuruoca	Ponte sobre o Rio Preto	4 vãos, sustentada por 3 esteios	78 metros cúbicos		
Henrique Gerber	Engenheiro da província de Minas Gerais	Ponte sobre o Rio Preto	Um grande vão de 132 palmos, em torno de 29 metros, edificado através da técnica *lattice*	34 metros cúbicos	Permite com que as águas do rio corram sem impedimentos	Suporta uma arroba por cada palmo quadrado do assoalho (14,6 kg por cada 4,8 metros quadrados)

Fonte: APM, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-18, doc. 08-23. BELLO, Modesto de Faria. *Tabellas do novo systema de pesos e medidas e principalmente da reducção das antigas medidas agrárias às do systema métrico e vice-versa*. Rio de Janeiro: Typographia de Adolpho de Castro & Cia, 1882.

A proposição de Henrique Gerber foi aceita e autorizada pela presidência da província. Em assim sendo, o engenheiro Henrique Gerber construiu um modelo da ponte *lattice* para ser entregue ao encarregado da obra. O referido modelo, assim como

o orçamento foram os meios utilizados para a transmissão do conhecimento técnico. Com o apoio do modelo e do orçamento e utilizando-os como referência, o encarregado Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães iniciou a edificação da dita ponte.[15] Ao engenheiro ficou a incumbência de fiscalizar, acompanhar o andamento da obra e produzir pareceres técnicos a fim de mensurar e analisar o grau de adequação entre o projeto proposto (orçamento e planta) e a execução. De modo geral, os pareceres emitidos pelos engenheiros tiveram por objetivo não tão somente dimensionar o andamento das obras viárias, mas se posicionar a favor ou contra a liberação de verbas para o pagamento das obras, geralmente, dividida em três parcelas (APM, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-25). Ou seja, para a liberação de cada parcela era emitido um parecer técnico, fornecendo expressivos indícios das relações, conflitos e trocas estabelecidas entre os engenheiros e o encarregado da obra. Durante a reconstrução da ponte do Vieira dois engenheiros deslocaram-se em direção à obra e produziram pareceres: 1) engenheiro Henrique Gerber; 2) engenheiro Modesto de Faria Bello.

REFLEXÕES SOBRE A DINÂMICA CONSTRUTIVA

Pretende-se, nesta última seção, ressaltar a dinâmica construtiva. Prioriza-se a investigação do processo de difusão de uma invenção mais do que as suas origens regionais e/ou nacionais, analisando o particular significado histórico da difusão de uma tecnologia, as correlações com a sociedade e a dinâmica do processo de trabalho. Assim, nota-se que apesar da presença dos engenheiros e das instruções técnicas fornecidas (planta, orçamento, contato oral entre engenheiro e encarregado), houve diferenciações entre o orçamento inicial e o custo final da obra, bem como alterações realizadas pelo encarregado da obra, Antonio de Alcantara, que não seguiram o projeto, efetuadas sem o consentimento e autorização dos engenheiros, como observou o engenheiro Gerber, tendo por base o relatório do engenheiro Modesto de Faria Bello:[16]

> *(...) officio do Engenheiro Bello de 20 do mez passado, respeito da ponte do rio Preto no lugar chamado Vieira. Pelo dito officio collige-me quaes são as faltas que o emprezario commetteo na execução do meo plano, e outro estas são as mais essenciaes: 1° Deo elle ás cintas superiores apenas uma secção de 168 pollegadas quadradas em lugar de 192 como exige a planta; 2° Não trocou as juntas das cintas como se lembrou a elle na observação final do orçamento; 3° Não collocou as chapas de ferro nas juntas das cintas de baixo; 4° Deixou de acabar cada gradil com meia cruzeta em lugar de inteira; 5° Não colocou as tesouras de vento; 6° Parece que houve tambem uma falta na posição dos pés direitos. O estudo das construções de engradamento mostra quão prejudiciaes são as ditas omissões, mormente a 2°, 3° e 4°, e por conseguinte não é de admirar que a construção {abatesse}. Contudo assevera o Sr. Bello que o abatimento só teve lugar no gradil do juzante, o que prova ainda mais que defeito é da execução, a qual neste gradil se fez com menos esmero do que no outro.Lamento o incidente, porque estou certo que o emprezario o Sr. Acantara, muito probo e zeloso como é, procedendo de boa fé, nunca pensou, que essas faltas – aparentemente insignificantes –*

[15]"Technical knowledge regularly circulated. It was shared through multiple networks (both and public), and it involved a great diversity of strategies (...). Diverse media were used: verbal or nonverbal (for example, products and artifacts conveying prescriptive knowledge such as proto-types, patterns, models, and molds), oral (speech contact), and written (including all sorts of drawings, from plates to sketches)". HILAIRE-PÉREZ, Liliane; VERNA, Catherine. Dissemination of technical knowledge in the Middle Ages and the early Modern Era: new approaches and methodological issues. *Tecnhnology and Culture*. v.47 , nº3, 2006, p. 541.

[16] Outros fatores contribuíram para a alteração do orçamento, tais como: o aumento do valor das ferragens vindas da Corte, do alcatrão e da alvenaria. APM, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-30. Ou seja, embora a ponte seja predominantemente de madeira era necessário para a reconstrução da mesma o acesso a diferentes recursos materiais.

> *pudessem ter tido tão grave alcance, e falla muito em seo favor a inexperiência que tinha (como em toda parte desta Provincia ha) na execução de semelhantes pontes. Devendo-se agora tratar da reconstrucção da ponte segundo o plano, julgo prudente pôr no meio do rio um pilar de 3 esteios, porque é impossível que mesmo relevantada a ponte ella jamais tenha a resistência que exige o vão de 132 palmos, visto que muitos dos defeitos sem uma substituição completa do madeiramento dos gradis não possão ser remediados, o que importaria em uma despeza muito maior do que a construção desse pilar* (APM, SPOP 3/6, Caixa 47, doc. 08-36).

Tabela - Orçamento inicial e o custo final da reconstrução da ponte do Vieira (em réis)

	Orçamento inicial (1861)	**Custo final (1863/64)**	**Acréscimo em relação ao orçamento de 1861**
Orçamento/ Custo da reconstrução da ponte	4:000$000	5:313$178	1:313$178
Despesa com a mão-de-obra de carpinteiros	200$000	694$228	494$228

Fonte: APM, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08.

Os acréscimos, as alterações e distorções entre o projeto inicial e o resultado final da dita ponte não impediram a liberação do pagamento da obra ao encarregado da mesma. Em termos comparativos, segundo avaliação do engenheiro Gerber, a ponte havia se tornado a mais barata construída com tal sistema na província de Minas Gerais. Ao longo da análise comparativa elaborada pelo engenheiro Gerber nota-se a presença de projetos contrários à difusão e adoção da estrutura construtiva *lattice*.[17] Tal indício fica evidente quando Henrique Gerber afirma ter alcançado o seu objetivo ao edificar a dita ponte, isto é, "*provar que a construção de pontes de engradamento é a mais econômica e mais adaptada para este paiz"* (APM, SPOP 3/6, Caixa 47, doc. 08-44):

> *A despeza (...) de 409$550 foi feito com uma alteração planejada pelo próprio emprezario antes de receber o Despacho de Vex. que mandou pôr uma ordem de esteios. Essa alteração consiste na collocação de mais duas fitas de pranchões nas cintas inferiores da ponte. Confesso francamente que esta obra foi supérflua, uma vez que os pussesse os esteios, mas tambem não pode ser prejudicial, antes contribue para a segurança. As intenções do emprezario erão as melhores, pois queria salvar a ponte de algum perigo na estação das chuvas. O facto é que a ponte ficou com estes dous accrescimos mui seguro e satisfaz a todas as exigências de uma boa construcção. A sua despeza que primitivamente eu tinha orçado em 4 contos, anda agora, é verdade, em $5:317$178, mas ainda assim é diminuitissima em comparação com outras pontes de*

[17] Sobre a relevância de análise sobre o processo de negociação e de apropriação das ideias e das práticas científicas, ver: GAVROGLU, Kostas, et al. Science and technology in the European periphery: some historiographical reflections. *History of science*, XLVI, n. 4, pp. 153-175, 2008. Segundo Gavroglu, é fundamental mudar a perspectiva da transmissão para a apropriação, visto que a apropriação evidencia um processo de produção de conhecimento, que se entrelaça à circulação de pessoas, negociações/disputas e especificidades locais: "Studies on science in the periphery have often employed the notions of "transfer", "spread", "influence", "transmission", "introduction", "resistance" and "adoption". These concepts imply a particular model for the circulation of knowledge: after being formulated in the centres, those who use these concepts consider scientific knowledge as a kind of commodity, which can be distributed by means of various intellectual networks. As a result, scientific centres and peripheries are defined on the basis of the separation of production from distribution and use of scientific knowledge. (…) Circulation of knowledge has been taken as a kind of mediating processes, from the local to the global, or from a multiple, varied and contingent knowledge to universal knowledge. The circulation of ideas and practices, depending first and foremost on people, is a fundamental component in the consolidation of scientific and technological cultures". GAVROGLU, Kostas, et al., op. cit., p. 159 e 161.

> *igual extensão, e consegui sempre o fim que tive em vista com a apresentação do plano, isto é: provar que a construção de pontes de engradamento é a mais econômica e mais adaptada para este paiz. Tomo a liberdade de lembrar a VEx que a ponte do Carandahy ultimamente construida na estrada da Corte, tendo apenas uns 50 palmos de vão custou mais de 7 contos de reis, ao passo que a do Vieira com 140 palmos de vão somente custa 5 contos. Ainda outro exemplo mais palpavel! Com a ponte da Piedade construida ha pouco pelo finado Manuel Pereira J^or^, a qual tem exactamente o mesmo vão de 140 palmos e é construída no mesmo systema, gastou a Provincia 13 contos de reis (...) hei de sustentar que a ponte do Vieira, comparativamente fallando, é a mais barata que foi feita na Provincia* (APM, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-44).

O processo construtivo da ponte *lattice* sobre o Rio Preto permitiu dimensionar e indicar os seguintes aspectos: i) a comunicabilidade da experiência, base para o avanço científico e tecnológico, à medida que engloba a transmissão do saber; ii) dados para analisar a eficiência da iniciativa privada na edificação das obras públicas, a habilidade da mão-de-obra e os recursos materiais utilizados (madeira, ferragem, alcatrão e alvenaria); iii) o aprimoramento de um sistema construtivo, em virtude da insuficiência das técnicas vigentes; iv) atores advindos dos campos disciplinares científicos, por exemplo, os engenheiros, postulam determinadas proposições como universais, mas são formuladas para resolver questões locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A especificidade da construção da ponte *lattice* situada sobre o Rio Preto, na divisa das províncias de Minas Gerais e do Rio de Janeiro, entre os anos de 1860 e 1864, mobilizou atores específicos. Os engenheiros e o encarregado da obra estabeleceram informações, negociações e conflitos através de intensas trocas de correspondências. Estas, por sua vez, revelaram que a reconstrução da ponte do Vieira convergiu para uma realidade entrecruzada da economia regional, do arranjo fiscal da província de Minas Gerais, da circulação de bens, pessoas e informações e, por fim, da técnica, da tecnologia e da ciência.

O estudo de caso em tela demonstra a diversidade e riqueza das informações consubstanciadas nos processos de pontes e estradas. Deste modo, o processo de difusão da técnica *lattice* é um caso emblemático das interações entre a vida cotidiana (circulação em estradas de bens, pessoas e informações) e a Engenharia, assim como evidencia que a transmissão do conhecimento técnico pode ser efetivada entre grandes distâncias, mas uma abordagem macro é insuficiente para revelar o constante diálogo entre a difusão e a escala local:

> *(...) technology transfers relied on multiple mediations. Aside from treatises and all forms and channels of codified knowledge, artifacts and people played a crucial part and interfered with descriptions and prescriptions (...).*
> *Intermediaries (towns, communities, and societies) and recipients of techniques always interpreted them according to their own needs and resources. There was a constant dialetic between diffusion and localism. Consequently, echoing microhistory, local-scale studies have become a major trend in the history of technical dissemination, and the results are rich* (HILAIRE-PÉREZ; VERNA, 2006, p. 539 e 557).

Por outro lado, a edificação da referida ponte revelou expressivos traços da intensa relação entre a formalização do conhecimento da Engenharia e a prática. As ações e as estratégias para a transmissão do conhecimento técnico produziram um espaço de negociação entre os engenheiros e o encarregado da obra, demonstrando que a organização administrativa da província de Minas Gerais era composta por um corpo de engenheiros capaz de conceber, dirigir e gerenciar a construção da ponte sobre o Rio

Preto. Tal estrutura organizacional verificou-se extremamente dinâmica. Ora temos a manifestação do desempenho de Antonio Alcantara (encarregado da obra) e da justificativa para a seleção de determinada alteração no projeto proposto pelo engenheiro Gerber ora o discurso de ambos os engenheiros, Gerber e Modesto de Faria Bello, em constante contato com o responsável pela edificação da ponte. O diálogo nas correspondências são indícios da complexidade do processo de junção entre o "saber fazer" dos homens da técnica e da tecnologia e os homens letrados, dotados de uma linguagem abstrata, de instrumentos científicos, de conhecimento matemático, incorporados ao poder provincial sob o título de engenheiros.

Consideramos que a investigação a partir do banco de dados produziu resultados inéditos para a História da Engenharia e dos engenheiros no Brasil do século XIX. A abordagem nos permitiu diferenciar os grupos sociais envolvidos na edificação da ponte, identificar a circulação de bens, pessoas e informações, bem como salientar a participação de engenheiros na construção do modal não-ferroviário no Brasil oitocentista, mormente quando a historiografia sobre o período oitocentista pouco conhece acerca da atuação dos engenheiros provinciais no âmbito da construção de pontes e estradas.

FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONTES MANUSCRITAS

Arquivo Público Mineiro (APM), Seção Provincial, Obras Públicas, 3/6. Caixas 2 a 28 e 32 a 57. Banco de Dados dos Processos de construção de pontes e Processos de construção de estradas.

FONTES IMPRESSAS

BARBOSA, Waldemar de Almeida. *Dicionário Histórico-Geográfico de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 1995.

BLAKE, Augusto Vitorino A. Sacramento. *Diccionário Bibliográphico Brasileiro.* Rio de Janeiro. 7 volumes, 1883 a 1902.

BELLO, Modesto de Faria. *Tabellas do novo systema de pesos e medidas e principalmente da reducção das antigas medidas agrárias às do systema métrico e vice-versa.* Rio de Janeiro: Typographia de Adolpho de Castro & Cia, 1882.

KLUMB, Revert Henry. Doze Horas em Diligência. Guia do viajante de Petropólis a Juiz de Fora [Rio de Janeiro: Tip. de J.J. da Costa Pereira Braga, 1872]. In: *Cidade de Petropólis, Reedição de quatro obras raras*. Petropólis: Museu Imperial, 2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Lidiany Silva. Os esforços político-administrativo do Governo Provincial para o provimento da infra-estrutura de transportes de Minas Gerais, 1835-1889 *Anais do XV Seminário Sobre Economia Mineira.* Diamantina: Cedeplar/UFMG, 2012.

_____. Os provedores da técnica: os engenheiros provinciais e a edificação da infraestrutura viária de Minas Gerais. *Hist. cienc. saude-Manguinhos* [online]. v.18, n. 3, pp. 907-928, 2011.

_____. *Tropas e ferrovias em uma província não-exportadora: Estado, elites regionais e as contradições da política dos transportes no início da modernização – Minas Gerais, 1835-1889.* Doutorado. Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

_____; GODOY, Marcelo Magalhães. Uma outra modernização: transportes em uma província não exportadora - Minas Gerais, 1850-1870. *Economia e sociedade*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 331-358, 2008.

_____; GODOY, Marcelo M.; MENDES, Philipe. Transporte e finanças públicas. In: FILHO, Alcides G.; CIMÓ, Paulo Roberto (org). *Transporte e formação regional: contribuições à história dos transportes no Brasil*. Dourados: Ed UFGD, 2011.

BASSALA, George. *A Evolução da Tecnologia.* Porto: Porto Editora, 2001.

_____. The Spread of western science. In: RESTIVO, S.; VANDERPOOL, C. K. (eds). *Comparative Studies in Science and Society*. Columbus: Charles Merrill Publishing, 1974. http://pt.scribd.com/doc/30327564/1-6-a-The-Spread-of-Western-Science

BATISTA, Felipe de Alvarenga. *O mito da modernização pelos trilhos: a "era ferroviária" em Minas Gerais, 1850-1940*. Belo Horizonte, Face/UFMG. Monografia de Bacharelado, 2010.

BATISTA, Felipe de Alvarenga; BARBOSA, Lidiany Silva; GODOY, Marcelo Magalhães . *Transportes, modernização e formação regional. Subsídios a história da era ferroviária em Minas Gerais, 1870-1940*. Revista de História Regional, v. 17, p. 162-203, 2012

BIJKER, Wiebe E.; PINCH, Trevor J. "The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other". In: BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor J (org). *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology.* Cambridge: Massachussetts, MIT Press, 1989.

BUENO, Beatriz; Vera Lúcia A. Ferlini; Iris Kantor. Território em rede: cartografia vivida e razão de Estado no Século das Luzes. *Anais do Museu Paulista*. São Paulo. v. 17, pp. 11-15, 2009.

COIMBRA, Creso. *Visão Histórica e Análise Conceitual dos transportes no Brasil*. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Publicações, Ministério dos transportes, 1974.

CRESPI, Francisco; FORNARI, Fabrizio. A sociologia da ciência. In: CRESPI, Francisco; FORNARI, Fabrizio. *Introdução à sociologia do conhecimento*. Bauru: Edusc, 2000.

DREICER, Gregory K. Building bridges and boundaries. The Lattice and the Tube, 1820-1860. *Technology and Culture,* v. 51, n. 1, p.126-163, jan. 2010.

DOLHNIKOFF, Miriam. O lugar das elites regionais. *Revista USP*, São Paulo, p. 116-133, jun/ago, 2003.

_____. *O pacto Imperial: origem do federalismo no Brasil do século XIX*. São Paulo: Globo, 2005.

_____. O poder provincial: política e historiografia. *Revista de História*, São Paulo, n. 122, p. 71-95, jan/jul. 1990.

EDGERTON, David. From innovation to use: ten ecletic theses on the historiography of technology. *History and technology*, v. 16, Issue 2, pp. 111-136, 1999.

_____. Innovation, technology, or history what is the historiography of technology about? *Technology and culture*, v. 51, n. 3, pp. 680-197, 2010.

ENGELS, Friedrich. *A situação da classe trabalhadora na Inglaterra*. [1°edição 1845]. São Paulo: Boitempo, 2010.

FRAGOSO, João Luís. *Homens de grossa aventura*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1998.

FURTADO, Junia Ferreira. Mapa das Minas. *Revista do Arquivo Público Mineiro*, v. XLVI, n. 2, p. 24-25, 2010.

GAMA, Ruy. *A tecnologia e o trabalho na história*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1986.

GAMA, Ruy. História de la técnica en Brasil: el campo de investigación y los conceptos básicos In: LAFUENTE, Antonio; SALDAÑA, Juan J. *Historia de las ciencias*. Madri: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1987.

GARDNER, Denis P. *Wood, concrete, stone and steel: Minnesota´s historic bridges*. Minnesota: University of Minnesota Press, 2008.

GAVROGLU, Kostas, et al. Science and technology in the european periphery : some historiographical reflections. *History of science*, XLVI, n. 46, pp. 153-175, 2008.

HILAIRE-PÉREZ, Liliane; VERNA, Catherine. "Dissemination of technical knowledge in the Middle Ages and the early Modern Era: new approaches and methodological issues". *Tecnhnology and Culture*. v.47 , nº3, pp. 536-565, 2006.

KANTOR, Iris. Mapas em circulação: projeções cartográficas e processo de emancipação política do Brasil (1799-1822). *Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades*, ano 12, n. 24, pp. 110-123, 2° semestre, 2010.

KRANAKIS, Eda. *Constructing a bridge: an exploration of engineering culture, design, and research in nineteenth-century France and America.* Cambridge: MIT Press, 1997.

LANDES, David. *Prometeu desacorrentado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental, desde de 1750 até a nossa época*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

LIOYD, Sampson; PAY, I.; WALDEGRAVE, K. *London's bridges: crossing the royal river*. London: Artists' and Photographers' Press, 2009.

PICON, Antoine. "Engineers and engineering history: problems and perspectives". *History and Technology*, v. 20, nº 4, pp. 421-436, 2004.

_____. La creátion du corps et de l'Ecole des Pont et Chaussées . In: PICON, Antoine. *L'Invention de L'ingénieur moderne, L'Ecole des Ponts et Chaussées 1747-1851*. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, 1992.

PIMENTA, Demerval José. *Caminhos de Minas Gerais*. Imprensa Oficial. Belo Horizonte:1971.

RESTITUTTI, Cristiano Corte. *As fronteiras da província: rotas de comércio interprovincial, Minas Gerais, 1839-1884*. 335f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

_____. Elementos da fiscalidade de Minas Gerais provincial. *Almanack Braziliense.* São Paulo, n°10, p.115-129, 2009.

RODARTE, Mario Marcos Sampaio. *O caso das Minas que não se esgotaram: a pertinácia do Antigo Núcleo Central Minerador na expansão da malha urbana das Minas Gerais oitocentista*. 179f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, 1999.

ROSENBERG, Nathan; VICENTI, Walter G. *The Britannia Bridge: the generation and diffusion of technological knowledge.* Cambridge: MIT Press, 1978.

SCHATZBERG, Eric. Technik comes to América: changing meanings of technology before 1930. *Technology and culture*, vol. 47, n. 3, pp. 486-512, 2006.

SZMRECSÁNYI, Tamás. Esboços de História Econômica da Ciência e da Tecnologia. In: SOARES, Luiz Carlos (org). *Da Revolução Científica à Big (Business) Science: cinco ensaios de História da Ciência.* São Paulo: Hucitec, 2001.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. *História da Engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro: Clavero, vol. 1, 1994.