

# 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)

*Engineering, engineers and the universe of technology diffusion in Imperial Brazil: Patent, project and construction of the lattice bridge in Minas Gerais (1860-1864)*

TÉLIO ANÍSIO CRAVO

Universidade de São Paulo (FFLCH/USP) | USP

**RESUMO** Este artigo tem por objetivo analisar a especificidade do processo de difusão e aprendizagem subjacente à tecnologia construtiva *lattice* 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 neste artigo 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 dados inéditos para a História da Engenharia: os processos de pontes e estradas recolhidos e codificados em um banco de dados que alcança o significativo volume de 22.000 documentos para o período de 1840-1889.

**Palavras-chave** História da Ciência – Engenharia civil – ponte *lattice* – difusão de tecnologia – Brasil Imperial

**ABSTRACT** *This paper analyses the specificity of the process of diffusion and learning of the lattice construction technology that is present in the road infrastructure of the nineteenth-century Brazil. The construction method of bridge denominated lattice was developed and registered in the US patent office (USPTO) in 1820 and 1835 by Ithiel Town. The intent is to highlight the process of adoption of a new technology and the importance of different actors in the context of civil engineer in Brazil, as well as identifying the manner in which contact and transmission of scientific and technological knowledge took place during the process of use of the lattice method. For this purpose, a unique dataset of the history of engineering is used: the processes of bridges and roads collected and coded in a dataset that comprises the significant volume of 22.000 documents for the period of 1840-1889.*

**Key words** *History of Science – Civil Engineering – lattice bridge – diffusion of technology – Imperial Brazil*

## A técnica e a difusão: a construção de uma ponte *lattice* no Brasil Imperial

Em 1820 e 1835, Ithiel Town (1784-1844) registrou no escritório de patentes dos Estados Unidos uma estrutura para a construção de pontes denominada *lattice*. Essa estrutura se diferenciava das pontes em arco e suspensas. Segundo Gregory Dreicer, a significativa disseminação e aperfeiçoamento da ponte *lattice* realizou-se devido ao crescente número de publicações técnicas do século XIX, tornando notória, na década de 1830, a difusão da referida técnica:<sup>1</sup>

*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.<sup>2</sup>*

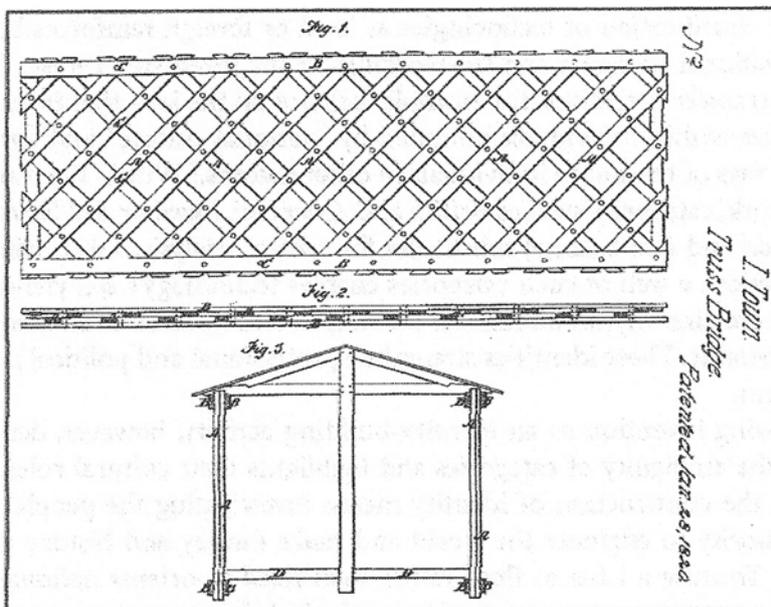


Figura 1 Patente da ponte *lattice* de 28 de janeiro de 1820

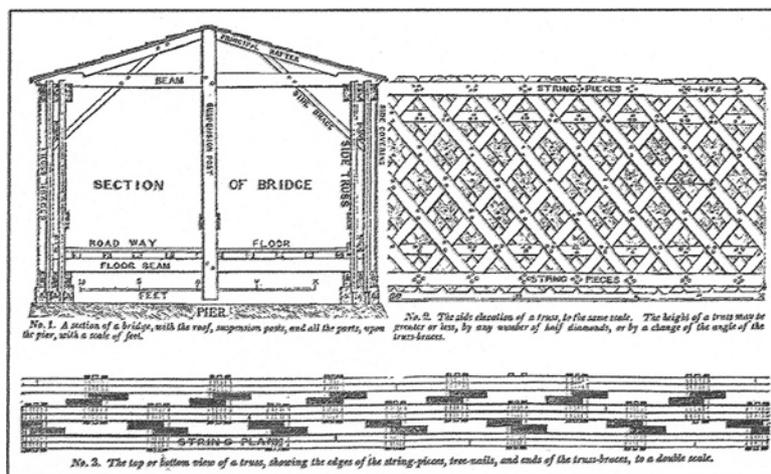


Figura 2 Patente da ponte *lattice* de 3 de abril de 1835

O objetivo deste trabalho é não só 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. Quais os atores participaram da construção da dita ponte? Quais foram as dificuldades enfrentadas durante a construção? Por que a adoção da técnica *lattice*? Houve alguma adaptação?

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. Direcionamo-nos, 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 faceta presente e sempre acentuada pela documentação coeva.

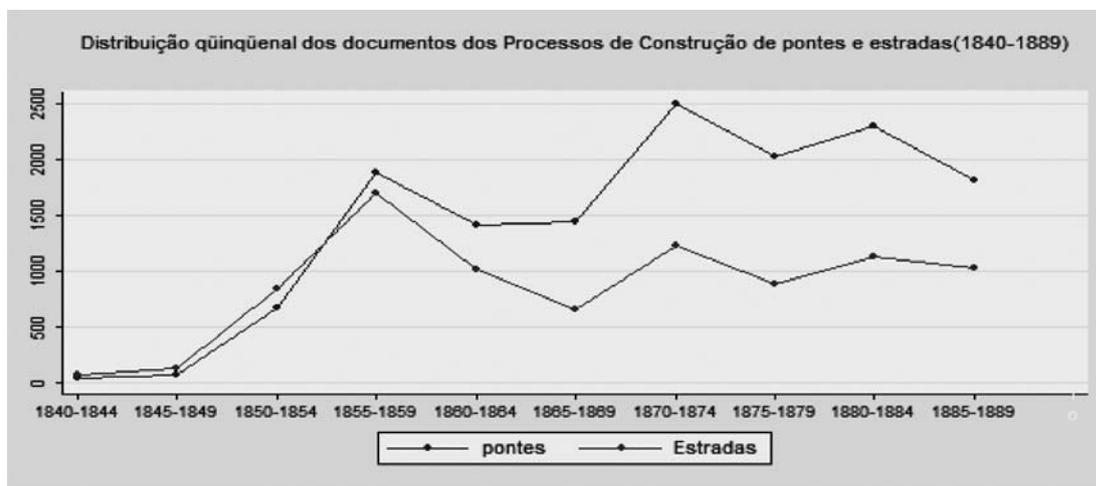
Para Nathan Rosenberg, inúmeros historiadores focalizam seus estudos acerca do progresso técnico, privilegiando a seguinte questão: quem fez primeiro?<sup>3</sup> Essa abordagem silencia o processo extremamente dinâmico da difusão de tecnologia. Notadamente este atrelado à movimentação geográfica de trabalhadores especializados. Segundo David Landes, a transferência das técnicas entre a Inglaterra e as regiões do continente (França, Bélgica, Prússia), durante o período da Revolução Industrial, 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.<sup>4</sup>*

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.<sup>5</sup>*

356



Fonte: Banco de dados dos processos de construção de pontes e estradas, 1840-1889.

O escopo documental permite-nos avançar e lançar questões acerca da complexidade do processo de difusão do método construtivo *lattice*. Pretendemos 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 Ayuruoca à Resende, na província do Rio de Janeiro. Pode-se observar que tal processo integra

um banco de dados que alcança o volume de 22.000 documentos, compreendendo a construção de pontes e estradas na província de Minas Gerais, entre 1840 e 1889. O gráfico abaixo revela a distribuição quinquenal da documentação contida no banco de dados, demonstrando uma sincronia entre os movimentos de ascensão e queda do número de documentos produzidos para pontes e estradas. Entrementes, é notável o predomínio quantitativo de documentos acerca da conservação, reconstrução e construção de pontes.<sup>6</sup>

## 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 relatava, 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<sup>e</sup> 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<sup>a</sup> do Rio e sofrendo esta Recebedoria um grande desfalque em suas rendas (...).<sup>7</sup>*

Assim como o administrador da Recebedoria, a Mesa das Rendas enviara comunicado para a presidência da província. Em ambos os comunicados ficou evidente a preocupação com a arrecadação fiscal proveniente da circulação de bens e de 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 consequência 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.<sup>8</sup>*

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 de mercadorias, constituíram-se em 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, estando algumas delas 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.<sup>9</sup> Nesse sentido, 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.<sup>10</sup>

Ademais, cabe salientar que o sal era um dos principais artigos de importação da província de Minas Gerais e havia se tornado, em 1821, isento do pagamento de direitos de entrada.<sup>11</sup> Tal mercadoria era um dos componentes das trocas comerciais entre a Vila de Ayuruoca e Resende. Daí o interesse em manter os fluxos de pessoas e de mercadorias entre as localidades. Outro documento, provavelmente do final da década de 1870 e início da década seguinte e assinado por diversos moradores (lavradores, negociantes), fornece subsídios para compreender essas relações mercantis entre Ayuruoca e Resende:

*(...) lavradores e negociantes moradores no termo da Ayuruoca desta Prov<sup>a</sup> (...) procurão o mercado da Cidade de Resende, 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.<sup>12</sup>*

Desse modo, a reconstrução da ponte do Vieira sobre o Rio Preto, na estrada da Bocaina, revela a conjectura de uma realidade entrecruzada, dada a diversidade de componentes: i) a circulação mercantil e as trocas comerciais no âmbito interprovincial (Minas Gerais-Rio de Janeiro), mormente entre a Vila de Ayuruoca 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 Ayuruoca 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.<sup>13</sup> 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 virtude da 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 de um plano viário para a província.<sup>14</sup> Em 1866, a Inspetoria Geral de Estradas foi substituída pela Diretoria Geral das Obras Públicas, cuja finalidade era administrar, fiscalizar e executar obras públicas.<sup>15</sup> Segundo um relatório da Seção Técnica datado de 1866, a Diretoria Geral das Obras Públicas era composta pelo seguinte quadro de funcionários:<sup>16</sup>

*1 Engenheiro Chefe, 5 Engenheiros, 1 Desenhador copista, 2 Amanuenses e 1 Guarda archivista. O D<sup>o</sup>r Henrique Gerber, nomeado Engenheiro Chefe (...) assumio a direcção d'esta Secção. (...) Os serviços prestados pelo D<sup>o</sup>r Gerber á Provincia de Minas, especialmente na direcção da Secção Technica são bastante conhecidas por V.S.<sup>a</sup> 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.<sup>17</sup>*

As atividades desenvolvidas pelo engenheiro Gerber, natural do Reino de Hanover, proporcionaram-lhe prestígio junto ao corpo administrativo provincial, dado à ascensão ao cargo de engenheiro-chefe da província de Minas Gerais, em 1866. 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.<sup>18</sup>

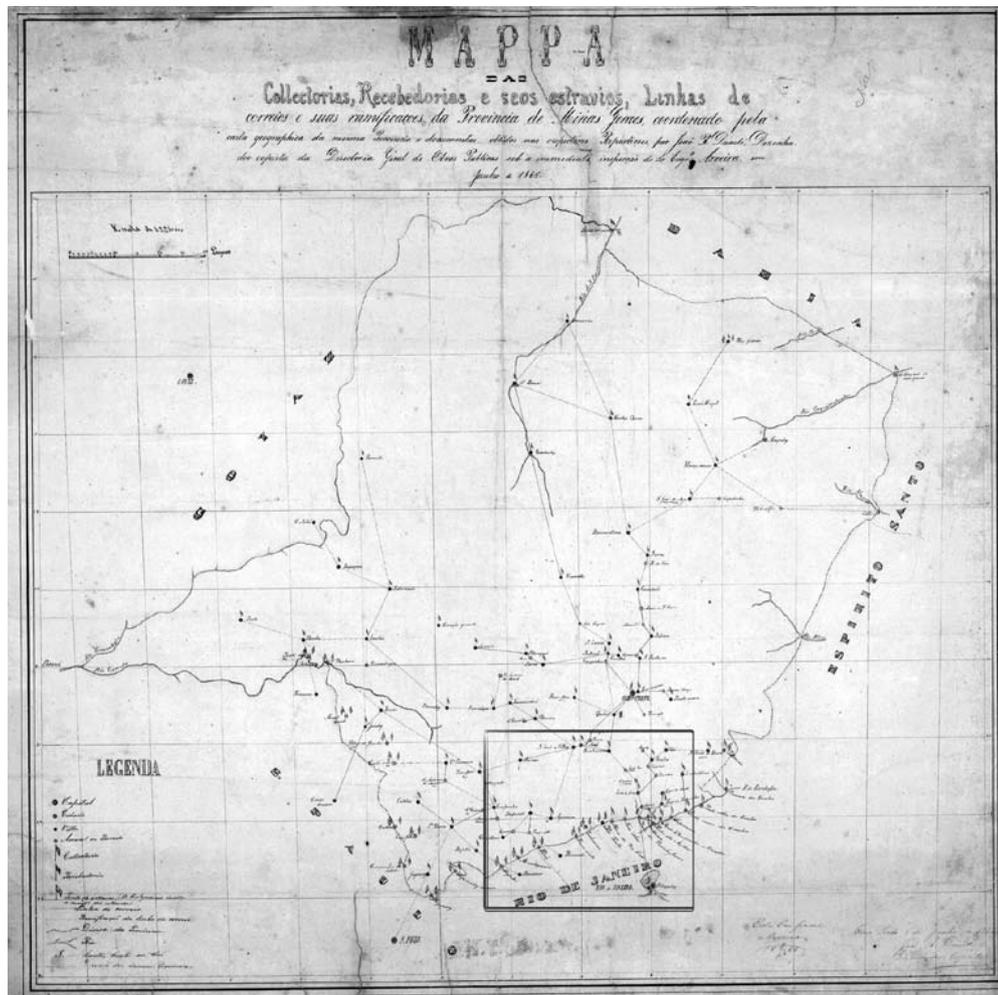
Para compreender e analisar a construção da ponte *lattice* sobre o Rio Preto, optamos por utilizar uma representação cartográfica datada de 1865, cuja autoria é referendada pelo engenheiro Aroeira e pelo desenhador-copista João R. Duarte, visando salientar três aspectos: 1) o interesse em mapear as recebedorias da província de Minas Gerais; 2) as linhas dos Correios, mormente as linhas estabelecidas a partir da Vila de Ayuruoca e de Resende; 3) a percepção das linhas dos Correios como expressivos indícios de ligações comerciais e da complexidade da circulação de pessoas e de informações.<sup>19</sup>

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.<sup>20</sup>*

O termo território deve ser compreendido como um artefato cultural, produzido através de complexas interações econômicas e por diversos atores sociais.<sup>21</sup> A cartografia se torna um conjunto documental, no qual se expressam distintos elementos constitutivos da territorialidade, ou seja, ela expressa um artefato social, uma construção histórica, resultante da ação humana.<sup>22</sup> A produção cartográfica também contém em si 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.<sup>23</sup>*



**Figura 3** Mappa das Colletorias, Recebedorias e seus 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, dezinhador copista da Directoria Geral de Obras Públicas sob a imediata inspecção do Sr. Engrº Aroeira, em junho de 1865. Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte.

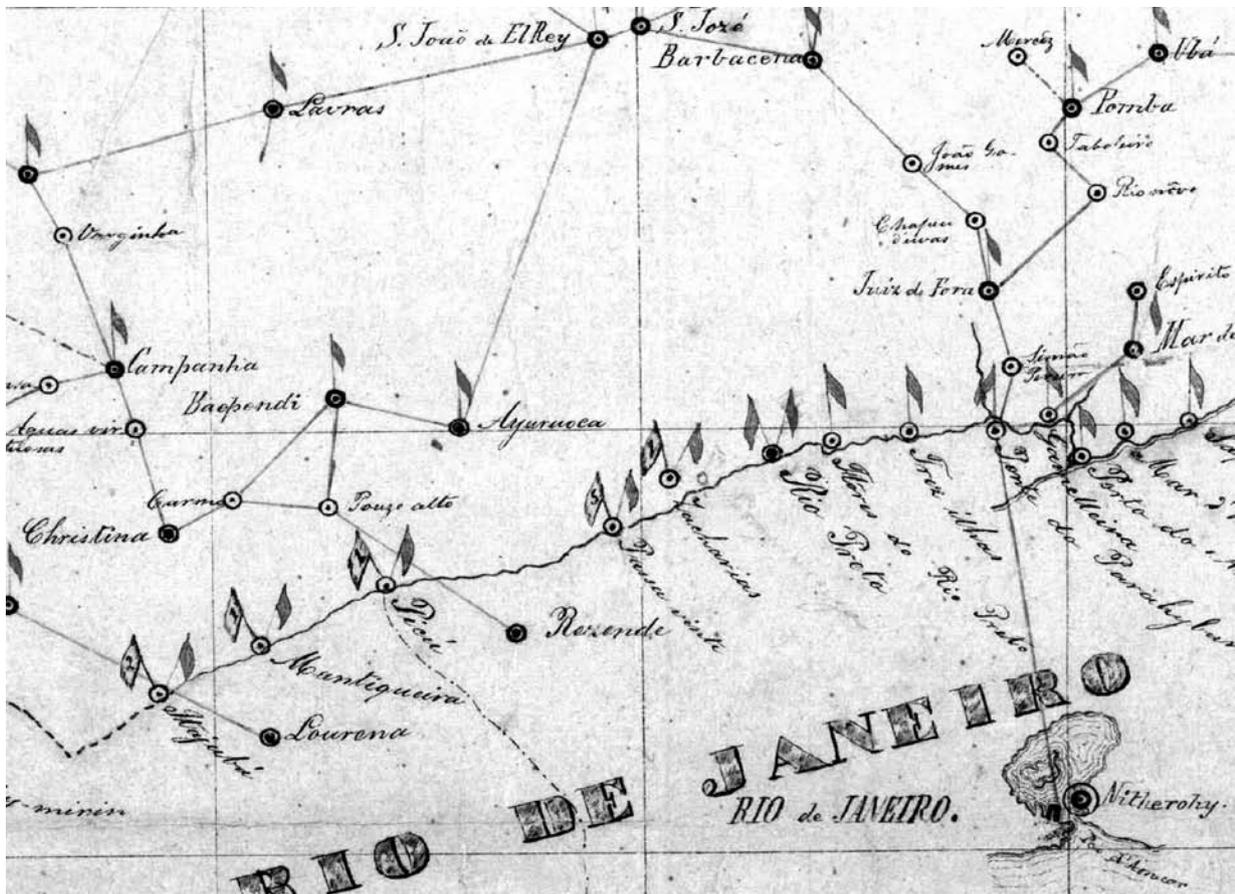


Figura 4 Excerto do Mappa das Colletorias, Recebedorias e seus estravios, Linhas de Correios e suas ramificações da Província de Minas Geraes, coordenado pela carta geographica da mesma Província e documentos obtidos nas respectivas Repartições, por João R. Duarte, dezenhador copista da Directoria Geral de Obras Públicas sob a immediata inspecção do Sr. Engrº Aroeira, em junho de 1865.

Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte.

Defrontamo-nos aqui 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, de mercadorias e de informações da província de Minas Gerais. As linhas dos Correios foram delineadas e representadas pelos traços contínuos em cor vermelha. Desse modo, temos duas linhas dos Correios partindo da Vila de Ayuruoca: 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 Ayuruoca e a Vila de Resende, a solicitação elaborada pela Câmara Municipal de Ayuruoca 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 Ayuruoca:

*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.º com o municipio de Resende; e por que lhe faltam recursos pecuniários para remediar tão grande falta, recorre a VExª esperança de alguma providencia a prol do interesse publico.<sup>24</sup>*

Pode-se afirmar que as ligações dos correios fornecem indicativos de que não era apenas a Vila Ayuruoca que teria interesse em manter fluxos comerciais 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.<sup>25</sup> Tal conhecimento foi expresso na indicação do cidadão Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães, na época camarista da Vila de Ayuruoca:

*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 paralela 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 Ex<sup>mo</sup> 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<sup>a</sup> 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 (...).*<sup>26</sup>

Contudo, neste primeiro parecer do engenheiro, datado de janeiro de 1861, não há qualquer 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.<sup>27</sup>

Se, por um lado, pode-se notar que a dita ponte seria dispensável, na medida em que o fluxo mercantil apenas abandonaria a estrada da Bocaina e se dirigiria para a estrada do Passa Vinte, por outro, vê-se que o engenheiro Gerber assumiu uma posição completamente distinta, após a entrega da planta e do orçamento para a reconstrução da referida ponte, elaborados pelo cidadão Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães, em 1861... Segundo o orçamento de Antonio de Alcantara, o valor total da reconstrução alcançava a quantia de quatro contos de réis e ela seria reconstruída a uma distância de quinze braças em relação à posição da antiga ponte:<sup>28</sup>

*A Camara Municipal da Villa d'Ayuruoca tem a honra de passar as mãos de VEx<sup>a</sup> o orçamento da ponte sobre o Rio Preto na estrada que da Bocaina se dirige a Cid<sup>e</sup> de Resende, e bem assim a planta da m<sup>ma</sup> 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 aproveitar.*<sup>29</sup>

Assim, junto ao orçamento, também fora encaminhada ao presidente da província a planta confeccionada por Antonio de Alcantara. A planta e o orçamento, por sua vez, chegaram ao conhecimento do engenheiro Gerber, permitindo-lhe analisá-los e, em decorrência, 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 construcção a mais propria, porque consome 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: para economisar na despeza, como tambem no mesmo tempo ganhar outras não pequenas vantagens, tenho organizado um novo projecto, que ora tenho a honra de submetter á illustrada consideração de VEx<sup>a</sup>. Comparando este meo plano com o do Senr Alcantara, devo apontar as seguintes diferenças a favor do primeiro: 1<sup>o</sup> – 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). 2º – 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. 3º – 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. 4º – 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<sup>a</sup> 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 embarço, de não achar-se carpinteiro, que se animasse a emprehendel-a. Considerando porem o progresso, que deve resultar da applicação de construcções 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<sup>a</sup>, 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.<sup>30</sup>

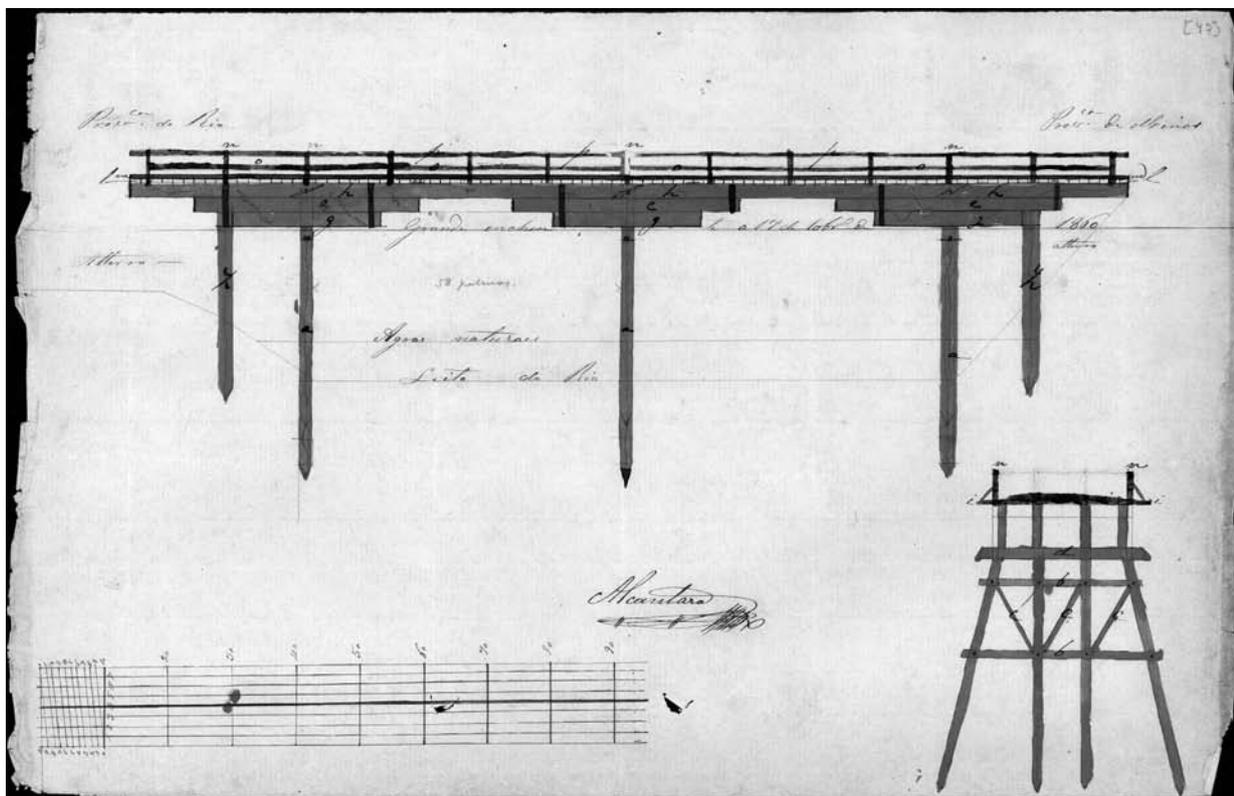


Figura 5 Planta da ponte sobre o Rio Preto, elaborada pelo cidadão Antonio de Alcantara Fonseca Guimarães (1861).

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

## Quadro comparativo acerca das 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: Arquivo Público Mineiro, 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 redução 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 vista disso, 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.<sup>31</sup> 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 apenas dimensionar o andamento das obras viárias, mas se posicionarem a favor ou contra a liberação de verbas para seu pagamento, geralmente, dividido em três parcelas.<sup>32</sup> 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, Henrique Gerber e Modesto de Faria Bello, deslocaram-se até a obra e produziram pareceres.

363

## Entre a técnica e a tecnologia: o universo da prática

Pretende-se, nesta última seção, ressaltar a dinâmica construtiva. Para tanto, direcionamos algumas considerações a dois termos: técnica e tecnologia. Em relação aos mesmos, atente-se que, segundo Ruy Gama, no período anterior ao século XIX, o termo técnica era denominado pela palavra arte, proveniente do latim *ars-artis*, chegando às línguas européias modernas com o sentido de habilidade. A palavra tecnologia, na língua portuguesa, só surgiu no século XIX:

*La palabra tecnología (...). Se utilizó por primera vez en un texto de José Bonifacio de Andrada e Silva, científico y, posteriormente, político de notable actuación en el nacimiento de Brasil como país independiente a comienzos del siglo XIX (1822). También la utiliza el portugués Silvestre Pinheiro Ferreira, profesor en Río de Janeiro en la misma época, pero José Bonifácio casi no la cita; asocia la tecnología a la cuestión de la unión de teoría y práctica.*<sup>33</sup>

Para Ruy Gama, é necessário compreender que a técnica e a tecnologia são processos simultâneos no tempo e no espaço. A tecnologia coloca em evidência o universo da prática, das operações técnicas, das ferramentas, dos materiais, dos custos e dos tempos de trabalho.<sup>34</sup> As técnicas, por outro lado, estão associadas à habilidade do executor, transmitidas de forma oral, assim como pelo uso dos instrumentos e ferramentas:<sup>35</sup>

*En resumen, las actividades “artesanas” subsisten incluso después de la aparición de la tecnología, coexistiendo con ella. Estos quiere decir que la historia que se pretende construir debe señalar esa duplicidad. Se deben emplear los términos de Historia de la Técnica y de la Tecnología, o ajustarse a una denominación más sintética, más extensa, como lo sería el título de Historia de la Técnica, considerando la Tecnología como forma histórica más reciente de sistematización, racionalización, experimentación y, por eso mismo, más científica de los conocimientos técnicos.<sup>36</sup>*

De fato, é extremamente difícil estabelecer um período para o surgimento da técnica ou da tecnologia. Contudo, pode-se afirmar que em diversos casos a manifestação de ambas se realizou em um espaço coetâneo, à medida que encontramos indícios da presença tanto da técnica quanto da tecnologia, ao lançarmos luz sobre as práticas e a multiplicidade de relações dos indivíduos envolvidos na construção da ponte *lattice* sobre o Rio Preto. Prioriza-se, assim, mais a investigação do processo de difusão de uma invenção do que suas origens regionais e/ou nacionais, ao analisar-se o particular significado histórico da difusão de uma técnica, as correlações com a sociedade e a dinâmica do processo de trabalho. Assim, nota-se que mesmo com a presença dos engenheiros e com as instruções técnicas fornecidas (planta, orçamento, contato oral entre engenheiro e encarregado), houve discrepâncias entre o orçamento inicial e o custo final da obra, bem como alterações realizadas pelo encarregado da obra, Antonio de Alcantara, em desacordo com o projeto e efetuadas sem o consentimento e autorização dos engenheiros, como observou o engenheiro Gerber, tendo por base o relatório do engenheiro Modesto de Faria Bello:<sup>37</sup>

*(...) 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 empresario 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 empresario o Sr. Acantara, muito probo e zeloso como é, procedendo de boa fé, nunca pensou, que essas faltas – aparentemente insignificantes – 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 levantada 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 construcção desse pilar.<sup>38</sup>*

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: Arquivo Público Mineiro, 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, construída por tal sistema, havia se tornado a mais barata, 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*,<sup>39</sup> o que fica evidente quando Henrique Gerber afirma ter alcançado 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*”:<sup>40</sup>

*A despeza (...) de 409\$550 foi feito com uma alteração planejada pelo próprio empresario 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 empresario 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 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 Jr, 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.*<sup>41</sup>

O processo construtivo da ponte *lattice* sobre o Rio Preto permitiu dimensionar e revelar os seguintes aspectos: i) a comunicabilidade da experiência, base para o avanço científico e tecnológico, na medida em que engloba a transmissão do saber; ii) a utilização de 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) os atores que, como os engenheiros, advindos de campos disciplinares científicos e postulantes de determinadas proposições universais, as reformularam para resolver questões locais.

365

## 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 trocaram informações, estabeleceram negociações e resolveram conflitos por meio de uma intensa troca de correspondência. As missivas, 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, de pessoas e de informações e, por fim, da técnica, da tecnologia e da ciência.

O estudo de caso em questão demonstra a diversidade e a riqueza das informações consubstanciadas nos processos de pontes e estradas. Desse modo, o processo de difusão da técnica *lattice* é um caso emblemático das interações entre a vida cotidiana (circulação em estradas de bens, de pessoas e de informações) e a Engenharia, assim como evidencia que a transmissão do conhecimento técnico pode ser efetivada entre grandes distâncias, mas que uma abordagem macro é insuficiente para revelar o constante diálogo entre o difundido 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 dialectic 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.*<sup>42</sup>

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 projetar, dirigir e gerenciar a construção da ponte sobre o Rio Preto. Tal estrutura organizacional revelou-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. Os diálogos presentes na correspondência são indícios da complexidade do processo de junção entre o “saber fazer” dos homens da técnica e a tecnologia dos engenheiros incorporados ao poder provincial, homens letrados, dotados de uma linguagem abstrata, de instrumentos científicos e de conhecimento matemático.

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 permitiu-nos diferenciar os grupos sociais envolvidos na edificação da ponte, identificar a circulação de bens, de pessoas e de informações, bem como salientar a participação de engenheiros na construção do modal não-ferroviário no Brasil oitocentista, mormente quando a historiografia sobre tal período pouco nos dá a conhecer acerca da atuação dos engenheiros provinciais no âmbito da construção de pontes e estradas.

## Notas e referências bibliográficas

**Télio A. Cravo** é mestrando do Programa de Pós-Graduação em História Social da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). Desenvolve a pesquisa com auxílio de bolsa concedida pelo CNPq. Integrante do Grupo de Estudos do Progresso da Tecnologia e Ciência (FFLCH-USP). Pesquisador associado do Núcleo de Pesquisa em História Econômica e Demográfica do Cedeplar/Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: [teliocravo@usp.br](mailto:teliocravo@usp.br)

- 1 “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”. Cf. DREICER, Gregory K. Building bridges and boundaries. The lattice and the tube, 1820-1860. *Technology and Culture*, v. 51, n. 1, p. 129-130. 2010.
- 2 DREICER, Gregory K., op. cit., 2010, p. 128.
- 3 ROSENBERG, Nathan. *Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia*. Campinas: Ed. Unicamp, 2006. p. 41.
- 4 LANDES, David. *Prometeu desacorrentado*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. p. 155 e 157.
- 5 ROSENBERG, op. cit., 2006, p. 44.
- 6 Para compreender e analisar a dimensão dos dados quantitativos e qualitativos dos processos de pontes e estradas contidos no banco de dados, ver: 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*. Tese – Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- 7 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6 Caixa 47, doc. 08-03.
- 8 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6 Caixa 47, doc. 08-06
- 9 RESTITUTTI, Cristiano Corte. Elementos da fiscalidade de Minas Gerais provincial. *Almanack Brasileiro*, São Paulo, n. 10, p. 115-129, 2009.

- 10 O Ato Adicional de 1834 permitiu uma relativa autonomia das províncias sobre a tributação, as obras públicas e a força policial. Isso 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.
- 11 RESTITUTTI, op. cit., 2009, p. 121-122.
- 12 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 22-01.
- 13 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, 208-209.
- 14 Houve em Minas Gerais a promulgação de três planos viários (1835, 1864 e 1871), ver: GODOY, Marcelo Magalhães; BARBOSA, Lidiany Silva. Uma outra modernização: transportes em uma província não-exportadora – Minas Gerais, 1850-1870. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 340-345, 2008.
- 15 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*. Tese – Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- 16 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., 2005, 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, 1994. v. 1, p. 114.
- 17 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-1, Caixa 2.
- 18 Em 1867, um inventário realizado pela Repartição de Obras Públicas de Minas Gerais levantou o número de plantas existentes na referida Repartição e confirmou a notória concentração de plantas relacionadas à infraestrutura viária. Temos, assim, a presença expressiva de plantas referente a pontes, alcançando o percentual de 48,9% da totalidade de 327 plantas pertencentes à Repartição de Obras Públicas, ou seja, 160 plantas. As plantas pertencentes à Repartição são indícios das atividades desenvolvidas pelos engenheiros e da concentração de trabalhos em determinadas áreas, que englobam recolhimento de dados *in loco*, desenvolvimento de atividades em escritório e utilização de instrumentos científicos. Baseando-se no percentual agregado de plantas de pontes (160 plantas) e estradas (75 plantas), pode-se concluir que, aproximadamente, 72% dos trabalhos técnicos da Repartição eram direcionados para a infraestrutura viária. Os dados restantes da relação de plantas denotam presença quase igualitária entre as plantas Geográficas e Topográficas (39 plantas, percentual de 11,9%) e as destinadas para edifícios (36 plantas, percentual de 11,0%). Somam-se a esses dados, por fim, plantas referentes às obras hidráulicas (17 plantas, percentual de 5,1%). Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-4, Caixa 04, doc. 10/01.
- 19 Segundo Mario Rodarte, na medida em que há relação econômica entre duas cidades, essas são forçadas também a outras formas de comunicação. No século XIX, a condução das cartas entre cidades eram encargo 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 pertinência 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.
- 20 FURTADO, Junia Ferreira. Mapas das Minas. *Revista do Arquivo Público Mineiro*, v. XLVI, p. 24-25, 2010.
- 21 Sobre as interações econômicas do território de Minas Gerais no período oitocentista destacam-se os trabalhos de Roberto Borges Martins, Robert Wayne Slenes e Clotilde Andrade Paiva. A partir da década de 1980, iniciou-se um forte revisionismo historiográfico que teve como ponto de partida o questionamento da tese da decadência econômica de Minas Gerais no século XIX, após o fim do “ciclo econômico” do ouro. É com a publicação de *A economia escravista de Minas Gerais no século XIX* (1982), de Roberto Borges Martins que se inicia uma significativa reconsideração acerca da dinâmica demográfica e econômica de Minas Gerais. Martins descreve a economia mineira com um caso *sui generis* e paradoxal, uma vez que possuía uma alta capacidade de importação líquida de escravos e a economia se pautava pela presença de unidades agrícolas diversificadas, produzindo para o autoconsumo e mercados locais (MARTINS, Roberto Borges. *A economia escravista de Minas Gerais no século XIX. Texto para discussão*, n. 10, Belo Horizonte, Cedeplar/UFMG, 1982). Robert Slenes elaborou um esboço interpretativo, no qual se direcionava para uma análise das atividades de exportação como o centro dinâmico da economia mineira, afirmando que a exportação e os seus efeitos multiplicadores foram os responsáveis pelo apego à escravidão no século XIX (SLENES, Robert W. “Os Múltiplos de Porcos e Diamantes: A Economia Escrava de Minas Gerais no Século XIX. Estudos Econômicos”. São Paulo, v. 18, n. 3, p. 449-495, 1988). É com a tese de doutoramento de Clotilde Andrade Paiva, em 1996, que a conjunção dos problemas demográficos (sexo, idade, condição social, cor/origem e tamanho da população) e de circulação econômica (interna e externa) ganha maior expressão do que os estudos anteriores (PAIVA, Clotilde Andrade. *População e economia nas Minas Gerais do século XIX*. Tese – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996). Portanto, não devemos desconsiderar os aspectos econômicos inerentes ao processo de formação do território de Minas Gerais. Torna-se necessário estabelecer as correlações entre a infraestrutura viária (pontes e estradas), a diversidade produtiva, o dinamismo da circulação de bens, de pessoas e de ideias e o papel desempenhado pelos engenheiros empregados na província de Minas Gerais.
- 22 BUENO, Beatriz; FERLINI, Vera Lúcia A.; KANTOR, Iris. Território em rede: cartografia vivida e razão de Estado no Século das Luzes. *Anais do Museu Paulista*, São Paulo, v. 17, p. 11-15, 2009.
- 23 BUENO, Beatriz Piccolotto Siqueira. Decifrando mapas: sobre o conceito de “território” e suas vinculações com a cartografia. *Anais do Museu Paulista*, São Paulo, v. 12, p. 194, 2004.
- 24 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08/08.
- 25 Henrique Gerber ocupou o cargo de engenheiro da província de Minas Gerais entre os anos de 1857 e 1867: “Nascido na Alemanha e brasileiro por naturalização, sendo engenheiro, serviu na província, hoje estado de Minas Gerais, é cavaleiro da ordem da Rosa, e escreveu: Noções geográficas e

administrativas da província de Minas Gerais, publicada em virtude do art. 21 da lei n. 1.164 de outubro de 1861, com uma planta de Ouro Preto. Rio de Janeiro, 1863". BLAKE, Augusto Vitorino A. Sacramento. *Diccionario Bibliographico Brasileiro*. Rio de Janeiro, 1895, p. 220, v. 3.

- 26 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6 Caixa 47, doc. 08/01.
- 27 A estrada do Passa Vinte foi posta em arrematação no ano de 1859, montando o orçamento da obra a 502:330\$400 (502 contos, 330 mil e 400 réis); a extensão total da estrada era de 16.488 braças, aproximadamente, 36 quilômetros. O orçamento era de autoria do engenheiro Henrique Dumont. Segundo o edital da mesma estrada, durante o período de arrematação, os engenheiros Henrique Dumont e Francisco Mariano Halfeld prestaram aos interessados, em vista das plantas, orçamentos, e tabelas de aterros, desaterros e declividades, as informações e esclarecimentos que lhes foram solicitados. Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-4, Caixa 7.
- 28 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 redução das antigas medidas agrárias às do systema métrico e vice-versa*. Rio de Janeiro: Typographia de Adolpho de Castro & Cia, 1882.
- 29 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-13.
- 30 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-18.
- 31 "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, Liliâne; VERNA, Catherine. Dissemination of technical knowledge in the Middle Ages and the early Modern Era: New approaches and methodological issues. *Technology and Culture*, v. 47, n. 3, p. 541, 2006.
- 32 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-25.
- 33 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. p. 110.
- 34 GAMA, Ruy. *A tecnologia e o trabalho na história*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1986. p. 30-31.
- 35 Em outra perspectiva, o autor Milton Vargas afirma que a tecnologia no Brasil se desenvolveu em duas etapas. A primeira etapa foi caracterizada por uma "tecnologia implícita" presente nos ensinamentos recebidos pelos engenheiros e aplicada nos projetos construtivos de pontes e estradas de ferro, a partir da fundação da Escola Politécnica do Rio de Janeiro (1874). Já a segunda etapa tecnológica ocorreu na década de 1920, com a criação de Laboratórios de Ensaios de Materiais na Politécnica de São Paulo. Isto é, houve uma divisão que ressalta a presença de uma tecnologia implícita e outra explícita com aplicações da ciência aos problemas técnicos. Cf. VARGAS, Milton. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Editora Alfa-Ômega, 1994. p. 201-206. Para Nathan Rosenberg, é errôneo acreditar que a tecnologia é uma mera aplicação do conhecimento científico: "o conhecimento tecnológico foi por muito tempo adquirido e acumulado de modo empírico e rudimentar (...)" ROSENBERG, op. cit., 2006, p. 218. David Landes tece o seguinte comentário sobre a tecnologia no século XIX: "Em meados do século, a tecnologia ainda era essencialmente empírica, e o treinamento no exercício da tarefa era, na maioria dos casos, o método mais eficaz de transmitir os conhecimentos. Mas, depois que a Ciência começou a se antecipar à técnica – e ela já o estava fazendo, em certa medida, na década de 1850 – a instrução formal tornou-se um grande recurso industrial (...)" LANDES, op. cit., 1994, p. 158.
- 36 GAMA, op. cit., 1987, p. 114.
- 37 Outros fatores contribuíram para a alteração do orçamento, tais como: o aumento do valor das ferragens vindas da Corte, do alcatrão e da alvenaria. Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-30. Ou seja, embora a ponte fosse predominantemente de madeira era necessário para sua reconstrução o acesso a diferentes recursos materiais.
- 38 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-36.
- 39 Sobre a relevância de análise do processo de negociação e de apropriação das ideias e das práticas científicas, ver: GAVROGLU, Kostas; PATINIOTIS, Manolis; PAPANELOPOULOU, Faidra; SIMOES, ANA; Ana Carneiro, Maria Paula Diogo, Jose Ramon Bertomeu-Sánchez, Antonio BELMAR, Garcia; NIETO-GALAN, Agusti. Science and technology in the European periphery: Some historiographical reflections. *History of science*, XLVI, n. 4, p. 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., 2008, p. 159 e 161.
- 40 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-44.
- 41 Arquivo Público Mineiro, SPOP 3-6, Caixa 47, doc. 08-44.
- 42 HILAIRE-PÉREZ, Liliâne; VERNA, Catherine. op. cit., p. 539 e 557.

[Recebido em janeiro de 2012, aprovado para publicação em outubro de 2012.]