

**FORÇA E LUZ:  
ELETRICIDADE E MODERNIZAÇÃO  
NA REPÚBLICA VELHA**

**GILDO MAGALHÃES DOS SANTOS Fº**

## ÍNDICE

<b>Prefácio</b>	
<b>1. Introdução</b>	<b>7</b>
<b>2. Reflexões Metodológicas: Conceituação de Modernização</b>	<b>9</b>
<b>3. O Contexto Tecno-Científico Internacional e o Brasil</b>	<b>16</b>
<b>4. A Sociedade Brasileira e a Industrialização</b>	<b>22</b>
<b>5. O Papel da Eletricidade na Modernização Brasileira</b>	<b>27</b>
<b>6. A Eletricidade ao Final da República Velha</b>	<b>40</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>47</b>
<b>Anexos</b>	
<b>Anexo 1: Artigos de Revistas de Engenharia</b>	<b>50</b>
<b>Anexo 2: A Tramitação de Projetos de Lei na Esfera Federal</b>	<b>55</b>
<b>Anexo 3: Iconografia</b>	<b>62</b>

## **AGRADECIMENTOS**

A Luzia Monteiro Araújo Soares, pesquisadora do Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo (São Paulo) e ao Centro de Memória da Eletricidade da Eletrobrás (Rio de Janeiro), pela cortesia e as informações cedidas.

Às Bibliotecas: Central, da Escola Politécnica; George Alexander, da Universidade Mackenzie; e do Instituto de Engenharia de São Paulo, pelo acesso franqueado às coleções de revistas.

Aos colegas do Centro de História da Ciência da USP, pelas discussões e sugestões, e em especial ao seu Diretor, prof. Dr. Shozo Motoyama.

À FAPESP, pelo apoio prestado para esta pesquisa, sem o qual ela dificilmente poderia ser realizada.

*(...) uma espécie de floresta de teatro, com seus festões de ramagens pendentes do teto, donde a luz elétrica se despejava de focos profusos (...)*

Hilário Tácito, **Madame Pommery** (1920)

*Nada de postiço, meloso, artificial, arrevesado, precioso: queremos escrever com sangue - que é humanidade; com eletricidade, que é movimento, expressão dinâmica do século; violência - que é energia bandeirante.*

Menotti del Picchia, “Arte Moderna” (1922)

*O largo*

*O ribeirão*

*A matriz*

*E a poesia dos casarões quadrados*

*(A luz elétrica é forasteira)*

Manuel Bandeira, “Cidade do Interior” (década de 1920)

## PREFÁCIO

*Este livro, do engenheiro Gildo Magalhães, que atualmente dedica-se a aulas no Departamento de História da USP e pesquisas no Centro Interdisciplinar de História da Ciência e Tecnologia, desenvolve um tema original, que até hoje não tinha sido suficientemente abordado. É o do papel desempenhado pela eletricidade na modernização do Brasil.*

*É voz corrente que o nosso país conseguiu saltar, no seu desenvolvimento industrial, a etapa negra do carvão, a qual trouxe uma série de inconvenientes aos países que se industrializaram no século XIX. A industrialização e, com ela, a modernização do nosso país deu-se com a eletricidade. Metaforicamente se poderia dizer que o nosso país não viu seu ambiente poluído pela fuligem do carvão, e nem a cara e as mãos manchadas de negro, como marca dos seus operários. A máquina a vapor não foi um agente de nossa industrialização, mas sim o gerador elétrico ou como se dizia, na época, a “hulha branca”.*

*Daí a importância deste estudo, pelo qual Gildo Magalhães nos faz ver o papel da energia elétrica na construção do Brasil moderno. É bem possível que a idéia de tornar o Brasil um país moderno, isto é, semelhante à Europa, tenha tomado conta da mentalidade das nossas elites logo após a Guerra do Paraguai, a partir das idéias de abolição da escravatura e adoção do regime republicano. Mas a História tem mostrado que toda transformação social exige um aumento de consumo de energia. Pois bem, a pesquisa realizada por Gildo Magalhães veio mostrar que enquanto a energia elétrica (aliás, a única que se mostrou passível de aproveitamento em nosso país) não foi posta à disposição do consumo, nossa modernização não passou de um ideal vago das nossas elites.*

*É curioso notar que a primeira utilização nacional da energia elétrica foi feita em 1879, no mesmo ano em que Edison demonstrou a possibilidade da iluminação por meio de lâmpadas elétricas. Foi a iluminação da Estação Central do Brasil, no Rio de Janeiro, por meio de lâmpadas a arco. Note-se que, curiosamente, quem instigou tal idéia foi Pedro II, então considerado pelos republicanos um símbolo do que devia ser superado no Brasil.*

*Pois esse período de 1880 a 1920 foi o do desenvolvimento da utilização da energia elétrica no país; primeiro, pela iluminação pública em nossas principais cidades; depois, pela indústria que paulatinamente se desenvolvia na época, no Rio e em São Paulo. Pois esse período é também o da modernização do país, objetivada na erradicação das epidemias tropicais, nestas cidades; pela preocupação na urbanização de nossas capitais, realizada com notável sucesso no Rio, e efetivada no projeto e construção de Belo Horizonte.*

*Porém Gildo Magalhães chama a atenção sobre o fato de que os conceitos de moderno, modernidade e modernização só se transformam em “palavras de ordem” nos anos 20 de nosso século. De fato, é nessa época que surgem simultaneamente a Semana de 22, a organização de institutos de pesquisas científicas e tecnológicas e a crise de energia elétrica em São Paulo, devido ao aumento desmesurado do consumo de eletricidade pela indústria paulista, e as revoluções tenentistas contra o poder elitista e autoritário da República Velha.*

*Nessa linha, este livro inicia-se com adequadas e oportunas reflexões sobre o conceito de modernização, correlacionando-o com o de progresso. Depois de refletir sobre as semelhanças e desigualdades entre ciência e tecnologia, o autor pondera que o conhecimento científico tem como característica própria a que implica necessariamente a idéia de um conhecimento em contínuo avanço. Portanto, tem uma nítida conotação com a idéia de progresso, correspondente ao fato de que a ciência é um conjunto de sistemas simbólicos, em discordâncias, contradições e conflitos que implicam um constante esforço para resolvê-los.*

*Como a tecnologia é utilização de princípios, teorias e métodos científicos na solução de problemas técnicos, mais ou menos relacionados com as necessidades sociais de um determinado meio, conclui-se que o fenômeno da modernização estará correlacionado com realizações tecnológicas. Daí a tese de Gildo Magalhães de que a modernização do Brasil tem como uma das suas fontes o aproveitamento da energia elétrica – a qual, dadas as características geológico-geográficas do nosso território, tem sido hidráulica – para suprir as necessidades de iluminação, transporte e desenvolvimento industrial.*

*Com efeito, a princípio foram construídas pequenas usinas, principalmente para a iluminação pública de nossas cidades menores, a partir de Campos (RJ) em 1883. A etapa seguinte foi não só para fins de iluminação e tração urbana, mas também para suprir a demanda de energia pela indústria. Com a Usina de Parnaíba sobre o rio Tietê, em 1901, e no Rio, com a grande hidroelétrica de Ribeirão das Lages, em 1913, essas necessidades foram satisfeitas. Estas foram em seguida complementadas em 1914 pela Usina de Itaporanga, perto de Sorocaba (SP), com 5 grupos de turbinas geradoras de 10.000 kW cada. A energia elétrica para o Rio de Janeiro foi suplementada em 1923 pela Usina de Ilha dos Pombos, sobre o rio Paraíba. Esta obra foi projetada e construída sob a orientação do engenheiro americano A.W. R. Billings (1875-1949), o qual, desde então até sua morte, foi o mentor e realizador do grande desenvolvimento hidroelétrico promovido pelas “Lights” no Brasil. Com a crise de energia elétrica em São Paulo, provocada pelo crescimento da demanda de energia pela indústria, Billings projetou e construiu a Usina de Cubatão, desviando as águas de rios do planalto paulistano para o mar, numa queda de 700 metros, para gerar numa primeira etapa, em 1926, 60.000 kW.*

*Essas foram as duas primeiras etapas da eletrificação que ocorreu no Brasil. A primeira, de 1880 até 1920, em correspondência com a modernização relacionada com a abolição da escravatura, a proclamação da República e a preocupação com urbanismo e saneamento das cidades brasileiras. A segunda, com um certo “overlapping” sobre a primeira, ocorreu nas décadas dos anos 10 e 20, com a eclosão da industrialização. Nesse período, fundam-se as Escolas de Eletrotécnica de Itajubá e Porto Alegre, e os cursos de Engenharia Elétrica das Politécnicas do Rio e de São*

*Paulo. Note-se que essa Segunda etapa coincide também com o início da pesquisa tecnológica no Brasil, com a criação do Laboratório de Ensaio de Materiais da Escola Politécnica de São Paulo e da estação Experimental de Combustíveis e Minérios, no Rio de Janeiro. Portanto não é, de forma alguma, descabido perceber uma estreita relação entre a modernização do nosso país e o consumo de energia elétrica, na República Velha.*

*Note-se que esse período coincide com uma profunda transformação cultural do Brasil. Nas letras e nas artes a Semana de 22 proclama a necessidade do surgimento de uma literatura, música, pintura e escultura baseadas em temas e estilos nacionais. O que de fato se realizou, com o “modernismo” nas letras e artes. Na política, as revoluções tenentistas, a partir da do Forte de Copacabana em 1922, a Coluna Prestes, em sua gloriosa caminhada através do Brasil, o surgimento de partidos políticos de esquerda e de direita, engajados em ideais de renovação do país, indicam que o primeiro período republicano, com seu elitismo e autoritarismo, não mais satisfaziam os anseios do povo brasileiro.*

*Pois o estudo pormenorizado dessa correlação entre modernização político-social e energia elétrica, a partir de reflexões sobre o próprio conceito de modernização e da análise de como o contexto de ciência e tecnologia atuou sobre a sociedade brasileira e sua industrialização, foi brilhantemente relatado neste livro. Contudo, não há de se negar, como conclui Gildo Magalhães, que a modernização do Brasil na República Velha muito tem a ver com uma conjunção de poder oligárquico e elitista dos governos de então, com interesses estrangeiros representados pelas “Lights”. Mas deve-se ponderar que disso resultou, dialeticamente, não só um progresso material, mas também cultural do país.*

*Milton Vargas  
Professor Emérito da Universidade de São Paulo*

# 1. INTRODUÇÃO

A imensa maioria das pessoas julga que, devido ao conhecido atraso da sociedade brasileira em termos científicos e tecnológicos, reconhecido e registrado no advento do período republicano, não deveríamos ter iniciativas dignas de interesse nesse período, no que tange a um esforço de modernização. Isto é tanto mais tomado como verdade, na medida em que um século depois ainda padecemos de um descompasso notável com nações desenvolvidas e que dominam a ciência e a tecnologia. No entanto, esta pequena obra demonstra que esse é um quadro inexato, pois houve iniciativas muito interessantes, que não se concretizaram por motivos diversos, certamente devidos mais a um grande descaso para com esses assuntos por parte das elites, do que à inexistência de impulsos para a modernização.

Escolas onde se ensinavam os rudimentos do que hoje seria a engenharia existiram no Brasil pelo menos desde o início do século XIX. Respondendo ao ímpeto de maior integração da economia brasileira em âmbito mundial, decorrente do processo de acumulação de capital na segunda metade daquele século, surgiram estabelecimentos de estudo de engenharia, propriamente dita. Dentre estes, destacamos a Escola Politécnica e a Escola de Engenharia Mackenzie, por se situarem em São Paulo, que muito rapidamente ia conquistando a posição de epicentro dinâmico da vida econômica brasileira. A Politécnica foi inaugurada em 1894 e o Mackenzie dois anos após, sendo que em ambas escolas cursos de engenheiro mecânico-eletricista começaram a funcionar duas décadas depois, respectivamente em 1911 e 1917<sup>1</sup>.

Decidiu-se investigar um material pouco explorado, o das revistas acadêmicas destas duas escolas de engenharia. Para além de meros veículos de notícias acadêmicas, percebe-se nelas uma função de formação e expressão de opinião. Além disso, há momentos em que certas diferenças de tratamento de tema podem ser atribuídas às origens distintas de ambas escolas: a Politécnica, de cunho público e o Mackenzie, instituição privada, embora as duas fossem freqüentadas em geral por membros das elites da época.

A pesquisa se orientou então em primeiro lugar para a leitura das revistas publicadas pelos grêmios acadêmicos das escolas de engenharia paulistas existentes durante a Primeira República. Na Biblioteca George Alexander, da atual Universidade Mackenzie, foram pesquisados os exemplares publicados dentro do período da República Velha, isto é, os de número 1 (1915) a 54 (1930). Destes, foi possível selecionar 8 artigos, listados na Tabela 1 do Anexo 1. Na Biblioteca Central da Escola Politécnica da USP, foram pesquisados os exemplares publicados dentro do mesmo período, que vão do número 1 (1904) ao 100 (1930). Destes, foram selecionados 11 artigos listados na Tabela 2 do mesmo Anexo.

As seleções escolhidas são aquelas relativas a aplicações diversas da eletricidade no Brasil, tendo sido excluídos, a princípio, artigos de mera divulgação técnica de aspectos da eletricidade, bem como os puramente didáticos (cursos e notas de aulas), a

---

<sup>1</sup> Telles, Silva - **História da Engenharia no Brasil (século XX)**, pp. 2-11.



não ser que neles houvesse alguma evidência de se tratar de notícia de desenvolvimento técnico realizado no Brasil com características inovadoras, ao nosso ver.

Julgou-se também oportuno complementar o trabalho com uma pesquisa na biblioteca do Instituto de Engenharia de São Paulo, que edita regularmente um Boletim (hoje “Revista de Engenharia”) desde outubro de 1917. Os artigos aí publicados são em geral de caráter mais estritamente técnico e corporativo do que as revistas acadêmicas. Parece-nos que, em confronto, as revistas acadêmicas eram no seu todo mais livres, sob a direção de estudantes, apesar de muitos destes mais tarde se tornarem membros do próprio Instituto de Engenharia. O corporativismo talvez se explique pelo fato de pertencer a engenharia ao grupo fechado das profissões liberais dominantes, ao lado da medicina e da advocacia. Também deve ser levado em conta que os profissionais de engenharia se colocavam logo próximo ao poder, seja como empregados nas repartições e instituições governamentais, seja numa carreira política paralela à engenharia, devido à escassez de quadros administrativos.

Considerando essa problemática, a pesquisa dos números 1(1917) até ao 56 (1930) da publicação do Instituto de Engenharia revelou-se frutífera, pois se pôde extrair 10 matérias versando sobre aplicações da eletricidade, com um conteúdo por vezes até algo mais amplo e pelo menos tangenciando algumas questões de interesse social - e que se encontram relacionadas na Tabela 3 do Anexo 1.

O contraponto aos artigos da engenharia nacional surgiu quando nos deparamos com a intensa atividade legislativa referente ao aproveitamento e comercialização da eletricidade e seus equipamentos. Essas iniciativas de projetos de lei, de orçamentos e suas discussões foram registradas pelo Centro de Memória da Eletricidade, criado pela empresa Eletrobrás no Rio de Janeiro. Utilizando-se como fonte complementar esse material, foi possível fazer algumas correlações interessantes sobre questões como modernização, progresso técnico e dependência tecnológica. Além disso, notou-se uma interrelação direta entre alguns tópicos das revistas acadêmicas e de engenharia pesquisadas e determinados projetos de lei. Foram selecionadas para análise as proposições legislativas no período de 1889 a 1930, que se encontram listadas no Anexo 2.

Essas fontes demonstraram ser de notável interesse para o historiador interessado em ciência e tecnologia. As revistas acadêmicas, em especial, contêm bastante informação sobre as diversas áreas que representavam campos de trabalho profissional da época, e há muito material inédito envolvendo mineração, metalurgia, engenharia civil, arquitetura, máquinas e outras aplicações tecnológicas, pelas quais se poderia traçar um panorama vívido da nossa história econômica, social e cultural, o que possibilitaria aprofundar o diálogo com outras áreas de pesquisa que vêm se debruçando sobre nossas origens e tendências, tais como a história das mentalidades, da vida privada e outras.

Para desenvolver nosso tema, escolhemos tecer primeiramente algumas considerações sobre um conceito que é objeto de muitas discussões acaloradas, ou seja, o que vem a ser modernização. A seguir, recapitulamos com a necessária brevidade a situação internacional do desenvolvimento da eletricidade na época que antecede a proclamação da república no Brasil e como o país se situava nesse contexto. O esforço de industrialização brasileiro durante o Império foi descontínuo mas suficientemente

importante para ser lembrado antes de passarmos para a história da introdução em nosso meio das conquistas da eletricidade. Desenvolvemos finalmente o panorama da “força e luz” no Brasil e, em particular, no Estado de São Paulo durante a Primeira República, baseando-nos primordialmente no material pesquisado.

## 2. REFLEXÕES SOBRE A CONCEITUAÇÃO DE MODERNIZAÇÃO

Os conceitos de modernização e progresso costumam ser usados de forma ambígua, imprecisão que se estende mesmo para o uso acadêmico. Um exemplo disto pode ser encontrado na maioria das teorias do desenvolvimento econômico, eivadas de mal-entendidos, por uma falta de definição precisa de como associar aqueles conceitos de modernização e progresso a fatores ineludíveis e quantificáveis do bem-estar integral da humanidade. Tal definição permitiria afastar-nos de um positivismo/pragmatismo tão comuns na seara economicista, bem como trilhar uma senda aonde pudessem confluir aspectos humanísticos gerais e assim pairar acima da dicotomia “ciência x não-ciência”. Esta, por sua vez, é uma das pragas que devastam a inteligência dos tempos atuais, caracterizados pelas “duas culturas”, como enfatizado por C. P. Snow em seu livro, já clássico <sup>2</sup>.

Parece-nos que a idéia que se faz atualmente de ciência e tecnologia como compartimentos muito diversos do conhecimento, estanques embora aparentados, pode ser vista como mais uma das conseqüências do positivismo comteano. Esta corrente filosófica foi disseminada em todo mundo, embora nem sempre de forma explícita, e em particular foi bastante difundida na República Velha, com seqüelas ainda atuais.

As raízes desse mal-entendido cultural são imanentes a uma visão da própria ciência, infortunadamente bastante difundida e que privilegia, filosoficamente falando, um antecessor do positivismo, o empiricismo. Isto pode ser evidenciado quando se focaliza aquele tipo de ensino e de trabalho científico que se rende ao dogma da “verdade dos fatos”, mesmo quando há dificuldades intrínsecas para adequar teoria e “fatos” <sup>3</sup>.

A tecnologia segue os mesmos passos da ciência, a esse respeito, embora não se pautе diretamente tanto por critérios de “verdade” quanto pelos de “eficiência”. Cabe naturalmente indagar se é possível igualar ambos, ou se há diferenças essenciais. A dificuldade é que as idéias de progresso, modernização, avanço científico e inovação tecnológica se entrelaçam no desenrolar da história, resultando num verdadeiro nó górdio a ser rompido.

Moderno, modernidade, modernismo e modernização transformam-se em palavras de ordem no começo do século XX. Como afirmam Herschmann e Pereira,

*No Brasil, este fato é facilmente verificável, especialmente ao longo dos anos 20-30, quando afirmar-se “moderno” por exemplo, é, antes de mais nada, tentar assumir um lugar prestigiado no debate científico e artístico (...). Os “retratos do*

---

<sup>2</sup> Snow, Charles P. - **The Two Cultures**.

<sup>3</sup> Cf. posições defendidas por Feyerabend, Paul - **Contra o Método** e Thuillier, Pierre - **De Arquimedes a Einstein** (vide especialmente a “Introdução” deste).

*Brasil” que ainda hoje nos orientam se devem às questões e perspectivas privilegiadas pelo debate modernista.*<sup>4</sup>

Os autores citados levantam a hipótese de que os discursos daqueles por eles chamados de “cientistas”<sup>5</sup> harmonizaram-se rapidamente com os interesses da camada dominante. Era uma modernização que buscava estar em pé de igualdade com a Europa, levando as elites a buscar o prestígio dos “*escritores da ciência, ..., naturalistas e filósofos modernos*”<sup>6</sup>.

O positivismo foi a doutrina que permeou a “invenção” do estado-nação republicano no Brasil. Vale a pena, neste ponto, abordar uma questão frequentemente mal compreendida: a da influência do positivismo na formação do pensamento da elite brasileira. Simone Kropf, a nosso ver acertadamente, discorda de autores como Fernando de Azevedo, João Camilo de Oliveira Torres e Antônio Paim, que minimizam a contribuição do positivismo para as ciências e a cultura brasileiras. Aquela autora endossa a linha de João Cruz Costa e Luiz Washington Vita, que defendem ter o positivismo maior sentido do que as aparências levam a crer:

*(...) a influência da doutrina comteana no campo científico brasileiro assumiu um significado fundamental que não se esgotaria com a crítica a algumas de suas proposições teóricas.*<sup>7</sup>

Há um novo equívoco, quando Herschmann e Pereira partem da pressuposição de que o mal do positivismo era a ênfase no Estado como administrador dos interesses públicos, aparentemente confirmando tese de José Murilo de Carvalho<sup>8</sup>. O problema crucial do positivismo, tanto nas ciências naturais quanto na política, ontem e hoje, é a sua abstenção em face das questões de causa / origem e finalidade, pelo que busca se restringir aos fenômenos “em si”. Isto, além de não ser possível, leva a um obscurecimento dos próprios fenômenos considerados, que deixa a história de lado e ignora aquelas questões fundamentais de causas e fins, relegadas por serem “metafísicas”.

---

<sup>4</sup> Herschman, Micael e Pereira, Carlos Alberto Messeder - *O Imaginário Moderno no Brasil*, in **A Invenção do Brasil Moderno**, pp. 15 e 18

<sup>5</sup> Aqui há alguma confusão, considerando a terminologia hoje corrente: na verdade referem-se a médicos e engenheiros, profissionais de tecnologia e não daquilo que se costuma chamar propriamente de ciência. Mesmo à época da República Velha, pode ser sintomático de uma ciência atrasada considerar estas profissões como “científicas”.

<sup>6</sup> Cf. citação de Machado de Assis, comentando as tendências poéticas recentes, em que invectiva os “moços” a estudar Spencer e Darwin- in “A Nova Geração” (III), **Obras Completas**, p.836.

<sup>7</sup> “*O saber para Prever, a fim de Prover - a Engenharia de um Brasil Moderno*” in Herschmann/Pereira, op. cit., p. 207

<sup>8</sup> Herschmann e Pereira, *O Imaginário Moderno ...*, p. 25.

O esclarecimento desses equívocos em torno do positivismo permite aprofundar algumas questões políticas que se revestem de enunciados de naturezas diversas. É o caso, por exemplo, de um certo preconceito intelectual contra o tecnólogo e em favor do cientista, que tem levado alguns, como Mário Bunge, a propor para os países em desenvolvimento que se limitem a fazer ciência e não tecnologia <sup>9</sup>. Esta posição equivale a considerar que a pesquisa científica tem objetivos cognoscitivos cuja consecução seria um bem em si mesmo (e aí reside o vinco positivista), ao contrário da pesquisa tecnológica. Esta resulta uma tese feita sob medida para manter a distinção entre países desenvolvidos e sub-desenvolvidos. Tudo isto nos leva ainda a indagar se, para além daquilo que se convencionou consagrar pelo uso, há mesmo uma distinção razoável entre ciência e tecnologia - o que não parece tão pacífico entre vários autores.

<sup>10</sup>

É possível conceituar as bases em que se afirma que a ciência progride, sem utilizar uma perspectiva positivista e ainda assim ir contra certas correntes que têm proposto uma visão desconstrutivista da ciência. Igualmente, para negar as falácias do positivismo não é necessário adotar algum tipo de indeterminismo, que acaba por não esconder ser, no final das contas, contra o racionalismo que é uma característica fundamental da ciência <sup>11</sup>.

Esta é a chave para levar em conta um fato inegável e evidente, até mesmo aos olhos do público leigo: a ciência tem aspectos insofismáveis de um avanço, que se pode denominar *progresso*, na medida em que encontra sempre tanto mais e melhores explicações quanto previsões. Potencialmente, ao menos, pode-se afirmar que esta qualidade decorre da atividade humana, por meio do trabalho socialmente desenvolvido para permitir a satisfação de necessidades e garantir a expansão da espécie, embora não seja condição suficiente para tal pois, como é sabido, para haver essa garantia devem intervir outros fatores, tais como a conscientização e a auto-determinação política.

Antes porém de nos defrontarmos com esta última componente da existência, a política, há que atentar para uma outra constatação a respeito da ciência: é que seu caráter cumulativo não evita o erro sistemático nem a superação de teorias antes tidas como perfeitas - nem mesmo o retorno de teorias outrora descartadas, sob novas roupagens. Quais são então os critérios para se entender o progresso da ciência, para além de mera e monótona interação por acertos e erros?

---

<sup>9</sup> Mário Bunge, **Ciência e Desenvolvimento**.

<sup>10</sup> Vide, por exemplo, De Solla Price em **A Ciência desde a Babilônia**, que defende uma superposição dos conceitos, e o ponto de vista antagônico de Milton Vargas, exposto em **Metodologia da Pesquisa Tecnológica**, bem como uma análise de ambas posições em Ruy Gama, **A Tecnologia e o Trabalho na História**.

<sup>11</sup> Para esta discussão, remeto a obras como, por exemplo, Herman Bondi, “*O que é progresso em Ciência?*”, in Ron Harré, **Problemas da Revolução Científica**; George Kneller, **A Ciência como Atividade Humana**; Kurt Hübner, **Crítica da Razão Científica**; Gilles-Gaston Granger, **A Ciência e as Ciências**. Vale a pena também consultar a posição bem equilibrada de Pierre Thuillier, em **De Arquimedes a Einstein**.

Neste trabalho, vamos nos concentrar numa possível resposta, limitando-nos a contextualizar o termo progresso. Para isto, comecemos aproveitando interessante conceituação de Kurt Hübner, para quem

*O desenvolvimento das ciências é essencialmente suscitado por discordâncias interiores aos conjuntos de sistemas , e que consiste numa mudança interna de tais sistemas(...). Todo o conjunto de sistemas é em si discordante e instável e todos conjuntos de sistemas mudam como resultado da tentativa de eliminar semelhantes discordâncias.*<sup>12</sup>

Repare-se que se fala em conjuntos de sistemas, isto é, sistemas políticos, de direito, culturais, científicos, etc. que se interpenetram e interrelacionam. Nesta análise, Hübner considera que tanto os fatos históricos quanto os fatos científicos não são absolutos, mas devem ser interpretados num quadro conceitual ligado a um determinado período histórico. Para se evitar cair no relativismo e ceticismo, observe-se que as mudanças conceituais provêm da já citada discordância interna, de forma contingente ou não. Se a discordância é inevitável, cria-se uma instabilidade que irá provocar a tentativa de se eliminar tal discordância. O progresso será decorrente se esta tentativa conseguir eliminar algumas contradições, produzindo um contexto mais abrangente, ou seja, uma harmonização do conjunto de sistemas. Como corolário, não existe mudança total, isto é, criação de algo completamente novo. Há sempre mistura de posições ou, nas palavras de Hübner,

*O progresso poderia, por conseguinte, incluir perfeitamente em si discordância, conflito, contradição, absurdidade, desafio.*<sup>13</sup>

Creemos ser possível demonstrar que esta teoria não se confunde com o falsificacionismo de Popper (que passa a ser algo fátuo) e outras teorias congêneres, mas isto ultrapassaria o escopo do presente trabalho. Nossa conclusão, a partir das idéias de Hübner, é que é possível pensar em um progresso contínuo e, mais ainda, que o processo incessante de conflitos seguidos por harmonizações (não teleológicas e nem escatológicas) é parte da natureza do conhecimento humano e, possivelmente, da própria Natureza enquanto inteligível para o homem. Esta perspectiva permite pensar numa unificação do progresso, enquanto categoria tanto das ciências naturais quanto das ciências ditas humanas.

A noção de que cada sistema traz em si os elementos que gerarão novos conflitos, em um processo dialético, traduz então a essência da qualidade do que se convencionou chamar de *moderno*, e a superação incessante desta condição é o fenômeno da *modernização*<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> Hübner, Kurt - **Crítica da Razão Científica**, pp. 132 e 135.

<sup>13</sup> Id., ib., p.141

<sup>14</sup> E se quiséssemos utilizar uma terminologia que acabou se desgastando ao longo deste século XX, diríamos que o progresso guarda as características do que Trotsky sugestivamente chamou de “revolução permanente”, sem com isto querermos apoiar o corpo das doutrinas trotskistas, pois na verdade Trotsky reservou esta condição apenas para o estágio vivido pela então URSS. Após uma transição necessária para o verdadeiro socialismo, também para Trotsky a revolução deixaria de ser “permanente”.

A questão intrincada da *verdade* científica está intimamente ligada à já discutida possibilidade epistemológica de progresso. De maneira geral, existem três tendências na historiografia da ciência que vêm tentando abordar o problema. Correndo o risco de um inevitável esquematismo conceitual, devido ao nosso propósito de aqui simplesmente rever as posições envolvidas, destacamos as seguintes linhas historiográficas da ciência:

- idealismo, que chega a prescindir dos fatos, como se isto fosse possível ou desejável <sup>15</sup> ;
- o anarquismo, veículo usado por aqueles que, mesmo praticantes da ciência, pretendem negar o método científico e, *ultima Thule*, o próprio racionalismo <sup>16</sup> ;
- finalmente, o sociologismo, que pressupostamente teria uma visão geral, mas que acaba reduzindo a história da ciência a relações de poder <sup>17</sup> .

Sem deixar de lado contribuições importantes e interessantes de cada uma destas correntes, é preciso todavia superar as abordagens isoladas, que têm limitado mesmo as melhores das tentativas de se aproximar de todas facetas da ciência, inclusive de seu lado integralmente humanista <sup>18</sup> .

Preferimos portanto abandonar a distinção que fazem epistemólogos conhecidos como Thomas Kuhn, por exemplo, que chamam de ciência “oficial” a ausência de mutações mais fortes, enquanto que sua presença configuraria a mudança de “paradigma”, ou o que chama de “revolução científica” <sup>19</sup> - e dispensaremos assim também as diferenças equivalentes, como por exemplo aquilo que, com outra terminologia, Kurt Hübner denomina de “progresso I” e “progresso II” <sup>20</sup>, respectivamente, e Gilles-Gaston Granger de “extensão” e “precisão” <sup>21</sup>.

---

<sup>15</sup> É o que sucede, por vezes, mesmo em pensadores do porte de Koyré; vide, por exemplo, seu último ensaio (*Perspectivas da História das Ciências*) em **Estudos de História do Pensamento Científico**, onde Koyré se nega a investigar a contribuição das bases econômicas e sociais que, juntamente com as culturais, costumam ser decisivas para um melhor entendimento da questão do progresso científico e, em consequência, do avanço tecnológico de um país.

<sup>16</sup> Por vezes é aí que resvala seu representante talvez de maior evidência, Paul Feyerabend, em **Contra O Método**. Não é a sua tônica, pois Feyerabend faz bastante blague em torno do irracionalismo da ciência, mas a nosso ver pretende exatamente o oposto, na maior parte de sua obra.

<sup>17</sup> Como exemplo desta tendência, considere-se Ron Harré em **The Philosophies of Science**.

<sup>18</sup> Um exemplo particularmente infeliz desta distorção é a recaída obscurantista de Hilton Japiassu em **As Paixões da Ciência**.

<sup>19</sup> Thomas Kuhn, **A Estrutura das Revoluções Científicas**.

<sup>20</sup> Hübner, op. cit.

<sup>21</sup> Granger, G.-G, **A Ciência e as Ciências**.

Nossa visão, evidenciada mais atrás na discussão do que se pode chamar de progresso em geral, aproxima-se do enfoque adotado por outros autores, inclusive Koyré, que trabalharam no sentido de mostrar uma grande superposição do novo com o velho, de forma a tornar problemática e um tanto supérflua a distinção rígida entre momentos sucessivos das etapas históricas da ciência. Não desejamos negar as alterações substanciais que ocorrem ao longo da história, mas sim minimizar os cortes abruptos, que se tornaram tão comuns num amplo espectro da historiografia da ciência.

Voltando à questão da relação entre ciência e progresso, sem que se perca de vista um tratamento humanístico da mesma, cremos que se pode aprimorar quantitativamente uma sugestão de LaRouche <sup>22</sup>. A metodologia que exporemos a seguir, baseada naquele pensador, não deve entretanto se limitar a simples parâmetros econométricos, mas sim partir de uma compreensão da atividade científico-tecnológica como correspondente radicalmente característico da espécie humana.

Por outro lado, a sugerir um novo rumo nesta linha de pesquisa, já nos referimos à conveniência de propor parâmetros na aludida possibilidade de quantificação do progresso da raça humana, guardadas as precauções do “*caveat*” acima. Parece-nos que o ponto de partida mais promissor está na física e é dado pela hipótese de que o universo não segue, nem localmente, a chamada lei da entropia, ou Segunda Lei da Termodinâmica, simplesmente porque não existem, a menos de aproximações simplificadoras, sistemas no Universo que sejam rigorosamente fechados e em que, por conseguinte, aumente necessariamente a entropia. Pelo contrário, a vida e mesmo aproximações proto-vitais no domínio inanimado, como os cristais e compostos orgânicos, exibem a propriedade contrária, que se pode chamar, por isto, de *neguentropia*.

Como ponto de partida de uma teoria do progresso humano em geral deveríamos nos debruçar sobre o que resolvemos chamar de *conhecimento expandido*, em analogia com a teoria econômica da reprodução expandida, procurando identificar um crescimento intrínseco do domínio da natureza, ao lado de “mutações” mais ou menos radicais deste processo.

De uma maneira geral, este não parece um bom começo, pois deparamo-nos com outra questão controversa, a da chamada “acumulação expandida”. Ao contrário das aparências, porém trata-se de terreno firme se pudermos conceituar como, para caracterizar a reprodução expandida do capital no processo de acumulação, pode-se gerar uma verdadeira mudança de “fase”, para usar uma imagem físico-química ou de teoria dos sistemas, e assim permitir que a economia cresça não apenas quantitativa mas também qualitativamente. Estas são as linhas gerais do que imaginamos como solução adequada e que, em ocasi

Se nos demoramos um pouco na questão da modernização, foi por estarmos convictos de que há analogias profundas entre o problema epistemológico e o do desenvolvimento sócio-econômico em geral. É ao longo deste eixo, que nos parece promissor, que intencionamos desenvolver a análise da “modernização” na República Velha - como, a partir de uma situação dada, se chega (ou não) a uma transformação

---

<sup>22</sup> Lyndon LaRouche, **The Science of Christian Economy**



bem-sucedida e qualitativamente distinta da anterior. Isto posto, perguntaremos: quais são os ingredientes e as condições necessários para este salto?

### 3. O CONTEXTO TECNO-CIENTÍFICO INTERNACIONAL E O BRASIL

O rápido escorço anterior de premissas permite-nos agora focalizar uma aplicação prática, para entender um dos processos mais importantes que se desenrolaram com o advento da Primeira República Brasileira (a “Velha”): a incipiente industrialização do país. E, dentro deste processo, destacamos a relevância da chegada da eletricidade.

Entre meados e final do século XIX ocorreu o que se costuma chamar de Segunda Revolução Industrial, caracterizada pela aplicação da ciência a processos industriais (a junção do laboratório com a fábrica). São introduzidas novas fontes de energia - notadamente o petróleo e a eletricidade - e, em conseqüência, surgem novos ramos industriais, como a siderurgia, a química industrial (especialmente a química orgânica) e a eletrotécnica <sup>23</sup>. Destas, certamente são a indústria química e a elétrica que darão a feição aos nossos “tempos modernos”, prenunciados nos romances de Júlio Verne.

É neste período que se intensifica o uso dos metais, como o aço, o cobre (especialmente como condutor elétrico), o chumbo, o zinco e o alumínio. Este último pôde ter sua produção expandida em escala comercial, justamente graças à crescente aplicação da eletricidade (processo eletrolítico de obtenção do alumínio). Na indústria química, obtém-se um volume maior de soda cáustica e de ácido sulfúrico, que levaram ao melhor aproveitamento do látex (inicialmente matéria-prima brasileira de grande peso na pauta de exportação) pela vulcanização da borracha - que aliás se revelou posteriormente importante material elétrico pelas suas qualidades de isolante.

Como conseqüência desta chamada Segunda Revolução Industrial, houve a criação de grandes empresas e a concentração da população em vastos aglomerados urbanos, concomitantemente com a queda na taxa de mortalidade, graças aos progressos na higiene e medicina, e com a transformação intensiva da área rural, pela introdução da mecanização na agricultura.

Com a finalidade de restringir ou suprimir a livre concorrência, apareceram as associações inter-empresariais como os cartéis, trustes, sindicatos e conglomerados. Complementarmente, grande parte das empresas adotou a forma de sociedades anônimas de capital aberto (como o seria a Light no Brasil), mecanismo fundamental para a expansão capitalista. O capitalismo industrial começou a ser suplantado em importância pelo capitalismo financeiro e um dos ramos principais de investimento desta nova forma de ação capitalista foi o dos serviços públicos, em que empresas estrangeiras se tornaram verdadeiras “máquinas” de acumulação de capitais <sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> Cabral, Lígia *et al.* - **Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil**, pp.9-15.

<sup>24</sup> Szmrecsányi, Tamás - *A Era dos Trustes e Cartéis*, p.19

Esse processo se agigantou em países como os Estados Unidos, Alemanha e Japão e foi acompanhado de concentração da força política, chegando a confundir-se a atuação de parlamentares e governantes com os membros dos conselhos de administração dos grandes conglomerados. A partir da chamada Grande Depressão do século XIX (anos 1870-90), confirma-se a hegemonia dos EUA e Alemanha. No plano internacional, os países líderes fizeram sua expansão externa dominando os demais, utilizando-se do colonialismo e de mecanismos do que se convencionou chamar de imperialismo.

A acelerada difusão dos usos da eletricidade, observada a partir do último quartel do século XIX, está intimamente associada a duas características intrínsecas que são notáveis: a transmissibilidade e a flexibilidade desta forma de energia <sup>25</sup>. Transmissível porque transportável a grandes distâncias com baixas perdas (especialmente após a invenção por Nicolau Tesla da corrente alternada) e flexível porque facilmente conversível em outras formas de energia, como calor e luz.

A estas comodidades da energia elétrica pode-se acrescentar outras vantagens, com relação às máquinas mecânicas: equipamentos mais limpos e silenciosos, bem como menor desgaste e a possibilidade de velocidades ajustáveis dos motores. Por tais motivos é que as principais indústrias nos EUA e Europa (ferro e aço, papel, produtos químicos) foram rapidamente convertidas ao uso da energia elétrica <sup>26</sup>, entre 1910 e 1914 - enquanto que no Brasil começou-se mais ou menos à mesma época, com a indústria localmente mais significativa, a têxtil.

A indústria norte-americana foi marcada pela rivalidade, a partir dos anos 1880, entre suas três maiores empresas: Thomson-Houston (dos inventores Elihu Thomson e Edwin Houston), a Edison (do inventor Thomas Edison) e a Westinghouse (do engenheiro e inventor George Westinghouse). A Edison e a Thomson-Houston se fundiram em 1892, formando a General Electric (GE), com o suporte financeiro do poderoso capitalista J.P. Morgan. Em 1896, aquela empresa e a Westinghouse firmaram um acordo geral de reconhecimento de patentes, formando na prática um cartel, em que coube à GE uma parcela de 62,5% dos negócios e à Westinghouse 37,5% <sup>27</sup>. A hegemonia destas duas empresas pode ser explicada por três fatores: superioridade tecnológica (junção da técnica com a ciência), controle de patentes e poderio financeiro na sua retaguarda.

No restante das potências industriais, outras firmas celebraram acordos análogos às duas líderes americanas. O país europeu mais avançado, tanto em química quanto em eletricidade, era certamente a Alemanha. Lá, os capitães de indústria precursores foram os engenheiros Werner e Wilhelm Siemens, que criaram em 1874 a Siemens und Halske, seguida pela Allgemeine Elektrizität Gesellschaft (AEG), fundada por Emil Rathenau em 1883 e controlada pela GE americana. A difusão espacial do capitalismo oligopolista por meio do imperialismo se reforçou devido à crescente subordinação do

---

<sup>25</sup> Cabral, .... - **Panorama do Setor de Energia Elétrica**, p.17.

<sup>26</sup> Gomes, Francisco de A. Magalhães - **A Eletrificação no Brasil**, p. 2.

<sup>27</sup> Cabral, ... **Panorama do Setor de Energia Elétrica...**, p.20.

Estado, do ponto de vista da política e da administração pública. Consolida-se assim a substituição do capitalismo concorrencial e liberalista pelo intervencionista <sup>28</sup>.

Os levantamentos que efetuamos a respeito dos projetos parlamentares, decretos e leis no período em questão, envolvendo a introdução no Brasil da eletricidade sob forma de iluminação e força motriz (inclusive tração para transportes, bem como energia para fornos metalúrgicos), indicam um acúmulo de intenções de “modernizar” o país. Deparamo-nos no entanto com projetos tão díspares e contraditórios como, por exemplo, a subvenção a escolas particulares superiores voltadas para o ensino da eletrotécnica, ao mesmo tempo que se votam verbas para trazer ao país imigrantes que fossem práticos de eletricidade (de nível médio), unicamente para trabalhar em indústrias multinacionais no país.

Nessa pletora de anseios e equívocos transparece o descaso para com desenvolvimentos autóctones, que aparentemente existiam, em que pesem estarem relativamente ignorados na historiografia. Como se daria a “mudança de fase” (cf. sugestão metodológica que assinalamos atrás) num meio adverso, e em que os interesses da burguesia comercial se sobrepujam permanentemente aos demais?

Na forma citada, de iluminação e “força” (*light and power*), já lembramos que a eletrificação foi na segunda metade do século XIX a chave da nova “revolução industrial” dos países mais avançados. Voltar os olhos para a história da introdução no Brasil deste insumo das forças produtivas permite repensar algumas questões básicas, tais como:

- a eletrificação era uma utilidade oferecida apenas às classes mais abastadas, ou abrangia também a classe operária - e no que se beneficiaram diferenciadamente tais estamentos? qual foi o comportamento das elites nacionais frente à chegada da eletricidade? e quais as expectativas das demais classes a respeito?
- como conseguiu o capital estrangeiro atingir rapidamente a posição de praticamente monopolizar o setor - e reciprocamente, houve algum interesse do capital nacional em participar de empreendimentos no setor elétrico?
- colocou-se desde o início alguma polêmica envolvendo o papel do Estado e da iniciativa privada para a eletricidade, e com que finalidade?
- de um ponto de vista institucional, houve no Brasil ciência e tecnologia da eletricidade, e a partir de que conjuntura, dentro do período pesquisado?

Não pretendemos, naturalmente, esgotar o assunto e avaliamos que as fontes pesquisadas nos permitem, se não uma resposta cabal a todas questões, pelo menos indicar o rumo geral desencadeado pela introdução da eletrificação no país. Julgamos, além disso, que a história das aplicações da eletricidade seja paradigmática do processo social, econômico e cultural não somente da Primeira República, mas de uma série de acontecimentos que o país tem vivenciado desde então.

---

<sup>28</sup> Szmrecsányi, Tamás - **A Era dos Trustes e Cartéis**, pp.6-11.

As questões levantadas poderiam mesmo ser refeitas e transpostas para este final de século XX, pois embora num contexto diferenciado, vive-se agora um momento em que a sociedade brasileira se desloca a reboque das forças internacionais do “mercado”, em meio a uma ideologia de “abertura das fronteiras”. Estes são, em grandes linhas, exatamente os contornos do modelo “liberal” que vigorou no Brasil e em outros países no início do século, até a depressão desencadeada a partir da quebra da Bolsa de Valores de Nova Iorque, em 1929.

É inevitável a comparação dessa submissão aos interesses estrangeiros com as recentes políticas neo-liberais de Collor e Fernando Henrique Cardoso - em especial o Plano Real de estabilização monetária, que se deu num contexto de privatização de empresas públicas. Sintomaticamente, nesta política ocupou um lugar de destaque, por ter sido uma das primeiras estatais privatizadas e por ser do cobiçado setor elétrico, a venda da Rio Light. Esta havia sido nacionalizada durante o governo militar pós-64 e foi adquirida por grupos capitaneados pela empresa francesa de eletricidade, na verdade outra estatal (o que não deixa de ter sabor de ironia).

A eletrificação continua portanto sendo uma das balizas para orientar o processo de transformação das estruturas econômicas. Note-se que um dos ingredientes do processo comandado pelo governo FHC tem sido a atração de capitais estrangeiros, principalmente através de ações especulativas das bolsas de valores, cuja instabilidade a nível global deveria recomendar muito maior cautela do que recomendado por alguns dos engenheiros da República Velha.

Toda esta movimentação não nos deve impedir de perceber que a desestatização que está ocorrendo, ao lado da referida especulação financeira - que tem servido inclusive para encobrir um imenso processo mundial de lavagem de dinheiro, especialmente aquele provindo dos narco-dólares - é um processo de maior concentração de capital e de sua internacionalização avassaladora, aquilo que se denominava antigamente de “imperialismo”, sem receio de parecer anacrônico.

Ao invés de uma aniquilação de fronteiras, a nova acumulação exhibe claramente os nichos privilegiados de bem-estar, inclusive os ecológicos, ao mesmo tempo que exclui parcelas consideráveis dos benefícios da educação sólida, da saúde assegurada e de outros parâmetros reais de conforto, deixando a estas populações as ilusões de participarem de uma globalização de fachada. Nesta, é dado destaque às redes informatizadas de comunicação e processamento, cujo conteúdo efetivo praticamente desaparece ao lado de montanhas de pseudo-informação, e aos brilhos dos produtos de consumo, estes sim verdadeiramente “mundializados”, e obedecendo a velha lógica do mercado.

Em troca, a destruição do Estado nacional e das conquistas sociais duramente conquistadas, inclusive com revoluções e guerras mundiais, assim como dos avanços tecnológicos também arduamente realizados - como os da eletricidade - é justificada em nome de uma pretensa modernização, ainda mais arcaica do que a “belle époque”. Não é por acaso que a situação da velha república neo-liberal parece-nos tão estranhamente familiar no Brasil neo-liberal do final do século XX.

Tendemos portanto a ver, ainda que num processo incipiente e em geral não expresso diretamente, como o da difusão técnico-industrial que se inicia ao final do

Império, a expressão de fortes contradições na sociedade brasileira, que permanecem após 1930. A problemática do papel do Estado e do liberalismo econômico já se coloca nos debates em torno da eletricidade e a resposta das elites dentro dos padrões “liberais” da República Velha parece sintomática dos caminhos que seriam trilhados posteriormente. Com isto, retomamos a discussão de modernização como embrião de contradições e reafirmamos a ausência de transformações mais “totais”, conforme discutimos inicialmente.

Embora um tanto artificial, como aliás qualquer recorte com base nas chamadas “grandes datas”, o estabelecimento do período desta pesquisa como sendo o da Primeira República, remete-nos a uma série bem conhecida de eventos ligados à institucionalização da ciência no país. Trata-se de uma época em que a tradição situa a “gênese e evolução da ciência brasileira”, título do trabalho pioneiro sobre história da ciência no Brasil, de Nancy Stepan<sup>29</sup> - e isto de per si já é problemático, pois há pesquisas que mostram, por exemplo, que o Jardim Botânico, em conjunto com a Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional do Rio de Janeiro pode ter sido um centro de discussões técnicas e até de pesquisa tecnológica, especialmente durante o final do Império<sup>30</sup>.

Em termos internacionais, não há dúvida porém que a situação ao início do período por nós estudado, na última década do século XIX, marca a virada industrial que deflagra a Era da Eletricidade, com o estabelecimento inextricável de vínculos entre a indústria eletrotécnica e os bancos nos países mais avançados<sup>31</sup>.

A crescente industrialização brasileira que, principalmente em São Paulo, passa a requerer a satisfação de certas necessidades pelo lado da ciência e da tecnologia, vai tornar estas atividades cada vez mais conspícuas. A construção civil, as ferrovias e a siderurgia foram incrementadas e, juntamente com a formação regular de engenharia no país, respondem por uma explicitação do papel social de atividades de cunho indubitavelmente tecnológico<sup>32</sup>. É em seguida ao final do período escolhido que veremos, no primeiro governo Vargas, o país começar a deixar para trás opções de energéticos como o carvão e o gás, para ir substituindo-os gradualmente pela eletricidade<sup>33</sup>. Consagra-se a inovação da eletricidade também graças à presença do grande indutor de sua popularização, o rádio, meio de divulgação que inaugura uma nova era cultural e social.

---

<sup>29</sup> Stepan, Nancy, **Gênese e Evolução da Ciência Brasileira**.

<sup>30</sup> Cf. Domingues, Heloísa, “A Sociedade Auxiliadora ...”. Sobre o Jardim Botânico, a informação procede de Geraldo Beauclair de Oliveira, em comunicação oral no 1º Seminário de História Social da Ciência e da Técnica (Niterói, UFF, 1994).

<sup>31</sup> Broder, Albert - “*Os Bancos e o Desenvolvimento da Indústria de Energia Elétrica Européia*”

<sup>32</sup> Motoyama, Shozo - **Tecnologia e Industrialização no Brasil** (cf. “Introdução Geral”).

<sup>33</sup> Magalhães, Gildo - “*Energia*”, in **História da Técnica e da Tecnologia no Brasil**.

No entanto, é difícil se encontrar um registro adequado do que eram nessa época as idéias envolvendo a relação entre pesquisa científico-tecnológica e a modernização do país. A “certidão de nascimento” da própria pesquisa permanece nebulosa: a inexistência por então de normas técnicas brasileiras em geral (e da eletricidade, em particular) é um dos fatores que ilustram tal dificuldade, pois elas são indiretamente um indício de esforço técnico e, portanto, da existência de pesquisa e de produção nacionais.

Nícia Vilela Luz, num trabalho clássico <sup>34</sup> a respeito da industrialização do Brasil, trata das polêmicas políticas envolvendo o nacionalismo, proteção e tarifas, mas é marcante que não faça a menor menção ao assunto da eletricidade, apesar desta se configurar um fator básico da nossa industrialização tardia. O mesmo se pode dizer da coletânea organizada por Edgard Carone, basicamente centralizada na indústria têxtil <sup>35</sup>, com documentos de grupos como a Associação Industrial e o Centro Industrial do Brasil. Percebe-se neste trabalho como os assuntos de café, algodão, alimentos, calçados e outras indústrias (todas fora do setor de bens de produção) aparentemente eram a preocupação dominante. A eletricidade nesta obra não é diretamente mencionada como fator de industrialização <sup>36</sup>.

O assunto específico da eletricidade apresenta adicionalmente uma particularidade: a geração de energia hidro-elétrica (opção que se revelou natural no contexto histórico-geográfico brasileiro) se faz conjugando conhecimentos de engenharia civil (a barragem) e de engenharia elétrica (geradores e linhas de transmissão). Ora, este último campo é sabidamente um dos primeiros e mais fortes oligopólios mundiais, cuja principal base se fixa nos Estados Unidos e Alemanha, restando portanto muito pouco a ser feito num país como o Brasil no período em questão, para além da engenharia civil.

Saindo porém da geração e passando para o lado da transmissão e do consumo da energia elétrica - também o mais facilmente visível e conhecido pela opinião pública - é que se poderia investigar quais, e se existiram, as perspectivas de uma indústria elétrica nacional. É também admissível que a presença de dois pesos-pesados multinacionais, a Light e a AMFORP, na transmissão e distribuição elétricas da região centro-sul, justamente aquela em industrialização mais rápida, servisse de catalisador para discussões envolvendo a modernização do país. Seria imaginável que essas polêmicas abrangessem desde a expansão comercial e financeira das empresas elétricas, até algum questionamento do modelo econômico e social do país. Isto porque, por mera questão de finalidade dessas empresas elétricas, ao menos em princípio elas estariam naturalmente interessadas em ampliar o consumo de eletricidade. E, de fato, esses interesses transparecem no material pesquisado.

---

<sup>34</sup> Luz, Nícia Vilela - **A Luta pela Industrialização do Brasil**

<sup>35</sup> Carone, Edgard - **O Pensamento Industrial no Brasil**

<sup>36</sup> Com exceção do documento de 1928, do Centro Industrial do Brasil, que contém uma reclamação contra o aumento das tarifas da Rio Light.

## 4. A SOCIEDADE BRASILEIRA E A INDUSTRIALIZAÇÃO

A industrialização, que no início da República, poder-se-ia opor num plano ideológico ao puro agrarismo, favorecendo a ascensão de uma nova burguesia e ampliando as camadas médias, mostrou-se problemática a este respeito. Na verdade, o incipiente processo de industrialização acabou é por compatibilizar aqueles dois setores burgueses eventualmente antagônicos, pela vinculação da indústria com a agro-exportação.

As reivindicações dos chamados “jacobinos”, grupo que chegou a ser expressivo e que congregava militares e intelectuais dos primeiros tempos da República Velha, são exemplos dessa conciliação, pois refletem no fundo a sujeição ideológica das camadas médias urbanas à classe agrária. Conforme estudo de Suely Robles, eram os jacobinos a favor da indústria, mas de uma forma aleatória:

*Quando muito, defendem a pluralidade das formas de produção, a coexistência da lavoura, comércio e indústria em bases equivalentes. Propõem vaga proteção alfandegária para alguns poucos produtos, a nacionalização de atividades como as dos seguros e da navegação de cabotagem. E insistem, naturalmente, em nacionalizar o comércio a retalho.*<sup>37</sup>

Este jacobinismo nacional se reflete na visão típica do “radicalismo” de Policarpo Quaresma, do romance homônimo de Lima Barreto, emblemático destas idéias de progresso difusas e sem objetividade. Como Quaresma, o jacobinismo desaparece sem conseguir impor seu ideário confuso.

Warren Dean, analisando as origens da indústria neste período, não chega a colocar bem claramente as limitações destes anseios de desenvolvimento, expressos pela facção jacobina. A respeito de acontecimentos da mesma época, assim se expressa o historiador americano:

*Nenhuma das administrações subsequentes se mostrou tão exuberantemente a favor do desenvolvimento quanto a Junta Revolucionária enquanto Rui Barbosa foi Ministro da Fazenda, mas a maioria se empenhou em planos de ação destinados a favorecer a indústria, incluindo crédito barato, empréstimos, isenções sobre a importação e legitimação das companhias.*<sup>38</sup>

A República, neste plano, dá continuidade às políticas vacilantes e conciliatórias do Império<sup>39</sup>. Como é sabido, nos últimos anos do Império a economia brasileira continuava agro-exportadora. Os excedentes gerados pelo setor cafeeiro foram então

---

<sup>37</sup> Queiroz, Suely Robles - **Os Radicais da República**, p. 268-273

<sup>38</sup> Dean, Warren - “*A Industrialização durante a República Velha*”, p.253

<sup>39</sup> Para uma análise bem fundamentada da política industrial no Império, consulte-se Carrara Jr./Meirelles, **A Indústria Química e o Desenvolvimento do Brasil**, tomo II (1884-1889), parte I.



investidos parcialmente em atividades industriais, a partir dos anos 1880, facilitadas pela mão-de-obra abundante e barata <sup>40</sup>. Para fazer frente à maior proletarização decorrente do final da escravidão e da incipiente industrialização, uma das estratégias adotadas pelo Estado liberal foi a renovação do espaço urbano, no início do século XX, anseio endossado e elaborado pela elite nacional - e que foi acompanhada, entre outros efeitos, pela disseminação das aplicações da eletricidade.

Sobre questão das mais controversas na República Velha, a das tarifas e impostos dos produtos importados, Warren Dean sugere que sua motivação teria sido simplesmente a de garantir a receita governamental, sem injunções de proteção à indústria nacional, ao menos de forma direta:

*As altas tarifas sobre os bens manufaturados, pesadamente protecionistas, foram decididas principalmente pela necessidade que tinha o governo de pagar os seus empréstimos estrangeiros em ouro.* <sup>41</sup>

No entanto, alguns dos artigos por nós examinados nas revistas acadêmicas, sugerem um quadro algo diferente, em que havia inventores brasileiros com certo domínio de tecnologia elétrica avançada - mas seus inventos ou não tinham possibilidade de competir com os estrangeiros, ou eram por estes absorvidos e levados para suas matrizes. Isto devia ser significativo, pois na década de 1920, a lista das manufaturas nacionais já incluía artigos elétricos: lâmpadas, baterias de automóveis, elevadores, motores <sup>42</sup>.

A gênese dos industriais brasileiros em geral esteve desvinculada da produção neste setor - para não dizer da origem completamente diversa dos industriais americanos e alemães da eletricidade que, como vimos, vinham da própria pesquisa tecnológica ou nela acreditavam, e que aqui permanecia sem tradição. Ainda de acordo com Dean,

*Quase todos os empresários industriais por volta de 1914 tinham iniciado as suas carreiras como fazendeiros ou importadores, ou ambos, e geralmente continuavam a administrar fazendas ou a importar mercadorias depois de haverem fundado fábricas (...) o importador era sempre o primeiro a discernir as possibilidades cada vez maiores da substituição da importação(...) Só ele tinha acesso ao crédito, através dos fornecedores ultramarinos, ou através dos bancos comerciais locais (...)* <sup>43</sup>

O problema certamente estava na fraca concepção das elites políticas quanto ao papel que poderia desempenhar uma indústria de bases nacionais para desenvolver o mercado interno - este seria um apanágio da subsequente era Vargas, após o esgotamento político do pensamento liberal da República Velha com seus princípios de não-intervenção na economia e o puro manejo de políticas tarifárias. Ou, na visão de Warren Dean,

---

<sup>40</sup> Cabral, ... **Panorama do Setor de Energia Elétrica...**, pp.27-28

<sup>41</sup> Dean, *op. cit.*, p. 254

<sup>42</sup> Conforme reconhece o próprio Warren Dean, *id.*, *ib.*, pp. 264-265

<sup>43</sup> *Id. ib.*, pp. 268 e 270

*Na realidade, os industriais contentavam-se com o papel de parceiros secundários dentro do Partido Republicano, preferindo apresentar individualmente as suas reivindicações como favores “clientelísticos” (...) As fábricas eram mercados para produtos que não eram geralmente competitivos lá fora - algodão, açúcar, couros (...). Os industriais davam pouca atenção à qualidade enquanto trabalhavam protegidos por imensas muralhas tarifárias e eram sempre obrigados a iniciar a produção na extremidade mais grosseira e menos acabada da linha do produto.* <sup>44</sup>

Isto explica porque a industrialização brasileira, que tinha um século de atraso, incorria em custos exorbitantes, em face dos produtos importados, o que era fonte permanente de animosidades com profundas conseqüências políticas <sup>45</sup>. Por exemplo, devido às altas tarifas, os importadores se colocaram contra os industriais nacionais e temporariamente ao lado da Aliança Liberal, de Vargas. Talvez resida nesses altos preços também a explicação de porque, após a 1ª Guerra Mundial, o setor industrial não teria aumentado o seu estoque de capital ou o seu uso de energia elétrica por trabalhador, nem a sua produtividade <sup>46</sup>.

Note-se porém que, ao contrário dos anos de 1890-1920, que pleiteavam a identificação com a Europa civilizada, nos anos 1920/30 já se busca a “identidade nacional”, a afirmação da “força nativa” <sup>47</sup>. Esta mudança ideológica se reflete claramente no movimento estético - e, antes mesmo do modernismo de 22, a música de concerto já prenuncia um novo paradigma, através do recurso ao folclore nacional, aquilo que pudesse ser a expressão mais “genuína” das “fontes” do povo brasileiro, incontaminada por “estrangeirismos”.

Paralelamente à arremetida estética, os técnicos procuram identificar as fontes energéticas tipicamente brasileiras. É notável o ensaio do engenheiro Pandiá Calógeras, publicado na Revista Politécnica em 1928 e em que assume a tarefa de delinear uma política energética nacional <sup>48</sup>. Calógeras começa citando a futura energia da desintegração atômica, mostrando estar bem informado para a época, e prossegue analisando as possibilidades da energia eólica. Preocupado com critérios de eficiência de origem taylorista, condena o energético então mais usado, a lenha, e defende a pesquisa de nossos carvões como alternativa à dependência da importação do carvão estrangeiro (no caso, inglês ou americano). Propõe ainda a pesquisa do petróleo e do xisto betuminoso, além da utilização de sucedâneos como o gasogênio e o álcool de cana. A visão de Pandiá Calógeras sobre os recursos energéticos é essencialmente integrada, algo incomum em outras análises do assunto. Por exemplo, no caso da hidroeletricidade, aponta para a necessidade de construir barragens que possibilitem a irrigação do solo; igualmente, esta geração elétrica em abundância exigiria investimentos na siderurgia para o país ter matéria-prima para confeccionar máquinas

---

<sup>44</sup> Id., ib. pp. 275-276

<sup>45</sup> Id., ib. p.283

<sup>46</sup> Id., ib., p. 282

<sup>47</sup> Herschmann e Pereira ... , - **O Imaginário...** , p.29

<sup>48</sup> Calógeras, Pandiá, “*Fontes de Energia*”, Revista Politécnica nº 85/86, 1928.

elétricas, bem como no cobre e suas ligas para servirem de condutores elétricos. É também devido a esta visão mais ampla que vai insistir na conveniência de se desenvolver o ensino prático e teórico da eletricidade.

A questão do ensino dos fundamentos e das técnicas da eletricidade seria mesmo deveras preocupante, quando se recorda que em 1908 houve projeto de despesa ministerial, de autoria do deputado José Bonifácio de Andrada e Silva, para contratar dez aprendizes de eletrotécnica na Europa e nos EUA <sup>49</sup>. O detalhe revelador das relações institucionais é que o governo brasileiro é que pagaria a cada um destes técnicos um salário mensal de cem mil réis e eles seriam recrutados nas próprias matrizes de empresas estrangeiras atuantes no Brasil para virem aqui trabalhar em suas subsidiárias!

Na mesma linha de preocupação com a formação de mão-de-obra está o projeto de lei para premiação e subvenção às três primeiras escolas técnicas de eletricidade (e mecânica) que “se fundarem pelos moldes norte-americanos” (1911). Cremos que se beneficiaram desta iniciativa as Escolas Práticas de Eletrotécnica de Itajubá e de Porto Alegre, pois elas gozarão de incentivos governamentais durante toda a República Velha.

Uma outra proposta de Calógeras parece-nos original, dadas as nossas tradições mercantis portuguesas que se incorporavam às indústrias criadas e que visavam (ontem como hoje) tirar o máximo lucro de poucas unidades, ao invés de expandir o consumo. Senão, vejamos como termina seu ensaio:

*Que precisamos para vencer?*

*Banir o erro de que podemos impor nossa vontade aos consumidores, principalmente nos mercados mundiais. Substituir a noção de lucro baseado nos altos preços unitários, adaptando o critério do barateamento do custo, da grande produção que assegura a baixa dos preços e alarga o consumo.*

As atividades de ensino e pesquisa preconizadas por Pandiá Calógeras já vinham ocorrendo de forma incipiente. Vale lembrar que nas Escolas Politécnicas do Rio de Janeiro e de São Paulo, os cursos de engenheiro mecânico-eletricista datam de 1911 e a primeira escola superior do país inteiramente voltada às aplicações da eletricidade, a de Itajubá, foi fundada em 1913. Estes cursos foram precedidos de “gabinetes de eletrotécnica” na primeira década do século, criados nestas e em outras escolas, para fins didáticos. Surgiram mais ou menos nesta época também escolas técnicas destinadas ao nível médio <sup>50</sup>.

Que nestas escolas se fazia alguma pesquisa e observação original pode ser atestado por alguns artigos nas revistas acadêmicas <sup>51</sup>. Em São Paulo, os primeiros

---

<sup>49</sup> É a emenda nº 284 do projeto de despesas do Ministério da Viação e Obras Públicas - cf. Anexo 2.

<sup>50</sup> Telles, Silva - **História da Engenharia no Brasil -Século XX**, pp.393-396.

<sup>51</sup> Vide por exemplo Holland Jr., Wayman - “A Experiência de Itapura”, Revista de Engenharia Mackenzie, nº 21, 1920 - sobre ensaios com gerador de corrente contínua -

passos no rumo para além das atividades de ensino, adentrando as pesquisas tecnológicas, foram dados pelo Gabinete de Eletrotécnica da Escola Politécnica (hoje Instituto de Eletrotécnica e Energia), a partir de 1927 <sup>52</sup>.

De 1889 a 1930, como ressaltamos atrás, o Estado foi relativamente não-intervencionista no domínio da economia. No caso da eletricidade, o decreto 5407, de dezembro de 1904, estabeleceu regras para a concessão hidro-elétrica, mas teve na prática um efeito neutralizado pelos próprios contratos celebrados entre o governo e as concessionárias, que não o seguiam (como por exemplo ocorreu com a Light). Um Código de Águas, disciplinando o direito de exploração de rios para finalidades econômicas, inclusive de geração de eletricidade, começa a ser discutido no Congresso em 1907, sofrendo diversos percalços até uma última tentativa frustrada na República Velha em 1927 <sup>53</sup>.

Se o Estado só entraria em cena para valer neste e em outros assuntos a partir do primeiro governo Vargas, entretanto mesmo antes persistem as marchas e contramarchas ideológicas do liberalismo, que sofre embates com outras proposições, como de um maior ou menor intervencionismo. Da mesma forma, o Brasil pós-1930 verá surtos de neo-liberalismo em várias etapas do Estado Novo, na segunda gestão Vargas e mesmo durante os governos militares. Prevalece aquilo que expusemos mais atrás: a modernização se apresenta entre nós como um processo marcadamente de ininterruptas contradições e de progresso, nas ciências e na sociedade em geral.

---

e Oliveira, Eduardo - “*Como é Medido o Escorregamento dos Motores no nosso Gabinete de Eletrotécnica*”, Revista Politécnica, nº 92, 1929.

<sup>52</sup> Cf. Magalhães, G. “*Energia*”, op. cit..

<sup>53</sup> Conforme se pode ver na tramitação legislativa descrita no Anexo 2. O Código de Águas foi finalmente publicado em 1934 e permanece em vigor até hoje.

## 5. O PAPEL DA ELETRICIDADE NA MODERNIZAÇÃO BRASILEIRA

Como já apontado por historiadores, a energia elétrica (juntamente com as estradas de ferro) foi fator primordial para a industrialização do Brasil meridional <sup>54</sup>. A introdução das aplicações da eletricidade se deu ainda durante o Império e a primeira experiência de iluminação elétrica foi a da Estação Central no Rio, em 1879, coincidentemente o ano da primeira demonstração pública da lâmpada elétrica de Edison. Nesta ocasião era diretor daquele estabelecimento o engenheiro Francisco Pereira Passos, futuro prefeito da capital federal e considerado o seu “modernizador”. Essa iluminação era feita com seis lâmpadas de arco e energia gerada por dois dínamos acionados por vapor. A partir de então, se expandiu a quantidade de prédios públicos e cidades iluminados por luz elétrica, ao mesmo tempo que se difundiam as linhas telefônicas, outra aplicação ascendente da eletricidade.

É significativo que logo no início da República (1891 - vide Anexo 2) haja projeto de lei propondo que a iluminação pública da futura capital a ser construída no planalto central fosse preferencialmente elétrica. A iniciativa tem um certo sabor de futurismo, pois se sabe que apesar de inscrita na primeira constituição republicana, Brasília esperou 70 anos para ser construída, quando então encontrou alguma dificuldade para ser suprida de energia elétrica devido à distância do centro de geração hidro-elétrica.

Uma das primeiras iniciativas de iluminação elétrica em maior escala se nos apresenta através do projeto de lei nº 118 de 1905, destinado a suprir tal serviço a diversos bairros do Rio de Janeiro. Era curiosamente uma decorrência dos tumultos resultantes da Revolta da Vacina em 1904, em que o descontentamento social de camadas populares no Rio de Janeiro, engrossado por setores da burguesia urbana (como os positivistas alijados do poder republicano) foi canalizado para a destruição da iluminação a gás anteriormente existente.

Quanto à utilização de energia hidro-elétrica, a primeira experiência brasileira ocorreu em 1883, no Ribeirão do Inferno, um afluente do rio Jequitinhonha, em Diamantina (MG), aonde foi instalada uma usina para movimentar duas bombas hidráulicas que revolviam o terreno para exploração diamantífera. A usina, acoplada a uma linha de transmissão de dois quilômetros, foi montada pelo engenheiro Armand de Fovt, um dos professores franceses contratados para fundar a Escola de Minas de Ouro Preto. Neste ano, foi também inaugurada a primeira linha de bondes elétricos no país, em Niterói, e o primeiro serviço de iluminação pública na América do Sul, em Campos (RJ).

Pioneiramente, a usina hidro-elétrica que se pode considerar de maior porte (250 kW) foi a de Marmelos-0 em Juiz de Fora (MG), no ano de 1889, idealizada pelo industrial Bernardo Mascarenhas para sua fábrica de tecidos. O projeto foi feito pela

---

<sup>54</sup> Vide por exemplo Dean, W., *loc. cit.*

firma Max Nothman & Co. e os equipamentos eram importados da Westinghouse <sup>55</sup>. Bernardo Mascarenhas, industrial têxtil que se instalou em Juiz de Fora, parece ter sido dos primeiros brasileiros a associar eletricidade e modernização. Fundador da Companhia Mineira de Eletricidade, ainda na década de 1880, em cartas e artigos de jornais, ele procurou mostrar a perspectiva que essa forma de energia apresentava para o progresso humano <sup>56</sup>.

Uma série de artigos, daqueles por nós pesquisados nas revistas acadêmicas de engenharia, revela a percepção por parte das elites quanto à importância de se expandir o esforço pioneiro de Bernardo Mascarenhas. Por exemplo, em 1905 Francisco Ferreira Ramos escrevia que a eletricidade em São Paulo

*... concorre, além do mais, para demonstrar de modo prático e evidente a influência benéfica e valiosa entre nós da energia elétrica no progresso industrial desta progressista (sic) parte do curioso e vasto território brasileiro.*<sup>57</sup>

Ao se referir ao aproveitamento das cachoeiras de Itapura e Urubupungá, Francisco Ramos calcula que forneceriam uma potência de pelo menos um milhão de cavalos-vapor, e cita o dado revelador de que isto seria o quádruplo da energia então consumida pelo Estado em seus estabelecimentos agrícolas e industriais, bem como em suas vias férreas e fluviais.

Inicialmente, esta atribuição é limitada a algumas poucas aplicações. Assim,

*Entre 1880 e 1900, o aparecimento de pequenas usinas geradoras deveu-se basicamente à necessidade de fornecimento de energia para serviços públicos de iluminação e para atividades econômicas como mineração, beneficiamento de produtos agrícolas, fábricas de tecido e serrarias.* <sup>58</sup>

No entanto, a conferência do engenheiro Carlos Nunes Rabelo realizada no Grêmio Politécnico em 1906 preconiza precocemente um uso diverso e mais nobre para a eletricidade: a siderurgia. Interessante notar que, após ilustrar sua tese com diversos esquemas de eletro-fornos europeus, o conferencista chamou a atenção para um forno inventado por Augusto Barbosa, professor da Escola de Minas de Ouro Preto, superior aos estrangeiros, por

*... realizar, simultaneamente e no mesmo aparelho, a produção da fonte e sua transformação em ferro ou aço, por meio da refinação e purificação.*<sup>59</sup>

---

<sup>55</sup> Cabral, Lígia ... - **Panorama do Setor de Energia Elétrica...** p. 33

<sup>56</sup> Gomes, Francisco de Assis Magalhães - “*A Eletrificação no Brasil*”, p.5

<sup>57</sup> Ramos. F.F. - “*A Eletricidade e a Hulha Branca em S.Paulo*”, Revista Politécnica, nº 9, 1905.

<sup>58</sup> Cabral, ..., **Panorama do Setor de Energia Elétrica**, p.33

<sup>59</sup> Rabelo, Carlos - “*A Eletro-Metalurgia do Ferro*”, Revista Politécnica nº 11, 1906; cf. também breve menção de Saturnino de Brito à invenção de Augusto Barbosa quase duas décadas depois, em “*O Carvão, a Siderurgia, as Quedas d’Água e o Alcool*”,

Esta invenção, cuja patente era de 1902, fora afinal implementada com pleno êxito apenas por industriais europeus, porque no Brasil não passara ao estágio industrial, devido “à falta de capitais”, como afirma C.N. Rabelo. No entanto, o Congresso Nacional havia votado por três anos consecutivos uma verba de sessenta contos para o “forno elétrico Barbosa”, sem obter a correspondente sanção do Executivo.

Percebe-se, não obstante o flagrante descaso para com a incipiente tecnologia elétrica própria, uma certa movimentação para concretizar a eletrotermia na indústria nacional, através de diversos projetos de lei neste sentido. É o caso por exemplo em 1919 do projeto do Ministério da Indústria e Comércio (vide Anexo 2), quando se vota a realização de estudos e obra preliminares para usina hidro-elétrica em Angra dos Reis, destinada exclusivamente a fornecer energia para fornos siderúrgicos.

Uma efetivação dessas propostas surge no estado de São Paulo em Ribeirão Preto, por iniciativa de Flávio Uchoa e sua Companhia Eletro-Metalúrgica, bem descrita em reportagem de Assis Chateaubriand <sup>60</sup>. A energia naquela instalação era gerada pela usina Evangelina, sobre o rio Sapucaí, a um preço considerado por Chateaubriand “vil”, isto é, barato (dez réis o kilowatt-hora), o que certamente foi decisivo para viabilizar economicamente sua produção de aços finos.

O menosprezo governamental e privado para com esforços de pesquisa tecnológica se evidencia mais ainda ao vermos um artigo que a Revista Politécnica traduz em 1907 da revista francesa *L'Électricien*, sobre o bem sucedido transformador eletrolítico inventado pelo brasileiro Oswaldo de Faria <sup>61</sup>. O invento, oportunamente comprado pela empresa parisiense Ducretet, tem as propriedades de uma válvula retificadora, e sua principal aplicação era a carga das baterias de acumuladores. O artigo original menciona inclusive a vantagem para a viabilização de algo que seria pioneiro: automóveis elétricos.

Verificamos com espanto, no levantamento levado a cabo no processo legislativo, que um invento desta importância, já comercializado pelos franceses e divulgado em São Paulo, só em dezembro daquele mesmo ano de 1907 (cf. Anexo 2) merece uma tardia proposição de despesa do Senado, a partir da qual o governo federal concorda em “examinar” o invento de Oswaldo de Faria - tendo ainda de, como condição para liberar a verba, ouvir o Clube de Engenharia do Rio de Janeiro. Desnecessário complementar que o projeto só foi aprovado após a exclusão da parte onde se diz “*e auxiliando o seu autor se (o governo) julgar conveniente*”.

Caso semelhante deve ter ocorrido com os inventos do engenheiro Mello Marques. Ficamos sabendo de suas vicissitudes através de transcrição feita pela Revista

---

Boletim do Instituto de Engenharia, vol. IV, nº 14, 1922, em que observa que em Ouro Preto o forno Barbosa “*tem fornecido à Estrada de Ferro Central do Brasil ferro manganês para a preparação do aço Bessemer*” (p.47).

<sup>60</sup> Assis Chateaubriand, “*A Metalurgia do Ferro no Brasil*”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol. IV, nº 16, 1922.

<sup>61</sup> Montpellier, J.A. - “*Transformador Eletrolítico - Sistema Oswaldo de Faria*”, Revista Politécnica nº 15, 1907.

Politécnica de artigo publicado pelo jornal Diário Popular em 1905 <sup>62</sup>. Refere-se aí que Mello Marques era tenente da Marinha e que, depois de ter construído no Rio de Janeiro em 1901 um modelo de submarino, aquele inventor se dedicara a resolver o problema da redução de peso das baterias elétricas, importante fator no dimensionamento daquele tipo de embarcação. Mello Marques chegara a um peso bruto de 12 kg por cavalo-hora, bem menor do que seus equivalentes estrangeiros e procurava organizar uma “*sociedade com o fundo necessário à instalação de uma fábrica para a construção desses aparelhos e consequente exploração industrial*”.

Passemos agora das aplicações industriais a uma vista panorâmica da produção de energia elétrica. Inicialmente a energia era gerada termicamente, até a virada do século, quando a entrada de uma empresa multinacional reverteu a situação em favor da hidro-eletricidade. Tratava-se da São Paulo Railway, Light and Power (ou simplesmente “Light”), constituída em 1889 no Canadá com capitais anglo-americanos e cujo objetivo

*(...) ia além da produção, da utilização e da venda de eletricidade, gerada por qualquer tipo de força (vapor, gás, pneumática, mecânica e hidráulica), abrangendo igualmente o estabelecimento de linhas férreas, telegráficas e telefônicas.* <sup>63</sup>

A Light era parte integrante de um grande conglomerado financeiro, em plena sintonia com o desenvolvimento mundial de trustes e oligopólios da eletricidade, a que aludimos atrás, e com investimentos que se estendiam também ao México e Cuba <sup>64</sup>. São Paulo foi o local escolhido pela Light em função de seu já mencionado crescimento econômico, propiciado pela economia cafeeira. O grupo canadense, em seu processo de instalação, desalojou companhias nacionais que já produziam localmente serviços de energia elétrica e de transportes públicos com tração animal.

A primeira linha de bondes elétricos de São Paulo foi inaugurada pela Light em 1900, ligando a Barra Funda ao centro da cidade. Logo surgiu a necessidade de uma usina hidro-elétrica maior, sendo escolhido o local de Cachoeira do Inferno, no Tietê (atual Edgard de Souza), inicialmente com 2.000 kW, e na época uma das maiores do mundo, construída com tecnologia das mais avançadas. A seguir, a Light implantou na capital paulistana em 1907 a represa de Guarapiranga, como reservatório para regulação hídrica.

Confirmando o reconhecimento por parte da elite brasileira do excelente potencial da eletricidade para tração, cabe reconhecer o pioneirismo da concessão pedida em 1901 pelo engenheiro civil Carlos César de Oliveira Sampaio (futuro prefeito e urbanizador do Rio de Janeiro, responsável pelo desmonte do Morro do Castelo) para construir um metrô subterrâneo eletrificado entre Niterói e o Rio de Janeiro. Com prazo de três anos para iniciar a obra, esta não foi nunca construída, nem mesmo posteriormente, apesar de ainda recentemente fazer parte das expansões projetadas, na década de 1980, pela Companhia do Metrô do Rio de Janeiro, com todos agravantes conhecidos devidos à falta desse transporte de massa e à precariedade das balsas

---

<sup>62</sup> “*O Acumulador Elétrico Mello Marques*”, Revista Politécnica nº 8, 1905.

<sup>63</sup> Cabral, ..., **Panorama do Setor de Energia Elétrica...**, p. 35

<sup>64</sup> Id., ib. , p.43



utilizadas. Interessante notar que na concessão dada em 1901 já se previa o uso do túnel metroviário para fins de explorar telecomunicações, por meio de cabos.

Há uma longa série de projetos (cf. Anexo 2) que tramitarão no poder legislativo da República em torno de propostas de eletrificação de ferrovias que já funcionavam com tração a vapor: Central do Brasil, Vitória-Minas, etc. Da mesma forma, são votados diversos projetos para construção de novas ferrovias a serem eletrificadas desde seu início e que em geral não saíram do papel, como aquela conectando Uberabinha (MG) e Pouso Alto (GO), ou aquela entre o Alto Paraguai e Guaporé, interligada à Estrada de Ferro Madeira-Mamoré.

Continuando com a descrição das empresas geradoras, observamos que a Rio Light foi constituída fundamentalmente pelo mesmo grupo anglo-americano-canadense e seguindo os moldes da congênere paulistana, com o apoio do agora prefeito carioca Pereira Passos e do presidente Rodrigues Alves, com quem a empresa mantinha excelentes relações <sup>65</sup>. Ponto alto das obras de remodelação urbana da capital federal sob a gestão do engenheiro Pereira Passos foi a inauguração em 1905 da avenida Central (hoje Rio Branco), com sua iluminação elétrica.

No Rio de Janeiro havia também um grupo estritamente nacional, o de Cândido Gaffré e Eduardo Guinle, que tentou opor resistência à Light. Entretanto, com a ajuda do Departamento de Estado dos EUA, do barão do Rio Branco e do ministro Lauro Müller, os empreendedores locais foram afastados <sup>66</sup>. Os desentendimentos entre ambos grupos perduraram: em 1909, aqueles empreendedores brasileiros tentaram vender à cidade de São Paulo a energia excedente gerada pela sua Usina de Itatinga, construída em 1906 pela Companhia Docas de Santos, também de sua propriedade <sup>67</sup>. O prefeito paulistano Antônio Prado aparentemente deferiu o pedido de Gaffré e Guinle, mas a Câmara manteve o monopólio da Light <sup>68</sup>.

Em 1915, a Revista Politécnica apresenta um longo ensaio técnico de Carlos Américo Barbosa de Oliveira sobre a usina de Piagüí, para a Companhia Luz e Força de Guaratinguetá, de propriedade justamente do grupo Guinle <sup>69</sup>. Nele aprendemos que a usina, destinada ao serviço de luz, força e tração, teve todo seu material elétrico e hidráulico importado dos EUA, e que isto representou quase um terço do custo total.

---

<sup>65</sup> Id. ib., p.38

<sup>66</sup> Id., ib., p. 41

<sup>67</sup> Esta usina foi tecnicamente bem descrita no artigo “*Breve Notícia sobre a Instalação Hidro-elétrica do Itatinga*”, na Revista Politécnica nº 28 (1909), escrito pelo engenheiro Guilherme Weinschenk.

<sup>68</sup> Na verdade, Antônio Prado, apesar de algumas vacilações, como representante da oligarquia cafeeira também teria favorecido a Light - cf. Beiguelman, Paula/ Faria, Nívia - “*A Empresa Política*”.

<sup>69</sup> Oliveira, Carlos Américo Barbosa de - “*O Aproveitamento da Potência Hidráulica do Rio Piagüí e o Custo da sua Instalação Hidroelétrica*”, Revista Politécnica nº 50/51, 1915.

A terceira empresa da Light foi a São Paulo Electric Co., para aproveitar o salto de Itupararanga, no rio Sorocaba, em 1911. Em artigo de 1916 na Revista de Engenharia Mackenzie <sup>70</sup>, Norman Bernardes relata que esta usina foi projetada para aliviar a de Parnaíba, pois o “*rápido progresso verificado nos últimos anos na nossa Capital acarretou consumos crescentes de energia elétrica*”. Aquela represa era então a maior da América do Sul e a barragem foi calculada de acordo com normas americanas - revelador da inexistência de normas nacionais. Os equipamentos utilizados eram, igualmente ao caso da Usina de Piagüí, todos importados: turbinas verticais da Voith, geradores trifásicos da Westinghouse, reguladores de corrente da General Electric, pára-raios da Siemens.

Acompanhando o impulso industrial, o estado de São Paulo apresentava desde a primeira década do século XX um bom número de pequenas empresas municipais de geração de energia elétrica. Dentre as maiores, uma série delas foi constituída no ano de 1912: a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), dos engenheiros Manfredo Antônio da Costa e José Balbino de Siqueira (atendendo Botucatu, São Manoel, Agudos, Pederneira e Bauru); o grupo de Ataliba Vale, Fonseca Rodrigues e Ramos de Azevedo (para as cidades de Araraquara, Ribeirão Bonito e Rincão); e o grupo de Armando de Salles Oliveira e seu sogro, Júlio de Mesquita (com São José do Rio Preto, Jaboticabal, Bebedouro, São Simão, Cajuru e outros municípios menores). De 1913 é a Central Elétrica Rio Claro S.A., de Elói Chaves e da família Rodrigues Alves (prestando serviços em Rio Claro, Limeira, Araras e Cordeirópolis) <sup>71</sup>. No Estado do Rio de Janeiro, havia a Companhia Brasileira de Energia Elétrica (CBEE), de 1909, de Gaffré, Guinle e Jorge Street (para várias cidades do território fluminense).

É bastante esclarecedor o quadro que o engenheiro Francisco Egmydio da Fonseca Telles preparou sobre as usinas elétricas do estado de São Paulo, em funcionamento em dezembro de 1921 <sup>72</sup>. São ali apresentadas 26 concessionárias com 30 centrais, de potências variáveis, desde a menor em Bananal (25 HP) até as maiores, em Itatinga (15.000 kVA) e Parnaíba (16.000 kVA). Quanto à forma de geração, duas são térmicas e as demais hidráulicas. Em termos de antigüidade, duas são da década de 1890, quinze da década de 1900 e treze da de 1910. São utilizadas as mais diversas tensões nas linhas de transmissão, de 3.000 V a 46.500 V (num comprimento total de quase 1500 km) e frequências bastante despadronizadas, de 40 Hz, 50 Hz, 55 Hz e 60 Hz. As tarifas apresentam igualmente grandes variações, sendo por vezes mais caras as residenciais do que as industriais e noutras vezes ocorre o inverso.

Levando em conta a entrada em operação dessas usinas elétricas, é instrutivo considerar a classificação adotada por Wilson Cano para os segmentos industriais de

---

<sup>70</sup> Bernardes, Norman - “*Instalações Hidro-elétricas de Sorocaba*”, Revista de Engenharia Mackenzie nº 6, 1916. Vide também, do mesmo autor, o artigo “*Projeto de Novas Instalações na Usina Hidro-elétrica S. Martinho*”, id. nº 7, 1916.

<sup>71</sup> Cabral, ..., **Panorama do Setor de Energia Elétrica**,..., pp. 46-47

<sup>72</sup> Telles, F.E.F. - “*Quadro Relativo às Centrais de Força e Luz do Estado de São Paulo*”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol. IV, nº 19, 1922. Este quadro se encontra reproduzido no Anexo 3 adiante.

São Paulo registrados já no censo de 1907 <sup>73</sup>. Ela é interessante porque toma como base, para este início de século, além do uso de máquinas, o de energia elétrica, evidenciando assim a base energética da recente transformação econômica. São três as categorias propostas, com as respectivas indústrias:

i - simples (uso precário de máquinas e de energia elétrica): serrarias e pequenas oficinas, confecções de vestuário, produtos alimentícios, produtos químicos simples.

ii - intermediárias (pequena flexibilidade tecnológica e pequeno uso de energia elétrica): calçados, curtumes, cigarros, material de transporte, oficinas construtoras de bens de capital.

iii - complexas ( maior mecanização e uso mais intenso de energia elétrica): fiação e tecelagem, papel, cimento, siderurgia, construção naval, moinhos de trigo, fósforos.

A partir do censo de 1920, pode-se ver a enorme expansão do sistema elétrico no Brasil e, especialmente, em São Paulo. O país contava então com 306 empresas elétricas (das quais 66 em São Paulo), 343 usinas elétricas (sendo 78 em São Paulo), quase 106.000 HP de origem térmica (aproximadamente 15.000 HP em São Paulo) e 370.000 HP de origem hidráulica (mais de metade, 195.000 HP, em São Paulo).

A Light realizou mais ou menos por esta época (em 1925) um levantamento estatístico da demanda elétrica dos diferentes setores da indústria. Do consumo mensal de 7.730.000 kWh (excluindo-se a tração elétrica por ela fornecida para o trecho Jundiaí-Campinas, da Estrada de Ferro Paulista), 5 milhões eram para a indústria têxtil, 560 mil para a indústria metalúrgica e mecânica, 500 mil para moinhos de trigo e sal e o restante para diversas indústrias menores <sup>74</sup>.

Flávio Saes, acompanhando a evolução da Light, que na República Velha já se tornara o mais importante conglomerado de energia elétrica no Brasil, mostra que sua receita proveniente da viação urbana (bondes elétricos) era de 3 a 5 vezes superior à da distribuição de eletricidade até a década de 1910 <sup>75</sup>. A partir de então, o que transforma este quadro é justamente o crescente consumo industrial da eletricidade.

A este propósito, J. Brant de Carvalho escrevendo em 1912 na Revista Politécnica cita o professor da Escola Naval, Mário de Andrade Ramos, para quem

*O desenvolvimento econômico e industrial de um país repousa primordialmente sobre a própria capacidade de produzir energia.* <sup>76</sup>

Nesse momento cremos que estava claro para os técnicos que a eletricidade seria a força motriz mais importante e que os carvões naturais brasileiros não poderiam suprir

---

<sup>73</sup> Cano, Wilson - “*Alguns Aspectos da Concentração Industrial*”, pp. 73-74

<sup>74</sup> Gomes, Francisco de A. Magalhães - “*A Eletrificação no Brasil*”, p. 9

<sup>75</sup> Saes, Flávio - “*Café, Indústria e Eletricidade em São Paulo*”, p. 28

<sup>76</sup> Carvalho, J. Brant de - “*A Hulha Branca*”, Revista Politécnica nº 36, 1912.

a demanda energética das usinas termo-elétricas, sendo mais viável o aproveitamento hidro-elétrico. A necessidade de industrializar o Brasil é tacitamente reconhecida por Brant de Carvalho, para quem a engenharia permitiria harmonizar o regime das águas fluviais de forma a conciliar os interesses da agricultura com os da indústria - uma negação, na prática, da tese de que a vocação brasileira era essencialmente agrária. Brant de Carvalho (*loc.cit.*) cita o ineditismo no uso da “hulha branca” nos rios do Estado de São Paulo, “*cuja indústria se dissemina e progride continuamente*” Para o conhecimento desse potencial contribuíra fortemente o levantamento efetuado em 1910 pela Comissão Geográfica e Geológica paulista <sup>77</sup>. Cita, deste trabalho, uma relação de 70 usinas elétricas paulistas, das quais a grande maioria havia sido empreendida pela filial brasileira da empresa alemã Bornberg, Hacker & Co., bem como uma estimativa da capacidade das principais quedas d’água no Estado, localizadas na maior parte em terras devolutas <sup>78</sup>.

Prognósticos igualmente animadores eram feitos para o Estado do Paraná por M. Wendel, que após alguns cálculos considera que Sete Quedas (hoje integrando a barragem de Itaipu) seria a maior usina nacional e a segunda do mundo <sup>79</sup>. A barragem do rio Iguaçu, que despertaria alguns conflitos geo-políticos entre Brasil e Argentina principalmente nos anos 1980, já desponta como obra de grande interesse.

Alguns anos após, artigo do Boletim do Instituto de Engenharia, escrito por um engenheiro argentino, defende que a obra se justificaria para as “*ciudades verdaderamente grandes*” como Buenos Aires e Rio de Janeiro (São Paulo ainda não era incluída neste rol), desde que se vencesse o grande obstáculo técnico e econômico representado por uma linha de transmissão muito longa para os padrões da época <sup>80</sup>. Para facilitar a tarefa de construção, recomenda aquele autor que essa linha seguisse próximo aos rios navegáveis e estradas de ferro.

Desde o início da República se atentava para o aproveitamento de grandes desníveis no território nacional. É o caso da Cachoeira de Paulo Afonso, cujo primeiro projeto é de 1901 (cf. Anexo 2) e que provavelmente nem foi votado <sup>81</sup>. Sabe-se dos

---

<sup>77</sup> A maior usina em terras paulistas foi estimada neste relatório como sendo a de Marimondo, no Rio Grande, com potencial de 700.000 cavalos - cf. “*O Salto do Marimondo e sua Importância no Futuro*”, Revista Politécnica nº 46, 1913.

<sup>78</sup> Esta poderia ter sido uma oportunidade histórica, não efetivada e nem cogitada na documentação por nós levantada, de conjugar a construção de usinas com projetos de irrigação e de distribuição de terras.

<sup>79</sup> Wendel, M. - “*A Hulha Branca no Estado do Paraná*”, Revista Politécnica nº 48, 1914. Neste artigo, Wendel corrige cálculos excessivamente otimistas do Major D. Nascimento, que superestimara o potencial do rio Iguaçu.

<sup>80</sup> Musswitz, Walther - “*Anteprojeto de Transporte de Energia do Salto do Iguaçu até as Cidades de Rosário e Buenos Aires*”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol.3, nº 8, 1920.

<sup>81</sup> Tratava-se de concessão pedida em nome dos engenheiros Paulo Ferreira Alves e Manoel Carneiro Souza Bandeira. Aliás, Brant de Carvalho (op. cit. - Revista

esforços que a esta época foram empreendidos ingloriamente por Delmiro Gouveia para construir aquela hidro-elétrica e usar a energia para fins industriais (em 1917 ele foi misteriosamente assassinado e sua fábrica de linhas têxteis em Alagoas destruída por grupos estrangeiros).

Se a eletricidade se difundiu graças aos bondes elétricos e à iluminação pública, o já citado censo de 1920 mostra que quase metade da força motriz industrial brasileira provinha da energia elétrica, percentual dez vezes superior ao do censo de apenas treze anos antes. Continuavam a predominar no consumo elétrico as indústrias de bens de consumo não-duráveis, mas apareciam com maior peso no quadro nacional algumas indústrias básicas, como siderúrgicas e fábricas de cimento <sup>82</sup>.

Neste panorama de aceleração do esforço de industrialização na década de 20, nota-se também, ao contrário da opinião de Warren Dean exposta atrás, alguma preocupação com a defesa da empresa nacional. Como exemplo disso, tome-se o Relatório sobre o projeto de reforma das Tarifas Aduaneiras (1920 - cf. Anexo 2), de autoria do senador paulista Adolfo da Silva Gordo, que recomenda manter elevadas as tarifas da classe 35 (que incluía máquinas e aparelhos), mencionando a representação ao Senado da firma Cardoso Segura, de que as taxas constantes do projeto para transformadores elétricos “*protegerão consideravelmente a fabricação destes maquinismos em nosso país*”, e informando que a empresa de Cipriano Teixeira Mendes, dona de fábrica de materiais elétricos (incluindo transformadores) se sente ameaçada pelo projeto de revisão das tarifas <sup>83</sup>.

É verdade que o ímpeto protecionista pode disfarçar a defesa de interesses estrangeiros já instalados no país, como por exemplo no projeto de fixação de tarifas mais altas para importação de lâmpadas elétricas (1921 - cf. Anexo 2), em que o senador Irineu Machado justifica emenda neste sentido para proteger a “*indústria nacional*”, referindo-se desta forma porém aos investimentos aqui feitos pela General Electric. Talvez seja este também o caso de outra emenda semelhante de 1922 (cf. Anexo 2), do senador Paulo de Frontin, que visava proteger a indústria nacional de elevadores, representada por algumas fábricas existentes em São Paulo e no Rio de Janeiro. De qualquer modo, um elevador já constitui máquina relativamente complexa, e mesmo que se tratasse somente de montagem do conjunto final no Brasil, esta é uma evidência de maior capacidade da indústria nacional no campo da eletricidade.

A prática de tarifas protecionistas, às vezes para mais e noutras vezes para menos, é uma constante da República Velha como forma, certamente tosca, de se ter algum tipo de política industrial. Por outro lado, a imposição de um imposto de consumo sobre eletricidade atesta para seu peso crescente na arrecadação do Tesouro; como se depreende do levantamento do processo legislativo (Anexo 2), inicialmente o

---

Politécnica nº 36) considera o aproveitamento da cachoeira de Paulo Afonso, prestes a se concretizar, como obra da “*iniciativa de engenheiros e industriais paulistas*”.

<sup>82</sup> Cabral,... **Panorama do Setor de Energia Elétrica...** , pp. 54-56

<sup>83</sup> Em 1923, a mesma firma carioca Cardoso Segura, fundada em 1917, reclama da tarifa alfandegária de importação de motores elétricos, por ocasião de outro projeto de lei, desta vez porém rejeitado (cf. Anexo 2).

imposto incide só no consumo elétrico (projeto de lei de 1922), mas é logo ampliado para as lâmpadas (1923), pilhas e aparelhos elétricos (1927).

A siderurgia continuou sendo objeto de atenção de técnicos e políticos. Projeto de lei de despesa da República em 1922 conclamava as empresas siderúrgicas nacionais a aumentar sua produtividade e instituía um prêmio às três primeiras fábricas de aço dotadas de forno elétrico e laminador, capazes de produzir de 8 a 10 t de aço em 24 horas. Isto deu algum resultado, pois em 1925 fez jus ao prêmio a já referida Companhia Eletro-Metalúrgica Brasileira (cf. o citado artigo de Assis Chateaubriand, reproduzido no Boletim do Instituto de Engenharia), com sua siderúrgica de Ribeirão Preto. Na mesma tendência se alinha o projeto de 1923 (infrutífero) de “*três usinas siderúrgicas modernas*”, para a produção de 50 mil toneladas anuais de aço cada, sendo uma delas no vale do Rio Doce (numa antevisão da posterior usina de Tubarão, da Companhia Vale do Rio Doce) e empregando altos fornos elétricos.

Uma defesa radical da eletro-siderurgia é feita pelo engenheiro Antônio Dias, baseada em argumentação algo confusa <sup>84</sup>. Inicialmente, o autor questiona se a industrialização deve ser feita em grandes centros com participação estatal, ou em pequenos empreendimentos privados, concluindo pela última alternativa. Logo após, diz que “... *sentimos cada vez mais possante a concorrência estrangeira que nos procura manietar dentro do nosso mercado...*”, para contrapor em seguida a defesa de capital e mão-de-obra importados.

Do ponto de vista tecnológico, a opção de A. Dias era pela siderurgia do carvão de madeira, com o cuidado de se fazer reflorestamento. A resposta a essa opinião veio em artigo, também do Instituto de Engenharia, reproduzindo conferência feita em São Paulo por Ferdinando Labouriau, em 23 de julho de 1927 <sup>85</sup>. Taxativamente, explica que os altos-fornos elétricos são de reduzida capacidade e ademais, mesmo utilizando a eletricidade não suprimem a necessidade de combustível (coque ou carvão), embora em menor quantidade que nos altos-fornos comuns.

Com estas observações, fica claro que a arrancada desenvolvimentista no setor da siderurgia não poderia se dar somente em termos de eletro-fornos e, como é notório, o Brasil ainda esperaria pelas negociações do governo Vargas durante a 2ª Guerra Mundial para ter uma grande siderúrgica, em Volta Redonda.

É este um dos motivos porque a eletrificação ferroviária continuaria sendo o principal alvo para aplicação dessa energia em esforços de modernização tecnológica, de que resultaram apresentados 35 projetos de lei para eletrificação de ferrovias desde o início do século até o final da República Velha. É verdade que a eletrificação da relativamente extensa malha ferroviária brasileira (e, paralelamente, a construção de linhas eletrificadas de transporte de massa) poderia ter sido o indutor de um grande

---

<sup>84</sup> Dias, Antônio - “*A Eletro-siderurgia no Brasil*”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol.VI, nº 28, 1925. O texto é de uma conferência realizada no Clube de Engenharia do Rio de Janeiro.

<sup>85</sup> Labouriau, F. - “*O Problema da Siderurgia*”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol. VIII, nº 34, 1927. O autor era catedrático de metalurgia na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e secretário da Academia Brasileira de Ciências.

desenvolvimento econômico, mas isto tampouco ocorreu. Mais restrita às ferrovias paulistas <sup>86</sup>, a eletrificação teve de esperar um tempo demasiadamente longo para se efetivar - e quando isto ocorreu, a política de transportes já começara a favorecer o modo rodoviário.

Além das mencionadas proposituras legislativas relativas à eletrificação ferroviária, registramos o alentado estudo técnico que Gaspar Ricardo Jr. publicou em 1928 na Revista Politécnica visando eletrificar a Estrada de Ferro Sorocabana, com o propósito de aumentar sua capacidade de tráfego <sup>87</sup>. Artigo anônimo na Revista de Engenharia Mackenzie desta época também defende a eletrificação das ferrovias brasileiras <sup>88</sup>, argumentando que as estradas paulistas eletrificadas apresentavam lucros em seus balanços, ao passo que as ferrovias federais, não-eletrificadas, apresentavam prejuízos vultosos, atribuídos às despesas com importação de combustível.

Destoando um pouco desta linha geral de defesa da eletrificação do transporte sobre trilhos, o trabalho de formatura do engenheiro Hilário Dertonio, propondo a substituição dos bondes por trólebus (“elétrobus”), assinala porventura um indício de que se iniciavam pressões que levariam no Brasil à opção pelo transporte sobre pneus - e não a um planejamento equilibrado que contemplasse para cada modo sua faixa de ação mais econômica <sup>89</sup>. O ensaio é interessante por sua justificativa pretensamente nacionalista para o trólebus:

*Em aditamento, por uma questão de patriotismo, também seria preferível a solução adotada, pois uma estrada de concreto para os elétrobus usaria cimento e outros materiais que são produzidos no país, ao passo que um leito de trilhos implicaria na importação do material necessário.*

Ocorre que o autor não cogita no entanto a quem pertencem as fábricas de cimento nesse momento - e que são trustes estrangeiros. Descontando-se este viés político, trata-se de trabalho que demonstra um bom domínio técnico do assunto da eletrificação dos ônibus. São propostos veículos de dois andares, do tipo dos ônibus londrinos, com tração em corrente contínua de 600 volts.

---

<sup>86</sup> Cf. descrição dos primeiros estudos feitos em 1916-17 para a Companhia Paulista de Estradas de Ferro pelos engenheiros Jaime Cintra e Francisco Pais Leme de Monlevade, in Monlevade, F.P.L. “*Eletrificação Ferroviária*”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol.VII, nº 33, 1927.

<sup>87</sup> Ricardo Júnior, Gaspar - “*Aumento de Capacidade do Tráfego e Eletrificação da E.F. Sorocabana*”, Revista Politécnica, nº 85/86, 1928 - o artigo havia sido originalmente um relatório interno daquela empresa, de 1924.

<sup>88</sup> “*As Estradas de Ferro Brasileiras*”, Revista de Engenharia Mackenzie, nº 44, 1927.

<sup>89</sup> Dertonio, Hilário - “*Linhas de Elétrobus sobre Estrada de Concreto*”, Revista de Engenharia Mackenzie, nº 47, 1928. Um ano após, Hilário Dertonio publica “*O Campo dos Elétrobus na Viação Moderna*” no Boletim do Instituto de Engenharia, vol.XI, nº 54, 1929. Neste, seu tom é um pouco mais comedido, advogando porém sempre a substituição dos bondes (“tramways”) e trens pelo “elétrobus”.

Constitui um contraponto às pretensões de deixar de lado o modo ferroviário de transporte o alentado estudo de Raul Ribeiro da Silva, apresentado à Sociedade Brasileira Rural em São Paulo <sup>90</sup> em 1929. Seu ponto de partida é a constatação de que “... a história do progresso da humanidade é a própria história da energia”. Analisando os transportes entre nós, apresenta argumentos em favor da eletrificação ferroviária, como única forma de baixar a despesa da tração dos 30% do total para os 10% de países desenvolvidos, também argumentando com os altos custos de combustível. Desenvolve a seguir a concepção de outros modos de transporte como a navegação, as estradas de rodagem e aviação como complementares da ferrovia, ao invés de sua simples concorrência.

Tocando num ponto vital do processo de transformação agrário-industrial do Brasil, por sinal ainda hoje mal equacionado e longe de estar resolvido, afirma o engenheiro Ribeiro da Silva:

*Os povos que praticam a agricultura sem máquinas e sem ciência não podem aspirar a uma posição permanente no suprimento dos grandes mercados mundiais, porque a sua produção é cara, escassa e irregular.* <sup>91</sup>

O estudo prossegue, apresentando cifras sobre o emprego da eletricidade na indústria de transformação, recomendando que o Brasil invista onde se puder empregar a maior quantidade de energia por operário, considerando a escassez de mão-de-obra local e a abundância das matérias-primas e da força hidráulica. Desta perspectiva, para Ribeiro Silva caberia então envidar esforços notadamente nas indústrias de siderurgia, moagem de cereais, papel, cimento, óleos vegetais, redução e refino de cobre, produtos químicos e laminação de ferro e aço. Alerta então contra os capitais estrangeiros, pois eles são muitas vezes “introduzidos com o fim de encaminhar as ambições imperialistas dos povos fortes contra os fracos”. Sua posição nacionalista é claramente reforçada com a recomendação que faz para evitar a simples entrega de matérias-primas aos países industrializados e assim conservar-lhes os monopólios; em outras palavras:

*Se o povo que deseja industrializar-se à custa do capital estrangeiro não o fizer com precauções e prudência, arrisca-se também à escravidão política.* <sup>92</sup>

Como exemplo do perigo da submissão aos capitais estrangeiros, aponta o caso do petróleo no México, ao mesmo tempo que exorta à promoção da indústria petrolífera no Brasil. Termina o ensaio pedindo que se crie um código florestal, não para impedir o corte das florestas, mas para promovê-lo dentro de regras e leis de reflorestamento e proteção contra enchentes.

---

<sup>90</sup> Silva, R. R. - “O Problema da Energia Elétrica”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol.XI, nº 51, 1929. Raul Ribeiro da Silva (cf. Silva Telles, *op. cit.*) teria sido autor, juntamente com o engenheiro Medeiros e Albuquerque de invenção de um avião a jato, patenteada nos EUA em 1918(algo que julgamos pouco provável), e foi membro da Comissão Nacional de Siderurgia, criada em 1931.

<sup>91</sup> Id., *ib.*, p.89.

<sup>92</sup> Id., *ib.*, p. 94.



## 6. A ELETRICIDADE AO FINAL DA REPÚBLICA VELHA

Com o crescimento dos investimentos em energia elétrica, consideramos ter sido a grande obra de toda engenharia no Brasil da década de 1920 a construção pela São Paulo Light da usina de Cubatão (hoje Henry Borden). Planejada e supervisionada pelo engenheiro americano Asa Billings, ela foi inaugurada em 1926, e em 1928 gerava 76.000 kW de potência, só tendo então similar em porte nos Estados Unidos. Constituída a barragem por 15 reservatórios interligados, uma particularidade do projeto é que a energia utilizada para elevar a água num deles (o do rio Tietê) teve seu fornecimento oriundo da própria usina, após uma queda de 727 metros de altura.

Tamanha impressão causava então este empreendimento, algo comparável talvez ao que é Itaipu nos tempos atuais, que um autor anônimo da época assim o sintetiza na Revista de Engenharia Mackenzie:

*... o projeto... representa a altura da técnica moderna, tornando óbvio mais uma vez que, dentro do Ideal que é o conforto à humanidade, nada é impossível para a engenharia do homem.*<sup>93</sup>

Através desta profissão de fé no ideário da tecnologia, o mesmo autor prossegue fazendo a apologia do capital estrangeiro, cuja “benéfica influência” ao progresso de nossa terra era evidenciado pela usina de Cubatão. E conclui:

*... país parcamente explorado, sem cultivo, politicamente heterogêneo, sem organizações definidas, devemos confessar, sem constrangimento, que somos um povo necessitado de todo apoio, experiência, habilidade e técnica do estrangeiro, estrangeiro amigo e valoroso, que descobrindo, em nós, fontes financeiras e econômicas, em nós desperta, e para nós, outros tantos idênticos interesses.*

Talvez em função de ser uma escola pública, e possivelmente mais identificada com posições nacionalistas, não se verifica esta atitude de defesa direta dos interesses estrangeiros nos artigos examinados da Revista Politécnica nesse período. Encontramo-la novamente em outro artigo da Revista de Engenharia Mackenzie a respeito do pedido da multinacional Light à Câmara Municipal de São Paulo para elevar as tarifas nos seus bondes<sup>94</sup>. O autor do artigo, Celso Valle, analisa os investimentos da empresa canadense, tomando os próprios dados dela como justificativa dos custos apresentados. Com isto, consegue dar razão à pretensão da Light em aumentar a passagem principalmente na zona central (até 6 km do centro), onde estavam as linhas de maior movimento e lucratividade, inclusive a concorrida linha de Vila Mariana, com intervalo

---

<sup>93</sup> “As Grandes Obras de Engenharia - A Usina Hidro-elétrica do Cubatão”, Revista de Engenharia Mackenzie, nº 40, 1926.

<sup>94</sup> Valle, Celso - “A Questão dos Transportes em São Paulo - O Momentoso Problema em Face da Proposta da Light and Power”, Revista de Engenharia Mackenzie, nº 45, 1927.

entre composições de 4 minutos <sup>95</sup>. O artigo conclui pela manutenção do privilégio de monopólio à Light, atacando os “*ridículos auto-ônibus que pululam na nossa Capital*”.

Voltemos ao quadro de expansão das atividades de geração de energia elétrica nos anos 20. Para se ter uma idéia do complexo hidro-elétrico em torno da cidade de São Paulo, apresentamos no Anexo 3 um mapa do mesmo, que é bastante elucidativo por demonstrar como a Light já fechara um verdadeiro anel de geração e distribuição na capital.

A Rio Light por sua vez foi responsável pela usina da Ilha dos Pombos, em Carmo, no rio Paraíba do Sul, novamente concebida e executada sob a supervisão de Asa Billings, inaugurada em 1924 e capaz de fornecer 73.000 kW em 1929. Com isto, todo o importante vale do Paraíba, paulista e fluminense, estava então em mãos do grupo Light.

Em 1927 outro conglomerado multinacional, a American & Foreign Power Co. (Amforp) - vinculada à General Electric até o governo de Franklin D. Roosevelt - chegou ao Brasil, através da subsidiária Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras (CAEEB), para atuar no interior paulista e em várias capitais estaduais.

Ainda durante a República Velha, a Light incorporou o grupo Ataliba Vale - J.A. Fonseca Rodrigues - Ramos de Azevedo, e a Amforp absorveu a Companhia Paulista de Força e Luz, bem como os grupos de Armando de Salles Oliveira e da família Silva Prado <sup>96</sup>. Desta forma, ao final dos anos 1920, o processo de concentração das empresas concessionárias culminou com a quase completa desnacionalização do setor. Um parecer da Câmara de Deputados em 1927, sobre a produção mineral do país, denuncia a transferência das principais usinas hidro-elétricas nacionais para o controle de empresas estrangeiras, “*de tal sorte que, dentro de pouco tempo, o capital nacional se verá substituído pelo estrangeiro*” <sup>97</sup>.

Em 1930, ao final do período analisado, o Brasil conta com 1211 usinas (São Paulo com 166), gerando cerca de 149.000 kW de origem térmica (São Paulo com cerca de um décimo, 13.500 kW), e 630.000 kW de origem hidráulica (onde prepondera São Paulo, que apesar de relativamente poucas usinas responde por mais da metade do total, 318.000 kW). Um quadro da chegada da energia elétrica nas várias localidades brasileiras é mostrado logo a seguir.

---

<sup>95</sup> Para se ter uma idéia da importância desta linha, observamos a título de comparação que o intervalo entre trens na linha Paulista do metrô de São Paulo é atualmente de 3 minutos no horário de pico.

<sup>96</sup> Cabral, **Panorama do Setor de Energia Elétrica...** pp. 55- 63

<sup>97</sup> Texto contido no parecer nº 741 sobre emendas ao projeto de despesa do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, cujo relator era o deputado Pedro Lago.

*Primeiras Localidades Dotadas de Energia Elétrica*

*(2º Império e República Velha) - Fonte: Gomes, op. cit. p.4*

<b>CIDADE</b>	<b>INAUGURAÇÃO</b>
Campos (RJ)	1883
Rio Claro (SP)	1884
Porto Alegre (RS)	1887
Juiz de Fora (MG)	1889
São Paulo (SP)	1889
Curitiba (PR)	1892
Maceió (AL)	1895
Belém (PA)	1896
Belo Horizonte (MG)	1897
Estância (SE)	1900
Cachoeiro do Itapemirim (ES)	1903
Cruzeiro do Sul (AC)	1904
Rio de Janeiro (RJ)	1904
Humaitá (AM)	1905
Salvador (BA)	1905
Blumenau e Joinville (SC)	1908
Natal (RN)	1910
João Pessoa (PB)	1910
Fortaleza (CE)	1912
Olinda (PE)	1912
Corumbá (MS)	1912
Teresina (PI)	1914
São Luís (MA)	1917
Porto Velho (RO)	1918
Goiás (GO)	1920

Havia ligações entre importadores e as novas empresas industriais - por exemplo, para viabilizar a vinda de técnicos estrangeiros para montagem e assistência técnica, que aliás acabavam executando atividades mais complexas, como até fabricações. A comercialização de material e equipamentos elétricos era feita por firmas importadoras - fato exemplificado pelos anúncios inseridos nas revistas por nós pesquisadas (vide Anexo 3, mais à frente). A produção nacional ao final da República Velha permanece todavia pequena, sendo uma exceção a General Electric, que havia instalado fábrica de lâmpadas em 1921, montando aqui seus componentes <sup>98</sup>.

Uma análise arguta das causas da situação de baixo desenvolvimento tecnológico nacional é o artigo publicado na fase final da República Velha por Guilherme Witte na Revista de Engenharia Mackenzie <sup>99</sup>. Aponta inicialmente o problema da formação de nível médio:

*A falta de instrução técnica em nosso país é uma das maiores barreiras a vencer, para implantar com brilho a civilização dos tempos modernos.*

A preocupação de Witte era a falta de técnicos capazes de dar manutenção no interior do Brasil, pois que

*... devido a isto, quando a máquina necessita de reparos, ela em vez de ser consertada, é ainda mais estragada pelos leigos pretensiosos.*

Analisando as condições brasileiras, o autor conclui que a turbina hidráulica de potência média seria adequada para a maioria de nossas propriedades, de menor porte, aonde não seria econômica a importação de máquinas. Seu alerta para a necessidade de a indústria nacional resolver problemas tipicamente brasileiros (como baixa velocidade de disparo e máximo rendimento com carga d'água variável) ilustra pelo menos dois fatos: que havia uma indústria nacional e que a tendência era copiar projetos estrangeiros. Aliás, uma das razões apontadas para o insucesso das turbinas nacionais frente às estrangeiras era a falta de pesquisa local:

*A peça mais importante da turbina hidráulica é sem dúvida o rotor. A incerteza, no entanto, quanto à sua capacidade, deu motivo natural para que a maior parte dos fabricantes nacionais construíssem turbinas de proporções maiores que as verdadeiramente necessárias. A fim de poder afrontar os preços da concorrência de turbinas construídas cientificamente no estrangeiro, tais turbinas de capacidade exageradas nunca podem ser feitas de material de primeira e ao seu acabamento sempre falta esmero.<sup>100</sup>*

Infelizmente, a análise acaba circularmente se voltando contra o que o autor provavelmente expôs de forma certa. Referindo-se ao seu estágio na fábrica Herm Stolz, do Rio de Janeiro, Guilherme Witte diz que essa indústria resolveu tais obstáculos não por meio de pesquisa local, mas licenciando os equipamentos de uma grande

---

<sup>98</sup> Cabral, **Panorama do Setor de Energia Elétrica...**, p.70

<sup>99</sup> Witte, Guilherme - "Turbinas Hidráulicas e a Indústria Nacional", Revista de Engenharia Mackenzie, nº 48, 1928.

<sup>100</sup> Id., ib.

empresa da Alemanha na época, a Amme-Luther Werke, que “cedeu as suas plantas e experiências, enriquecendo destarte a indústria nacional com mais um grande fator para o nosso progresso”.

Mais ou menos à mesma época, a Sociedade Rural Brasileira pede a uma comissão do Instituto de Engenharia que faça um estudo sobre o aproveitamento da energia elétrica. Respondem pela incumbência dois diretores daquela instituição, Plínio de Queirós e Antônio Carlos Cardoso, além de Francisco Pais Leme de Monlevade <sup>101</sup>. Seu relatório começa apontando muito firmemente a importância da eletricidade:

*“Assim é que, nas indústrias fundamentais: agrícola, pastoril, extrativa e manufatureira, em todas as suas ramificações, a energia elétrica é a base da produção econômica e em grande escala das riquezas; na indústria dos transportes ... faz circular essas riquezas...; na utilização dessas riquezas é sempre a energia elétrica que, transformando-se ... em energia mecânica, térmica, química e luminosa, permite o funcionamento dos mais variados aparelhos inventados para o benefício coletivo e individual e, finalmente, é ainda a eletricidade que, nas suas aplicações por assim dizer sociais, desempenha o papel predominante na vida civilizada dos nossos dias, ..., contribuindo para diminuir o sofrimento humano.”* <sup>102</sup>

A seguir, os autores propõem que o governo federal, em conjunto com os governos estaduais, organizem “departamentos” para elaborar um “plano geral de coordenação da utilização da energia”. Este plano compreenderia o estudo detalhado das fontes energéticas naturais do país, a análise das condições econômicas da produção, o estudo da instalação de grandes usinas geradoras, sua interligação aos centros de consumo por linhas de transmissão e outros pontos relevantes. Assinam que um embrião da organização proposta fora criada recentemente de maneira pioneira no Brasil pelo Estado de São Paulo, mas insistem na premência da legislação do sempre postergado Código de Águas.

Estribando-se nos exemplos dos EUA e França, concluem os autores aquele ensaio recomendando a intervenção estatal para a regulamentação do setor, entendida tanto como organização quanto como fiscalização. Com essa defesa do fim do liberalismo econômico característico da República Velha, avizinham-se as condições para a criação do aparelho estatal pela era Vargas, concretizado no caso da eletricidade em 1934 com o Conselho de Águas e Energia Elétrica.

Os mecanismos de poder da Primeira República, oligárquicos e excludentes da maioria do povo, foram de encontro aos interesses da principal força do setor elétrico, a Light. Pode-se indagar: companhias nacionais teriam tido o sucesso da Light no desenvolvimento urbano? Talvez - havia empresas nacionais de grande porte, como as ferrovias Paulista e a Mogiana, mas o contexto de acordo com os setores estrangeiros, existente desde o “Funding Loan” (1899) de Campos Sales, assim como a crise cafeeira de preços que se resolve no Convênio de Taubaté, com empréstimos externos para a

---

<sup>101</sup> Monlevade, F.P.L., Queirós, P., Cardoso, A.C., “A Organização e Regulamentação da Produção da Energia Elétrica no Brasil”, Boletim do Instituto de Engenharia, vol. XI, nº 51 (1929).

<sup>102</sup> Id., ib. pp. 63-64

defesa do principal produto de exportação, favorecem a entrada de empresas estrangeiras e não a criação de empresas nacionais <sup>103</sup>.

Encerramos aqui essa rápida análise de idéias e fatos que estiveram ligados à modernização do Brasil num período crucial de sua história, nos anos que se seguiram à abolição da escravatura e proclamação da República. As fontes consultadas permitiram-nos visualizar nesse período o quadro de um país em que o “moderno” era almejado por parcelas de suas elites mais ilustradas. Fortes tinturas ideológicas, no entanto, obscureceram a decolagem rumo a uma industrialização mais consistente, bem como a criação duma infra-estrutura compatível. Dentre os empecilhos maiores, encontramos o que já foi suficientemente apontado como responsável pelo atraso: uma insistência na defesa do agrário como mola propulsora da nação, uma opção ou cooptação pelo liberalismo econômico que causava, entre outras conseqüências, a preferência pelo importado, ao invés de desenvolver o nacional.

A introdução da eletricidade em nosso meio trouxe uma nova fonte energética, e de múltiplos destinos, para os quais nossos engenheiros estavam atentos, para além do uso mais corriqueiro da iluminação e motorização industrial. Não passou despercebido o enorme potencial da energia elétrica para emprego na siderurgia e metalurgia em geral, bem como nos transportes. Chegamos mesmo a projetar e construir algumas aplicações práticas com inovações dignas de destaque e de interesse no estrangeiro. No entanto, a eletricidade representou mais uma daquelas oportunidades desperdiçadas no Brasil de ampliar o mercado de consumo. Do material consultado, sente-se uma força exercida no sentido de dominar a tecnologia elétrica, de criar escolas para disseminar os conhecimentos – e, ao mesmo tempo, uma frustração em constatar que esses esforços eram baldados, porque o país não aprendia a valorizar a pesquisa nacional.

Apesar de tais obstáculos, a eletricidade rapidamente se espalhou, especialmente no Sul da nação, com maior destaque para São Paulo, cujo movimento em direção à industrialização era potencializado pela expansão das fronteiras econômicas, graças à cafeicultura. A maior demanda pela eletricidade logo atraiu o capital internacional, que se instalou em condições vantajosas para explorar esse filão. As numerosas companhias de “light and power” ajudaram a criar uma preciosa infra-estrutura paulista, aproveitada pelo dinamismo de sua atividade econômica, e que se consolidou a ponto de ainda hoje fazer parte da espinha dorsal do seu sistema elétrico.

---

<sup>103</sup> Saes, op. cit., p. 30

## BIBLIOGRAFIA

- Assis, Machado de - **Obra Completa**. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1971.
- Bandeira, Manuel - **Poesia Completa e Prosa**. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1986.
- Beiguelman, Paula e Faria, Nívia - “A Empresa Política”, em *História e Energia*, nº 1, maio 1986
- Broder, Albert - “Os Bancos e o Desenvolvimento da Indústria de Energia Elétrica Européia”. Anais do 1º Seminário Nacional de História e Energia- vol.2. São Paulo: Eletropaulo, 1986
- Bunge, Mário - **Ciência e Desenvolvimento**. Belo Horizonte: Itatiaia/EDUSP, 1980
- Cabral, Lígia M. Martins/ Cachapuz, Paulo B. de Barros/ Lamarão, Sérgio T. de Niemeyer - **Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1988
- Cachapuz, Paulo B. de Barros/ Dias, Renato Feliciano - **O Processo Legislativo**. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1990
- Cano, Wilson - *Alguns Aspectos da Concentração Industrial*, in Flávio Versiani e José R. Mendonça de Barros (orgs.), **Formação Econômica do Brasil (A Experiência da Industrialização)**. São Paulo: Saraiva, 1977
- Carone, Edgard - **O Pensamento Industrial no Brasil (1880-1945)**. Rio de Janeiro: Difel, 1977
- Carrara Jr., Ernesto/ Meirelles, Hélio - **A Indústria Química e o Desenvolvimento do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 1996.
- Dean, Warren - *A Industrialização durante a República Velha*, em Fausto, Bóris (org.), **O Brasil Republicano (Estrutura de Poder e Economia, 1889-1930)**, 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989
- Domingues, Heloísa Maria Bertol - “A Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional e as Ciências Naturais no Brasil Império”. Rio de Janeiro: MAST - Notas Técnico-científicas nº 002/96.
- Feyerabend, Paul - **Contra o Método**, 3ª ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989
- Gama, Ruy - **A Tecnologia e o Trabalho na História**. São Paulo: Nobel/EDUSP: 1986.
- Gomes, Francisco de Assis Magalhães - “A Eletrificação no Brasil” - *História & Energia*, nº 2. São Paulo: Eletropaulo, 1986.
- Granger, Gilles-Gaston - **A Ciência e as Ciências**. São Paulo: EDUNESP, 1994.
- Harré, Ron - **The Philosophies of Science**, 2ª ed. Oxford: Oxf. Univ. Press, 1992.
- Herschmann, Micael M. e Pereira, Carlos Alberto M. - “O Imaginário Moderno no Brasil”, in **A Invenção do Brasil Moderno**. Rio de Janeiro: Rocco, 1994
- Hübner, Kurt - **Crítica da Razão Científica**. Lisboa: Edições 70, 1993.
- Japiassu, Hilton - **As Paixões da Ciência**. São Paulo: Letras&Letras, 1991.
- Koyré, Alexandre - **Estudos de História do Pensamento Científico**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

- Kropf, Simone P. - “O Saber para Prever, a fim de Prover - a Engenharia de um Brasil Moderno”, in Herschmann/Pereira, **A Invenção do Brasil Moderno**. Rio de Janeiro: Rocco, 1994
- Kuhn, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas** (orig. The Structure of Scientific Revolutions - trad. Beatriz V. Boeira e Nelson Boeira). São Paulo: Perspectiva, 1975
- LaRouche, Lyndon H. **The Science of Christian Economy**. Washington, D.C.: Schiller Institute, 1991
- Luz, Nícia Vilela - **A Luta pela Industrialização do Brasil (1808 a 1930)**. São Paulo: DIFEL, 1961
- Magalhães, Gildo - “Energia” - em Vargas, Milton (org.) **História da Técnica e da Tecnologia no Brasil**. São Paulo: EDUNESP, 1994
- Motoyama, Shozo(org.) - **Tecnologia e Industrialização no Brasil**. São Paulo: EDUNESP, 1994
- Price, Derek de Solla - **A Ciência desde a Babilônia**. Belo Horizonte: Itatiaia/EDUSP, 1976
- Queiroz, Suely Robles Reis de - **Os Radicais da República (Jacobinismo: ideologia e ação, 1893-1897)**. São Paulo: Brasiliense, 1986
- Saes, Flávio - “Café, Indústria e Eletricidade em São Paulo” , em *História e Energia*, nº 1, maio 1986
- Snow, Charles Percy - **The Two Cultures** (or. 1959). Cambridge: Canto, 1993
- Stepan, Nancy - **Gênese e Evolução da Ciência Brasileira (Oswaldo Cruz e a Política de Investigação Científica e Médica)**. Rio de Janeiro: Artenova, 1976
- Szmrecsányi, Tamás - “A Era dos Trustes e Cartéis”, em *História e Energia*, nº 1, maio 1986
- Tácito, Hilário (pseudônimo de José Maria de Toledo Malta) - **Madame Pommery** (orig. 1920). Campinas: UNICAMP/ Casa de Rui Barbosa, 1992
- Telles, Pedro Carlos da Silva - **História da Engenharia no Brasil (século XX)** - Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 1993
- Thuillier, Pierre - **De Arquimedes a Einstein - A Face Oculta da Invenção Científica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1994.
- Vargas, Milton - **Metodologia da Pesquisa Científica**. Rio de Janeiro: Globo, 1985.



## ANEXO 1

### ARTIGOS DE REVISTAS DE ENGENHARIA

**Tabela 1 - Revista de Engenharia Mackenzie - Eletricidade (1915-1930)**

(Preservamos a ortografia original dos títulos)

Nº	págs.	Ano	Título / Autor	Assunto
6	23-32	1916	<i>Instalações hydro-electricas de Sorocaba/</i> Norman Bernardes	Descreve características da usina de Itupararanga e faz a defesa da geração hidráulica de eletricidade
77	27-34	1916	<i>Projecto de novas instalações na Usina hydro-electrica São Martinho /</i> Norman Bernardes	Descrição técnica das características de projeto
21	22-23	1920	<i>A Experiência de Itapura/</i> Wayman A. Holland, Jr.	Descreve como se fazia teste de gerador em laboratório
40	18-22	1926	<i>As grandes obras da engenharia - A usina hydro-electrica do Cubatão/</i> Anônimo	Descreve características da usina e seus equipamentos - defende o recurso á tecnologia e ao capital estrangeiro
44	37-38	1927	<i>As estradas de ferro brasileiras/</i> Anônimo	Faz um resumo das ferrovias e sua situação financeira e defende sua eletrificação
45	52-57	1927	<i>A questão dos transportes em S. Paulo - O momentoso problema em face da proposta da Light and Power/</i> Celso Valle	Analisa a composição dos custos de transporte por bonde da Light e defende o aumento por ela pretendido
47	66-79	1928	<i>Linha de eléctrobus sobre estrada de concreto/</i> Hilário Dertonio	Tese de formatura, com estudo técnico em que defende a solução de trólebus em via segregada de concreto; contra a opção de transporte sobre trilhos, usando alguns argumentos nacionalistas
48	51-55	1928	<i>Turbinas Hydraulicas e a Industria Nacional/</i> Guilherme Witte	Analisa problemas nacionais de fabricação, manutenção e instrução técnica

**Tabela 2 - Revista *Politécnica* - Eletricidade (1904-1930)**

(Preservamos a ortografia original dos títulos)

<b>Nº</b>	<b>Págs.</b>	<b>Ano</b>	<b>Título / Autor</b>	<b>Assunto</b>
<b>8</b>	80-83	1905	<i>O acumulador electrico "Mello Marques" / Anônimo</i>	Comenta a invenção de submarino por um engenheiro brasileiro, destacando outra invenção do mesmo, a de baterias elétricas compactas
<b>9</b>	107-111	1905	<i>A Electricidade e a hulha branca em S. Paulo / Francisco Ferreira Ramos</i>	Defende a energia elétrica e cita locais potenciais para instalação de usinas hidráulicas
<b>11</b>	249-269	1906	<i>A Electro-metallurgia do Ferro / Carlos Nunes Rabello</i>	Defende o uso da eletricidade para siderurgia nacional e descreve um forno elétrico inventado por engenheiro brasileiro
<b>15</b>	130-139	1907	<i>Transformador Electrolytico - Systema Oswaldo de Faria / J.A.Montpellier (tradução)</i>	Artigo de revista francesa descrevendo transformador inventado por brasileiro e fabricado na França
<b>28</b>	253-258	1909	<i>Breve noticia sobre a installação hydro-electrica do Itatinga / Guilherme Weinschenk</i>	Apresenta algumas características do projeto civil da usina da Cia. Docas de Santos
<b>36</b>	299-319	1912	<i>A Hulha Branca / J. Brant de Carvalho</i>	Estudo preliminar do potencial hidro-elétrico de bacias paulistas em áreas de terras devolutas
<b>46</b>	226-231	1913	<i>O salto do Marimbondo e sua importancia no futuro / Anônimo</i>	Analisa a importância de se aproveitar este local para instalar usina hidro-elétrica
<b>47</b>	371-374	1914	<i>A Hulha Branca no Estado do Paraná / M. Wendel</i>	Estudo do potencial hidro-elétrico de bacias paranaenses
<b>50/51</b>	101-127	1915	<i>O Aproveitamento da Potencia Hydraulica do Rio Piaguhy e o Custo da sua Installação Hydroelectrica / Carlos Américo Barbosa de Oliveira</i>	Analisa o custo total da usina, separando-o entre mão-de-obra e materiais nacionais e importados

<b>85/86</b>	21-56	1928	<i>Augmento de Capacidade do Trafego e Electrificação da E.F. Sorocabana</i> / Gaspar Ricardo Jr.	Estudo tecno-econômico comparando a tração a vapor com a elétrica
<b>85/86</b>	103-132	1928	<i>Fontes de Energia</i> / Pandiá Calógeras	Menciona a energia nuclear e outras formas energéticas; analisa a eficiência da electricidade sob critério de taylorismo; estuda os combustíveis minerais brasileiros e defende soluções nacionais
<b>92</b>	116-118	1929	<i>Como é medido o escorregamento de motores no nosso gabinete de Electrotechnica</i> / Eduardo Sabino de Oliveira	Deduz o método empregado pelo prof. Luiz Colangelo, que simplifica o tradicional usando um transformador de corrente na corrente do rotor.

**Tabela 3 - Boletim do Instituto de Engenharia - Eletricidade (1917-1930)**

(Preservamos a ortografia original dos títulos)

<b>Nº</b>	<b>Págs.</b>	<b>Ano</b>	<b>Título/Autor</b>	<b>Assunto</b>
<b>8</b> <b>v. III</b>	56-75	1920	<i>Anteprojecto de Transporte de Energia do Salto de Iguassú até as Cidades de Rosário e Buenos Aires/Walther Musswitz</i> (tradução do autor)	Estudo argentino preliminar de viabilidade tecno-econômica de uma linha de transmissão bem maior do que as então existentes
<b>14</b> <b>v.IV</b>	43-48	1922	<i>O Carvão, a Siderurgia, as Quedas D'Água e o Alcool/ F. Saturnino Rodrigues de Brito</i> (reproduzido do "Jornal do Comércio de 7/8/1911)	Comentários genéricos sobre várias fontes energéticas
<b>16</b> <b>v. IV</b>	108-118	1922	<i>A Metalurgia do Ferro no Brasil/Assis Chateaubriand</i> (transcrição parcial do Jornal do Comércio, s/d)	Reportagem - as instalações da Cia. Metalúrgica de Ribeirão Preto e sua força eletro-motriz
<b>19</b> <b>v. IV</b>	295	1923	<i>Quadro Relativo aos Centraes de Força e Luz do Estado de S.Paulo/ F.E. da Fonseca Telles</i>	Sinopse abrangente de 26 usinas hidráulicas e térmicas, com dados tecno-econômicos
<b>28</b> <b>v.VI</b>	65-76	1925	<i>A Electro-siderurgia no Brasil/ Antônio Dias</i>	Estudo defendendo a eletro-siderurgia à base de carvão vegetal
<b>33</b> <b>v. VII</b>	3-43	1927	<i>Electrificação Ferroviária/ Francisco Pais Leme de Monlevade</i>	Memorial comparativo de diversas formas de tração, usinas elétricas e linhas aéreas para tração de trens
<b>34</b> <b>v.VIII</b>	49-62	1927	<i>O Problema da Siderurgia/ F. Labouriau</i>	Ensaio contra a eletro-siderurgia em larga escala
<b>51</b> <b>v. XI</b>	63-74	1929	<i>A Organização e Regulamentação da Producção de Energia Electrica noBrasil/ F.P.L. de Monlevade, Plínio de Queiroz, Antônio Carlos Cardoso</i>	Propõe plano energético geral para o país e comenta criação de órgão estadual congênere em São Paulo
<b>51</b>	78-104	1929	<i>O Problema da Energia Electrica/</i>	Defende a eletrificação das ferrovias e a industrialização

<b>v. XI</b>			Raul Ribeiro da Silva	urbana e rural do país
<b>54</b> <b>v. XI</b>	386- 392	1929	<i>O Campo dos Eléctrobus na Viação Moderna</i> /Hilario Dertonio	Propõe substituir transporte sobre trilhos por tróleibus

## ANEXO 2

### A TRAMITAÇÃO DE PROJETOS DE LEI NA ESFERA FEDERAL

- 1891 - *Emenda ao projeto nº 71*

Iluminação pública preferencialmente elétrica para a futura capital da República, prevista na nova Constituição, a ser construída no planalto central

- 1891 - *Projeto nº 205*

Isenção de impostos de importação para iluminação elétrica de São Carlos do Pinhal (SP)

- 1892 - *Projeto nº 53*

Isenção de impostos de importação para iluminação elétrica de Piracicaba (SP) - rejeitado

- 1897 - *Projeto de despesa do Min. Viação e Obras Públicas*

Revê o contrato com a Sociedade Anônima do Gás do Rio de Janeiro (Rio Light) para melhorar a iluminação por meio da eletricidade ou outro processo

- 1900 - *Emenda ao projeto do Min. Justiça e Negócios Interiores*

Substituição do material de iluminação elétrica da Biblioteca Nacional

- 1900 - *Emenda nº 13 ao projeto de despesa do Min. Fazenda*

• Isenção de imposto de importação para iluminação elétrica de Jaguarão (RS) - aprovado

- *Emenda nº 14, id.*

Idem, Cachoeira (BA) e S. Félix do Paraguaçu (BA) - aprovado

- *Emenda nº 15, id.*

Idem, Belo Horizonte (MG) - aprovado

- 1901 - *Projeto nº 22*

Concessão ao engº civil Carlos César de Oliveira Sampaio para construir metrô subterrâneo eletrificado entre Niterói e Rio de Janeiro

- 1901 - *Projeto nº 128*

Aproveitamento da Cachoeira de Paulo Afonso para energia elétrica

- 1901 - *Emendas ao projeto de despesa do Min. Justiça e Neg. Interiores*

Substituição do material de iluminação elétrica da Brigada Policial e da Casa de Detenção do Rio de Janeiro

- 1902 - *Projeto nº 145*

Isenção de imposto de importação para serviços de água, esgoto e iluminação elétrica para Porto Alegre (RS) e Friburgo (RJ) - vetado

- 1902 - *Projeto nº 248*

Concessão ao engº civil Eugênio de Andrade para construir ferrovia eletrificada entre Petrópolis e Rio de Janeiro

- 1902 - *Emenda nº 41 ao projeto de receita da República*

Isenção aos governos estaduais e municipais para importar fios de iluminação elétrica - aprovado

- 1903 - *Emenda nº 14 ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Instalação de iluminação elétrica no edifício dos Correios

- 1903 - *Emenda ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Autoriza o aproveitamento de força hidráulica em concessões para transformação em energia elétrica de uso geral. Transformada na Lei 1145, de 1903, regulamentada pelo Decreto 5407, de 1904.

- 1903 - *Emenda nº 68 ao projeto de receita da República*

Isenção de imposto de importação para materiais de serviços de água, esgoto, iluminação elétrica e viação urbana de Florianópolis (SC) e Barbacena (MG) - aprovado

- 1905 - *Projeto nº 118*

Iluminação elétrica dos bairros da Saúde, Gamboa, morros adjacentes e ruas centrais, substituindo a iluminação a gás destruída na Revolta da Vacina, em 1904.

- 1906 - *Projeto nº 296*

Aproveitamento para energia elétrica da Cachoeira de Marimbondo (entre os estados de SP e MG)

- 1906 - *Emenda nº 16 ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Estudos para eletrificação da E. F. Central do Brasil, em substituição à tração por vapor

- 1906 - *Emenda nº 38 ao projeto de despesa do Min. Justiça e Neg. Interior*

Verba para instalação de sala de eletrotécnica na Escola Politécnica do Rio de Janeiro

- *Emenda nº 42, id.*

Verba para instalação de gabinetes de eletrotécnica na Escola de Minas de Ouro Preto (MG)

- 1907 - *Projeto nº3*

Contra favores às empresas de portos e estradas de ferro para fornecer energia elétrica urbana

- 1907 - *Projeto s/n*

Código de Águas, abrangendo o aproveitamento das águas para geração de energia - vai tramitar sem sucesso até 1927

- 1907- *Emenda ao projeto de receita da República*

Isenção de imposto de importação para serviços de água, esgoto e iluminação elétrica de Vitória (ES) - aprovado

- 1907 - *Emenda ao projeto de despesa do Min. Viação e Obras Públicas*

Exame de transformador elétrico inventado por Oswaldo de Faria

- 1908 - *Emenda nº 265 ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Iluminação elétrica do bairro do Realengo, através da usina da fábrica de cartuchos neste subúrbio - rejeitado

- *Emenda nº 284, id.*

Contratação de 10 aprendizes de eletrotécnica na Europa e EUA para empresas estrangeiras que vinham atuando no Brasil, pagos pelo governo

- 1909 - *Projeto nº 94*

Autoriza concorrência para eletrificação da E.F. Central do Brasil

- 1909 - *Emenda nº 72 ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Verba para construção de linha de bonde elétrico ligando Lavras à estação da E.F. Oeste de Minas



- 1910 - *Projeto nº 233*

Criação de curso de engenheiro eletricitista na Escola Politécnica do Rio de Janeiro

- 1911 - *Emenda nº 90 ao projeto de receita da República*

Redução de direitos aduaneiros para máquinas, fornos elétricos e materiais para fábricas de carbureto de cálcio

- 1911 - *Emenda nº 137, id.*

Devolução do imposto de importação à firma Mello&Davis de material para usina hidrelétrica de Passos (MG)

- 1911 - *Emenda nº 79 ao projeto de despesa do Min. Agric., Ind. e Comércio*

Prêmio e subvenções às três primeiras escolas técnicas de eletricidade e mecânica que seguirem os moldes norte-americanos

- 1912 - *Emenda nº 50 ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Melhorias técnicas e eletrificação da E. F. Vitória-Minas

- *Emenda nº 100, id.*

Concessão a Carneiro & Irmãos para construir ferrovia eletrificada entre Uberabinha (MG) e Pouso Alto (Go)

- 1913 - *Emenda nº 59 ao projeto de receita da República*

Favorece transporte ferroviário de material para redes de água, esgoto e iluminação elétrica pela tarifa mais baixa

- 1917 - *Projeto nº 317*

Restituição do imposto de importação pago pela Rio Light

- 1917 - *Emenda nº 23 ao projeto de receita e despesa da República*

Construção de ferrovia eletrificada entre o Alto Paraguai e Guaporé, interligada à E.F. Madeira-Mamoré

- *Emenda nº 44, id.*

Construção de linha de bonde ou ferrovia eletrificada entre Muzambinho e Cabo Verde (MG)

- 1918 - *Projeto nº 267*

Aproveitamento da força hidráulica para fins industriais em águas de domínio particular

- 1918 - *Emenda nº 65 à proposta de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Eletrificação da E.F. Central do Brasil entre Rio de Janeiro e Barra do Piraí

- 1919 - *Emenda nº 10 ao projeto de receita da República*

Restituição do imposto de material para iluminação elétrica de S. João do Muqui (ES), importado da General Electric

- *Emenda nº 16, idem*

Restituição do imposto de importação sobre material para água, esgoto, iluminação a gás e elétrica de Porto Alegre (RS)

- 1919 - *Projeto de despesa do Min. Agricultura, Indústria e Comércio*

Verba para estudos, desapropriações e início de obras para usina hidro-elétrica em Angra dos Reis, para alimentar fornos siderúrgicos

- 1920 - *Emenda nº 35/IV ao projeto de receita da República*

Revoga as isenções de impostos de importação para materiais de água, luz e viação

- 1920 - *Projeto nº 635*

Isenção de impostos aduaneiros para material de eletrificação ferroviária (atendendo pedido da E.F. Paulista, de Antônio Prado)

- 1920 - *Projeto nº 636*

Concessão de transporte rápido entre o Rio de Janeiro e Niterói, por meio de barcas ou bondes elétricos em linha subterrânea ou aérea

- 1920 - *Relatório sobre o projeto de reforma das tarifas aduaneiras*

Aconselha manter as taxas para transformadores elétricos

- 1922 - *Emenda substitutiva ao projeto nº 1, de despesa da República*

Prêmio às três primeiras fábricas de aço dotadas de forno elétrico e laminador, capazes de produzir de 8 a 10 t de aço em 24 h

- 1922 - *Emenda nº 15 ao projeto de receita da República*

Fixa imposto de consumo sobre a eletricidade

- 1922 - *Emenda s/nº, id.*

Estabelece tarifas de importação para elevadores elétricos

- 1923 - *Projeto de receita da República*

Amplia imposto de 1922 para: lâmpadas elétricas e consumo de eletricidade

- 1923 - *Emenda nº 9 ao projeto de receita da República*

Eleva a tarifa de importação de motores, dínamos, excitadores e alternadores elétricos

- *Emenda nº 13, id.*

Institui imposto de importação sobre fios e material de cobre importado

- *Emenda nº 73, id.*

Reduz imposto de renda das empresas que exploram serviços de utilidade pública

- *Emenda nº 86, id.*

Diminui a tarifa de importação de lâmpadas elétricas

- 1923 - *Emenda nº 12 ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Eletrificação de trechos da E.F. Oeste de Minas

- *Emenda nº 92, id.*

Conclusão e eletrificação da estrada de ferro de Piquete (SP) a Itajubá (MG)

- 1923 - *Projeto nº 114*

Plano de construção de três usinas siderúrgicas “modernas”

- 1923 - *Projeto nº 303*

Regulamentação das usinas em quedas d’água acima de 10.000 CV e obrigando as estradas de ferro a fazerem estudo de viabilidade da tração elétrica x vapor.

- 1924 - *Projeto nº 198*

Isenção de imposto de importação para fornos elétricos destinados à indústria siderúrgica; idem para máquinas e insumos importados para a extração de carvão e ouro; idem para usinas termo-elétricas que usem carvão nacional

- 1925 - *Emenda nº 143 ao projeto nº 47*

Estende os benefícios trabalhistas da Lei Elói Chaves (Lei dos Ferroviários) às empresas de serviços municipais, inclusive de bondes, luz e energia elétrica

- 1926 - *Emenda nº 5 ao projeto de despesa do Min. Viação e O. Públicas*

Eletrificação do trecho de serra da E.F. Teresópolis e do ramal de Angra dos Reis da E.F. Oeste de Minas

- 1927 - *Projeto de receita da República*

Amplia imposto de consumo de 1922 para: lâmpadas, pilhas e aparelhos elétricos

- 1927 - *Projeto nº 316*

Revoga isenções de imposto de importação para redes de água, esgoto, luz, força, gás transporte, telefone, rádio-telefonía e rádio-telegrafia

- 1927 - *Parecer nº 741 sobre projeto de despesa do Min. Agric. Ind. e Com.*

Destaca o plano do Serviço Geológico e Mineralógico para levantamento do potencial hidráulico do país

## ANEXO 3

### ICONOGRAFIA

1. Frontispício da “Revista Polytechnica” - nº 80 (1926)
2. Anúncios da “Companhia Brasileira de Electricidade” (da Siemens), com desenhos de lâmpada e motor elétricos, e da “Casa da Boia” (ainda hoje no mesmo local, à Rua Florêncio de Abreu) mencionando a fabricação de arandelas e lustres elétricos - Revista Politécnica, nº 50-51 (1915)
3. Anúncio da casa importadora Bekman, também situada à Rua Florêncio de Abreu, com fotografia de seu interior, vendo-se rolos de fio elétricos e lustres - id., ib.
4. Planta e cortes da barragem de Piagüí, em Guaratinguetá, vendo-se no canto inferior à esquerda a assinatura de aprovação do autor do projeto civil (e do artigo), Carlos Barbosa de Oliveira - id., ib.
5. Desenho de parte relativa à geração elétrica (vertedouro de água) da usina de Guaratinguetá, projetada nos EUA pela The Pelton Water Wheel Cº para Guinle & Cº - id., ib.
6. Planta, corte e fachadas da usina de força de Guaratinguetá, com carimbo de autoria do projeto arquitetônico, no canto direito inferior, do escritório técnico de Guinle & Cº (Rio de Janeiro) - id., ib.
7. Fotos da fachada principal da usina geradora de Guaratinguetá e desvio do rio Piagüí - id., ib.
8. Fotos do interior da mesma usina, vendo-se detalhes da casa de máquinas e cubículo de alta tensão - id., ib.
9. Anúncio de pára-raio da General Electric - Revista Politécnica nº 82 (1926)
10. Anúncio de motores síncronos da Siemens - id., ib.
11. Anúncio de rádio da RCA, distribuído por Byington & Cia. - id., ib.
12. Anúncio geral da General Electric - Revista de Engenharia Mackenzie, nº 39 (1926)
13. Anúncio de geladeira da Frigidaire, distribuída por Pirie, Villares & Cia. - Revista de Engenharia Mackenzie, nº 44 (1927)
14. Anúncio do Boletim do Instituto de Engenharia no seu nº 52, vol. XI (1929)
15. Quadro Relativo às Centrais de Força e Luz do Estado de São Paulo - Boletim do Instituto de Engenharia, vol. IV, nº 19, 1922
16. Planta geral das represas hidro-elétricas da Light em São Paulo e imediações; fonte: Gomes, op. cit., p. 12.