

Pequenas usinas hidrelétricas: o caso da usina de Marmelos

Almir Pita Freitas Filho

Dr. Sc – IE/UFRJ - almir@ie.ufrj.br

Antonio Lopes de Souza

PhD – LANTEG/DEE/UFRJ - lopes@dee.ufrj.br

Margareth Guimarães Martins

Dr. Sc – LANTEG/DEE/UFRJ - meggmartins@globo.com

Maria Ana Quaglino

PhD – LANTEG/DEE/UFRJ - mariaanaquaglino@globo.com

Sergio Sami Hazan

PhD – LANTEG/DEE/UFRJ - sergio@dee.ufrj.br

Resumo

Este artigo relembra a história da primeira usina hidrelétrica da América Latina, a Usina Hidrelétrica de Marmelos, hoje conhecida como Marmelos Zero, da pioneira Companhia Mineira de Eletricidade. Embora a usina seja hoje um museu, ela e outras pequenas geradoras formam o complexo de Marmelos ainda em operação (Marmelos 2), na categoria definida pela legislação atual como “Pequenas Centrais Hidrelétricas” (PCHs). Este modelo de aproveitamento hidrelétrico tem sido defendido por vários argumentos, dentre os quais, ser potencialmente menos agressivo ao ambiente e ter custo reduzido; é considerado um investimento de pequena monta. A questão da sustentabilidade econômica e ambiental de tais empreendimentos, à luz dos estudos de caso sobre esta experiência pioneira, foi o objeto de nossas reflexões. Os autores são membros de uma equipe multidisciplinar (historiadores e engenheiros) que atua no Laboratório de Novas Tecnologias para o Ensino de Engenharia – LANTEG/DEE e no Instituto de Economia, ambos da UFRJ, e que está reunida no Grupo de Pesquisa do CNPq, “A Eletricidade na Belle Époque (1870-1914)”.

Abstract

This article deals with the history of the first Hydroelectric Power Plant in Latin America, The “Marmelos Hydroelectric Power Station”, also known as “Marmelo Zero”, which belonged to a pioneer Brazilian electrical company, the “Companhia Mineira de Eletricidade”. Although “Marmelo Zero” today is in fact a museum, it is part of the Marmelos hydroelectric power stations complex, in which one (Marmelos 2) is still operational and connected to the Brazilian Electrical Power Plants System as a “PCH” (Small Electrical Station). The “PCH” is a category of electrical power plants encouraged by the Brazilian government’s policies and legislation. Those who are in favor of this energy supply model argue that the “PCHs” are less aggressive to the natural environment and less expensive to build. Whether or not this model is, in fact, economically and environmentally self-sustainable, is a main concern in our analysis of this pioneer experience in Brazil. The authors are all members of a multidisciplinary research team (historians and engineers) working at the Laboratory for New Technologies in Teaching Engineering (Laboratório de Novas Tecnologias para o Ensino de Engenharia – LANTEG/DEE) and in the Institute of Economics, both within the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). This team is also a research group, registered at the National Research Council (CNPq), specialized in studying electricity during the “Belle Époque” (1870-1914).

Introdução

Este artigo é o resultado da reflexão de uma equipe multidisciplinar, que atua no Laboratório de Novas Tecnologias para o Ensino de Engenharia – LANTEG/DEE e no Instituto de Economia, ambos na UFRJ e estão reunidos no Grupo de Pesquisa CNPq, “A Eletricidade na Belle Époque (1870-1914)”, que possui duas linhas de pesquisa (História da Eletricidade e História da Iluminação Pública), baseadas na perspectiva da história econômica conjugada com a história da engenharia elétrica. Nosso objetivo é criar recursos para a compreensão dos aspectos técnicos, econômicos e sociais das aplicações da engenharia elétrica desde os seus primórdios.

O debate atual sobre a obtenção de energia elétrica considera viável o uso de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), que, por definição se caracterizam pela pequena potência e reservatórios de pequeno porte. A Legislação vigente define as PCHs como empreendimentos hidrelétricos com potência entre 1.000 e 30.000 kW, área de reservatório delimitada pela cota d’água associada à vazão de 100 anos e extensão total igual ou inferior a 3,0 km² (ANEEL, 1998).

O resultado deste debate tem sido, não só a construção de diversas PCHs, mas também, a recuperação de usinas antigas. Os defensores deste tipo de hidrelétrica afirmam que suas vantagens são: o menor impacto social e ambiental, uma vez que se trata de uma fonte renovável, opera a fio d’água e são construídas rapidamente. Além disso, ressaltam que as mesmas garantem maior confiabilidade para o sistema, devido à geração distribuída e descentralizada; possuem baixo custo; contribuem para a redução do efeito estufa; dispensam importações de equipamentos

e serviço; e geram impostos para os municípios do seu entorno e empregos diretos e indiretos (ENERGISA, s.d.). Os críticos das PCHs, entretanto, afirmam que elas são menos confiáveis, devido aos seus reservatórios serem pequenos e ao seu porte, não têm acesso ao mercado de capitais, possuem dificuldades para manter uma estrutura de comercialização e de manutenção, além disso, são ameaçadas por clientes sensíveis à segurança de fornecimento e às variações de preços, sofrem com a imprevisibilidade das chuvas, além de não possuírem marcos regulatórios claros e, portanto, poderem ser atingidas por alterações na legislação (BRDE, 2002).

Não obstante, consideramos oportuno relembrar a história da Usina de Marmelos Zero, Figura 1, que embora atualmente seja patrimônio de um museu, foi importante, como marco inicial do aproveitamento hidrelétrico do Brasil, notadamente, do Rio Paraibuna, onde várias experiências de pequenas hidrelétricas foram desenvolvidas.



Figura 1 -Usina Marmelos Zero (Foto: Museu Usina Marmelos Zero – Universidade Federal de Juiz de Fora)

II. Bernardo Mascarenhas: o empreendedor

Bernardo Mascarenhas, nascido em 30 de maio de 1846, era o décimo filho de um bem sucedido comerciante que fez fortuna monopolizando o comércio de sal em Minas Gerais e que se tornou, depois, produtor rural, Figura 2.



Figura 2 - Bernardo Mascarenhas (Foto: Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora)

Depois de completar os estudos em tradicional internato mineiro, o Colégio Caraça, o futuro empresário decidiu não cursar o nível superior, preferindo enveredar imediatamente no mundo dos negócios: aos dezoito anos, recebeu do pai a quantia de 26 contos de reis, que aplicou na compra e venda de gado, constituindo sociedade com um de seus irmãos. A sociedade prosperou e incorporou a atividade de comercialização de sal, até que, em 1865, Mascarenhas decidiu propor à família investir na montagem de uma fábrica de tecidos, cujas máquinas seriam

movidas a energia hidráulica. Apesar de resistências na família contra o projeto, Bernardo conseguiu convencer dois de seus irmãos a compor, em 1868, o capital para a fábrica. Esta foi construída na localidade de Cedro, próximo às fazendas da família. A parcela de Bernardo Mascarenhas para o empreendimento veio da venda de sua participação nos negócios de sal. Aquela foi a primeira de várias unidades fabris têxteis criadas pela família Mascarenhas. Nos anos 1870, dois outros irmãos de Bernardo construíram a fábrica de Cachoeira que, em 1883, foi fundida com a fábrica de Cedro, formando uma sociedade anônima. Em 1888, três anos depois de mudar para Juiz de Fora, período em que se tornou fundador do “Banco de Crédito Real”, em 1885, e investiu na compra de terrenos na área, Bernardo Mascarenhas diversificou e expandiu ainda mais os seus negócios constituindo e desenvolvendo ali a “Companhia Têxtil Bernardo Mascarenhas” e a “Companhia Mineira de Eletricidade”, Figura 3. Em 1889, o empresário inaugurou a Usina Hidroelétrica de Marmelos, a primeira do tipo na América Latina. Dez anos depois, em 9 de outubro, faleceu vítima de um ataque cardíaco (BIRCHAL, 2004; GIROLETTI, 1988).

III. A Companhia Mineira de Eletricidade – CME

O empreendedorismo de Bernardo Mascarenhas, aliado às condições favoráveis para a industrialização da região de Juiz de Fora, fez com que ele se aventurasse pelo setor energético. Afinal, o esforço da época pela busca de energia mais barata e alternativa ao carvão importado e o gás, era uma meta comum de diversos empresários e autoridades municipais visando atender às necessidades de eletrificação para iluminação pública e industrial. Convencido de que era possível fornecer eletricidade para Juiz de Fora, Bernardo Mascarenhas, graças ao seu prestígio como empresário, conseguiu vencer as resistên-

cias dos cétricos quanto ao novo padrão energético, por meio de cartas e artigos de jornais (MAGALHÃES, 2000) e, desta forma, obteve o capital necessário para formar a Companhia Mineira de Eletricidade cuja fachada da sede é reproduzida na Figura 3.



Figura 3 – Fachada da sede da Companhia Mineira de Eletricidade, 1915 (Foto: Museu Usina Marmelos Zero – Universidade Federal de Juiz de Fora)

Apesar de a CME estar vinculada a um dos setores de ponta da economia capitalista, não passava de uma empresa local e familiar, uma vez que, “dos trinta acionistas originais doze pertenciam à família Mascarenhas e muitos outros eram nomes proeminentes da comunidade empresarial local” (BIRCHAL, 2004), fato amplamente demonstrado nos três quadros abaixo, onde é possível observar que Bernardo

Mascarenhas, maior acionista da empresa, e sua família controlavam a maioria das ações (GIROLETTI, 1988). Uma vez obtido o capital, foi fácil para Mascarenhas iniciar o empreendimento, pois conseguiu da Câmara Municipal de Juiz de Fora a transformação de sua antiga concessão de iluminação pública e particular a gás. A referida modificação incluiu a geração e a transmissão de energia elétrica para os mesmos fins e para fornecer força motriz para sua fábrica e outras indústrias da região (IEPHA-MG).

QUADRO I. COMPANHIA MINEIRA DE ELETRICIDADE: ACIONISTAS DA FAMÍLIA MASCARENHAS

Acionistas	Número de Ações	Profissão
Bernardo Mascarenhas	400	Industrial
D. Policena P. S. Mascarenhas	100	Fazendeiro-Industrial
Francisco Mascarenhas	78	Industrial e Fazendeiro
Vitor Mascarenhas	50	Industrial
Caetano Mascarenhas	50	Industrial
Dr. Viriato Mascarenhas	35	Industrial
Teófilo M. Ferreira	30	Industrial
Elvira D. Mascarenhas	25	Industrial
Dr. Pacifico Mascarenhas	20	Médico e Industrial
Bernardo F. Pinto	20	Fazendeiro- Industrial
Antônio D. Mascarenhas	20	Industrial
Altivo Diniz Mascarenhas	15	Industrial
Antonio Augusto Mascarenhas	10	Industrial
TOTAL DE AÇÕES DA FAMÍLIA MASCARENHAS	853(56,8%)	

Fonte: GIROLETTI (1988), Tabela 19, p. 89.

O capital inicial da CME era de cento e cinquenta contos de réis, duplicou em dois anos de funcionamento, chegando a oitocentos contos de réis em 1884. Após a morte de Mascarenhas, quando os herdeiros e sócios de Mascarenhas transferiram o controle acionário para o grupo Assis-Penido, formado por fazendeiros locais, sob a liderança do Coronel Teodorico de Assis, o capital já era de 1.400 contos de reis (GIROLETTI, 1988), apesar de a companhia manter o seu caráter familiar e regional. Não obstante, o capital continuou a se multiplicar, atingindo a cifra de 7.000 contos de réis na segunda metade dos anos 1920. O aumento do capital da Com-

QUADRO II. COMPANHIA MINEIRA DE ELETRICIDADE: OUTROS ACIONISTAS

Acionistas	Número de Ações	Profissão
Bento Xavier (Carneiro?)	125	Comerciante ou Industrial (?)
Barão e Baronesa Juiz de Fora	100	Fazendeiro
Francisco Eugênio Rezende	97	Fazendeiro
Francisco Batista de Oliveira	70	Comerciante
Dr. Bernardo Silva	40	Advogado e Político
Barão de Santa Helena	30	Fazendeiro, Político, Banqueiro e Diretor da Ferrovia União Mineira
Frederico Ferreira Lage	25	Fazendeiro
Dr. Alfredo Ferreira Lage	25	Advogado, Proprietário de Prédios Urbanos
Francisco F. de Assis Fonseca	20	Fazendeiro
Manoel Vidal Barbosa Lage	20	Fazendeiro, Político, Fundador Diretor da Ferrovia União Mineira
Dr. Azarias José de Andrade	20	Médico e Industrial
Carlos José Pereira	10	Fazendeiro
Dr. Fernando Lobo L. Pereira	10	Advogado, Político, Diretor do B.C.R. e Banco do Brasil
Manoel Matos Gonçalves	10	Fazendeiro e Banqueiro
J. Pereira de Morais	10	Fazendeiro (?)
J. B. Oliveira e Souza	10	Comerciante
Dr. Francisco Vicente Gonçalves Pena	25	Profissional Liberal
TOTAL DEMAIS ACIONISTAS FAMÍLIA MASCARENHAS	647(43,2%)	

Fonte: GIROLETTI (1988), Tabela 19, p. 89.

QUADRO III. COMPANHIA MINEIRA DE ELETRICIDADE: ACIONISTAS

Acionistas	Número de Ações	Ações em Porcentagem
Família Mascarenhas	853	56,8
Demais Acionistas	647	43,2
TOTAL	1500	100

Fonte: GIROLETTI (1988), Tabela 19, p. 89.

panhia Mineira de Eletricidade foi baseado na ampliação do número de consumidores (BARROS, 2008; GIROLETTI, 1998 e BIRCHAL, 2004). Somente na década de 1950, esta empresa começou a dar os primeiros sinais de perda de fôlego. O crescimento da economia industrial na área de Juiz de Fora, que ela havia ajudado a impulsionar, torná-la-ia pequena demais. O desfecho foi sua absorção pela CEMIG, nos anos de 1980. Entre os anos 1940 e 1980, a Companhia

QUADRO IV. COMPANHIA MINEIRA DE ELETRICIDADE: EVOLUÇÃO DO CAPITAL – 1888 - 1926

Anos	Capital em Contos de Réis
1888	150
1890	300
1894	800
1911	1400
1916	2500
1926	7000

Fonte: GIROLETTI (1988), p. 90.

Mineira de Eletricidade manteve-se estagnada e a absorção pela CEMIG foi o resultado esperado, uma vez que esta passou a monopolizar os serviços de eletricidade no estado de Minas Gerais.

Criada no final do regime escravista, a empresa contou com mão-de-obra livre nacional e estrangeira. Segundo Birchall, baseado nas informações de P. Oliveira,

em 1889, por exemplo, durante a instalação da usina, a companhia contratou dois técnicos norte-americanos, que chegaram juntos com o equipamento encomendado à Westinghouse Electric Company (WEC). Além disso, em 1891, Bernardo Mascarenhas enviou o seu eletricista, Wan Wagenen, que certamente era um estrangeiro, para os EUA discutir com os engenheiros da WEC o projeto da nova usina que ele estava planejando construir. Portanto, parece que os estrangeiros eram empregados principalmente naquelas posições mais técnicas. Além do mais, em 1893, a companhia informou aos seus consumidores que o aumento no preço do serviço de iluminação doméstica era em função, entre outras coisas, do aumento nos salários de seus empregados estrangeiros(BIRCHAL, 2004).

O mesmo autor ressalta que, “brasileiros

livres eram certamente empregados pela CME, pois, como mostra a mesma carta enviada pela companhia aos seus consumidores em 1893, o aumento no preço dos serviços prestados pela empresa também se devia ao aumento nos salários dos funcionários brasileiros”, que supõe-se, ao menos no início fossem “empregados principalmente nos trabalhos menos especializados” (BIRCHAL, 2004).

Nos trinta e quatro anos, que vão da sua fundação até o período de aceleração da industrialização brasileira, nos anos 1930, a produção de energia elétrica cresceu em mais de 200%, contribuindo para a fama de Juiz de Fora, como a “Manchester brasileira”.

Henrique Hargreeves, autor do estudo pioneiro sobre a CME, classifica como “passado histórico” o período que vai da sua fundação até 1937, uma vez que ao longo destes quarenta e sete anos, foi implantado o conjunto de usinas localizadas nas cachoeiras de Marmelos. Sendo que a partir da Segunda Guerra Mundial, novas possibilidades de expansão da Companhia Mineira se apresentaram, caracterizada pelo aproveitamento da cachoeira de Joasal e pela substituição dos equipamentos da Westinghouse pelos da General Electric (HARGREEVES, 1971). A troca do equipamento deveu-se à obsolescência das máquinas pioneiras. Por essa ocasião, a General Electric era uma concorrente à altura da Westinghouse.

O processo da geração da energia que impulsionou o crescimento industrial de Juiz de Fora começou com a Usina de Marmelos, conhecida atualmente como Marmelos Zero. Essa usina, que foi construída pela CME por iniciativa de Bernardo Mascarenhas, entrou em funcionamento em cinco de setembro de 1889, apenas sete anos após a inauguração da hidrelétrica de Appleton, Winsconsin (Estados Unidos), primei-

ra central da América do Norte (VIANA, s.d.) e transformou-se na primeira de toda a América Latina, Figura 4.



Figura 4- Usina Marmelos Zero, 1889. (Foto: Museu Usina Marmelos Zero da Universidade Federal de Juiz de Fora)

O ano de 1896 foi marcado pela construção à jusante da Usina Marmelos Zero, dando origem à Usina Marmelos 1, o que levou à desativação da usina pioneira no ano seguinte, Figura 5 e Figura 6.

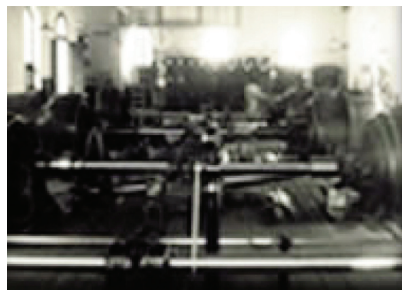


Figura 5 – Interior da Usina Marmelos 1, 1889. (Foto: Museu Usina Marmelos Zero da Universidade Federal de Juiz de Fora).



Figura 6 - Usina Marmelos 1, 1889. (Foto: Museu Usina Marmelos Zero da Universidade Federal de Juiz de Fora).

Duas novas usinas foram inauguradas, as atualmente denominadas Marmelos 1A e Marmelos 2, respectivamente nos anos de 1905 e 1910. A quarta unidade do conjunto de usinas da cachoeira de Marmelos levou à desativação gradativa das demais. Marmelos Zero foi transformada em Museu em 1988 e, atualmente apenas a Usina de Marmelos 2 continua em operação, enquanto próximo à Usina 1 localiza-se o Memorial da Eletricidade (AMARAL, 2011).

Os efeitos das Usinas de Marmelos sobre a industrialização de Juiz de Fora são visíveis, pois, quando a CME foi inaugurada havia onze estabelecimentos industriais na cidade. Inaugurados entre 1865 e 1889, este número aumentou em 5%, taxa considerada elevada para a época, no período de operação da Usina Zero até a inauguração de Marmelos 2 (HARGREEVES, 1977). Além de alimentar a indústria, a energia da CME também servia à iluminação pública e privada, sendo que, Marmelos Zero, por exemplo, era capaz de iluminar 1.080 residências (PATICIEÉ, 2009).

QUADRO IV. INAUGURAÇÃO DE ESTABELECIMENTOS INDUSTRIAIS EM JUIZ DE FORA

Número de Empresas Industriais	Período
04	1890-1897 (Usina Marmelos Zero)
11	1898-1910

Fonte: HARGREEVES, 1977, p. 32.

Cleyton Souza Barros em seu completo trabalho sobre a eletricidade em Juiz de Fora mostrou que:

As fontes jornalísticas informam sobre a industrialização da cidade mineira. Cabe adotar a verificação do processo de instalação de algumas unidades fabris, ao mesmo tempo dando maior atenção às instalações que mais se

eletrificaram. A partir de 1898, começaremos a observação das indústrias que se mecanizavam, a partir do fornecimento de força motriz pela CME. A análise das fontes permite-nos dizer que a eletrificação das atividades industriais na localidade estendeu-se no tempo (BARROS, 2008).

É do mesmo autor o quadro abaixo.

QUADRO V. INDÚSTRIA E FORÇA UTILIZADA EM JUIZ DE FORA

Estabelecimento	Fundação	Força
Fábrica de Móveis Corrêa & Corrêa	1878	A vapor de 35 cavalos Motor
Fábrica de tecidos Industrial Mineira	1883	Força hidráulica e a vapor
Fábrica da firma Christovam de Andrade, Gama & C.	1885	Força a vapor
Tecelagem Mascarenhas	1887	Motor Westinghouse de 30 cavalos
Mechanica Mineira	1890	Motor elétrico de 30 cavalos
Serraria a vapor do Sr. Pedro Schubert	1894	Motor elétrico
Fábrica de Carruagens	1895	Motor a vapor de 12 cavalos
Fábrica de Pregos S. Nicolao	1896	Motor Otto a Petróleo de 8 cavalos
Fábrica de Massas Alimentícias Dr. Paulo Simoni	1896	Motor Elétrico
Cortume Detlef Krambeck	*	Vapor
Fábrica de Meias Antônio Meurer	*	Motor Elétrico
Fábrica de desfiar fumos	*	Vapor
Oficina de Carpintaria e marcenaria dos Srs. Pantoleoni, Arcuri, Timponi & Comp.	*	Motor Elétrico

Fonte: BARROS, 2008.

III. A Localização de Marmelos Zero

A escolha do local por Mascarenhas deveu-se ao fato do terreno ser próximo aos seus demais empreendimentos industriais de Juiz de Fora e por ser cortado pelo Rio Paraibuna, considerado por muitos autores como um motor da economia da cidade. Mais precisamente, a Usina de Marmelos Zero está localizada a 21° 47' de Latitude Sul e 43° 19' de Longitude Oeste, ou seja, a sete quilômetros de Juiz de Fora, às margens da antiga Estrada União e Indústria, primeira importante rodovia que ligava o município ao Rio de Janeiro.

O Rio Paraibuna é o principal afluente do Rio Paraíba do Sul, nasce na Serra da Mantiqueira nas proximidades da cidade de Antônio Carlos e atravessa diversos municípios fluminenses e mineiros, incluindo Juiz de Fora. O Paraibuna tem grande importância para a cidade escolhida

por Mascarenhas porque possui volume hídrico e declividade adequados para a construção de pequenas usinas hidrelétricas. Além disso,

os efeitos combinados da geomorfologia regional e das características sobre sua bacia hidrográfica explicam a formação da várzea, cujo limite a jusante está na cachoeira de Marmelos. O perfil do rio apresenta-se encachoeirado no alto curso e lento-divagante sobre as várzeas do platô em Juiz de Fora (ME-NEZES, 2007).

Toda a história do Rio Paraibuna na região do município de Juiz de Fora é marcada, além da possibilidade de aproveitamento hidrelétrico, por diversas enchentes, acidentes causados por despejos industriais, grande concentração de lixo e índices elevados de descarga de esgoto doméstico, esse último especialmente na jusante do núcleo urbano daquele município. Não obstante, até o momento o fluxo e a capacidade de depuração do Paraibuna têm conseguido manter níveis de qualidade de água e volumes considerados bons, graças às afluições dos rios Preto e do Peixe, que possuem águas de boa qualidade.

Não encontramos referências para Marmelos Zero sobre problemas com o Rio Paraibuna. Não obstante, Marmelos 1 sofreu problemas devido ao assoreamento do rio causado pelo despejo de lixo urbano (VIANNA, s.d.). Normalmente, o acúmulo de lixo urbano no rio pode ter duas conseqüências sobre o fornecimento de energia elétrica: a obstrução da tomada de água diminui a vazão dos dutos para as turbinas e a má qualidade da água produz cavitação nas pás das turbinas. Obviamente, na época da construção de Marmelos Zero a poluição dos rios

não era um fator considerado pelos gestores de usinas hidrelétricas.

IV. O Conjunto de Edificações de Marmelos Zero

A Usina de Marmelos Zero foi construída um nível abaixo da antiga Estrada União e Indústria, atual BR-267, aproveitando a característica íngreme do terreno, Figura 7.



Figura 7 - Início da Construção da Barragem da Usina Marmelos Zero, 1888 (Foto : Museu Usina Marmelos Zenos da Universidade Federal de Juiz de Fora).

Figura 8 – Parte do complexo da Usina de Marmelos Zero em fotografia antiga. (Fonte: Revista Mundo Elétrico, Ano 18, página 14)



Além do prédio da usina propriamente dita, a barragem, o posto do barrageiro, a subestação elevada, diversas passarelas e condutores d'água formaram o primeiro conjunto de edificações do empreendimento hidrelétrico da CME. As referências arquitetônicas deste conjunto são inglesas, a cobertura em duas águas enfeitadas com recortes pendentes de madeira, as paredes são de tijolos maciços aparentes e embasamento de pedra “por vãos com verga em arcos abatidos” (IEPHA-MG), Figura 8 e Figura 9. O projeto da usina foi feito pela empresa americana Max Nothman & Co., muito conhecida na época como representante de companhias estrangeiras para venda de serviços e produtos e registro de patentes no Brasil.



Figura 9 – O complexo da Usina de Marmelos: Usina Marmelos Zero, em fotografia recente. (Foto: IEPHA-MG)

O muro de arrimo abaixo da margem da rodovia foi feito em blocos de pedra. Destacam-se ainda o telhado da fachada posterior, estruturado em madeira com uma pequena torre quadrada, a escada de cimento à margem do rio, as comportas e tubulações. Ao longo dos anos, o conjunto arquitetônico da Usina Marmelos Zero, foi sendo completado com as demais usinas (Marmelos 1,

Marmelos 1A e Marmelos 2), a Vila Operária e um complexo esportivo (IEPHA-MG).

V. Os Equipamentos da Usina Marmelos Zero

Em sua primeira configuração a usina continha dois grupos geradores monofásicos de 125kW e 1000 volts cada operando na frequência de 60 hertz, ambos fabricados pela Westinghouse, Figura 10. Cento e oitenta lâmpadas incandescentes, de 32 velas, a 50 volts, compunham o sistema de iluminação pública de Juiz de Fora naquele ano. Dois anos depois, além do uso público, foram instaladas 700 lâmpadas para utilização doméstica (MARCOLIN, 2005).

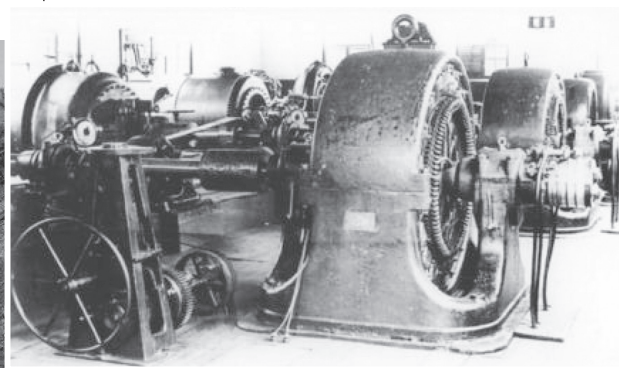


Figura 10: Interior da usina hidrelétrica de Marmelos Zero (Fonte: Energia Elétrica no Brasil, 500 anos, página 27)

Posteriormente, um terceiro grupo gerador, também da Westinghouse, foi adicionado com o objetivo de aumentar a capacidade da usina e com isso suprir a demanda crescente de consumo de energia elétrica na região, principalmente por parte da indústria têxtil. A usina de Marmelos Zero funcionou até 1896 quando foi desativada e substituída por unidades mais modernas como Marmelos 1 e 1A, que também foram desativadas, e 2.

A usina de Marmelos 2 tem potência instalada de 4 MW e faz parte do sistema que supre energia para a cidade de Juiz de Fora, sendo responsável por cerca de apenas 0,4% da energia desta cidade. Deste modo, a indisponibilidade da geração desta usina pouco interfere no sistema elétrico de potência. A vantagem desta é que, devido à proximidade do centro de consumo, esta dá suporte de tensão local. Devido a pouca geração de energia, os custos de operação e manutenção foram reduzidos com a automação das máquinas e extinção do pessoal de operação local (AMARAL, 2011).

QUADRO V. COMPANHIA MINEIRA DE ELETRICIDADE: ENERGIA ELÉTRICA GERADA

Ano	Número de Geradores	Total de KW
1896	02	600
1905	01	300
1910	01	300
1915	02	600
1921	01	600
1922	01	600
1930	01	1360

Fonte: GIROLETTI (1988), p. 90.

A contribuição de George Westinghouse ao desenvolvimento do uso comercial da eletricidade foi marcante. Ele esteve, desde a adolescência, envolvido com a invenção de dispositivos mecânicos ou eletromecânicos, tendo obtido sua primeira patente, um motor rotativo a vapor, aos 19 anos. Em meados da década de 1880, voltou seus interesses para os sistemas de distribuição de energia elétrica via corrente contínua de Thomas Edison, os quais logo abandonou para dedicar-se à pesquisa e desenvolvimento de dispositivos para a geração e distribuição de energia elétrica por corrente alternada. Em 1886, ele criou a *Westinghouse Electric Company* que passou a produzir e comercializar geradores de corrente alternada. Sua companhia enfrentou grande oposição dos defensores dos sistemas

de corrente contínua e Westinghouse chegou a travar uma longa batalha judicial com Thomas Edison, que ficou conhecida como a “Guerra dos Sete Anos” ou “Guerra das Correntes”. Ao final da batalha judicial, com a vitória de Westinghouse ao provar que o uso de corrente alternada era seguro e não constituía ameaça a vidas humanas, ele ganhou o direito de desenvolver o projeto do sistema hidrelétrico de Niagara Falls, o primeiro grande sistema para a produção comercial de eletricidade para diversos usos tais como transporte ferroviário, iluminação e força motriz, dentre muitos outros. A companhia de Westinghouse cresceu rapidamente, adquirindo reputação internacional no desenvolvimento de equipamentos elétricos e eletromecânicos o que permitiu com que passasse a exportar com sucesso os seus produtos para diversos países, dentre os quais o Brasil, que usou geradores de corrente alternada desta marca em Marmelos Zero e suas sucessoras (QUAGLINO, 2009).

A trajetória empresarial de Westinghouse permitiu que seus produtos se tornassem conhecidos mundialmente. Foi através da publicidade gerada pelos seus êxitos sobre Thomas Edison, principal concorrente de Westinghouse, que provavelmente levou Bernardo de Mascarenhas a optar por aquela tecnologia. Na ocasião da construção de Marmelos Zero havia três possibilidades principais: os equipamentos das empresas de Zénobe Gramme (MARTINS, 2009 e SOUZA et alii., 2010), Thomas Edison (QUAGLINO, 2010) e George Westinghouse. As máquinas elétricas do primeiro empresário estavam em processo de obsolescência e Westinghouse havia vencido a “Guerra dos Sete Anos”.

V. CONCLUSÃO

O sonho de Bernardo Mascarenhas de abastecer seus empreendimentos com energia elétrica demonstrou a viabilidade das pequenas

usinas hidrelétricas. Afinal, Marmelos Zero e suas sucessoras contribuíram para o desenvolvimento da “Manchester Brasileira”, pois, como demonstramos ao longo do artigo, Juiz de Fora ganhou em número de estabelecimentos industriais e com a crescente iluminação de suas ruas e casas. Certamente que a mística da luz elétrica tão difundida na *Belle Époque*, o prestígio político e social e empreendedorismo do fundador da primeira hidrelétrica da América Latina facilitaram a concretização das suas idéias, a despeito das dificuldades técnicas e dos problemas advindos do pioneirismo de sua realização.

A segunda face da moeda da experiência de Marmelos mostra que, talvez pelas pressões políticas e da demanda, o projeto da Usina tenha sido concebido de forma precipitada, tanto que Marmelos Zero foi construída em apenas seis meses e durou aproximadamente sete anos, uma durabilidade bastante reduzida mesmo considerando os padrões da época. Sua sucessora, Marmelos 1, também não durou muito. O investimento inicial não foi desprezível, sendo que o parque arquitetônico construído continua sendo

impressionante, mesmo aos olhos de hoje. Embora o equipamento tenha rapidamente chegado à obsolescência, era o que havia de mais moderno na época, além do que, em outras usinas, equipamentos semelhantes tiveram uma maior durabilidade e foram substituídos por tecnologias mais modernas de maneira menos traumática. Quanto aos efeitos ambientais do conjunto de usinas da cachoeira de Marmelos é importante ressaltar, que seus contemporâneos não possuíam o conceito contemporâneo e legal de impacto ambiental. Não obstante, sabemos que o impacto de cada projeto de PCH deve ser examinado cuidadosamente de maneira individual.

A barragem construída no final do século XIX permite que o sonho de Mascarenhas sobreviva, na energia de Marmelos 2, que atualmente é operada remotamente, está interligada ao sistema que abastece Juiz de Fora e sua *hinterland*, produz 0,4% da carga máxima atendida do mesmo e representa uma advertência aos contemporâneos para a busca de soluções mais duráveis em projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Bibliografia

AMARAL, Marcelo Batista do. Usina Marmelos. Arquivo do Word, 2011.

ANEEL. RESOLUÇÃO No 394, de 04 de dezembro de 1998. Acesso em 10/03/2011. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res1998394.pdf>>.

BARROS, Cleyton Souza. Eletricidade Em Juiz De Fora: Modernização por Fios e Trilhos (1889-1915). Juiz de Fora: UFJF, 2008. Dissertação de Mestrado.

BIRCHAL, Sérgio de Oliveira. O Empresário Brasileiro: um estudo comparativo. Revista de Economia Política, Vol. 18, nº 3(71), jul-set, 2004. <http://www.rep.org.br/pdf/71-2.pdf>.

_____. O Mercado de Trabalho Mineiro no Século XIX. IBMEC MG Working Paper, 2004. Acesso em: 15/03/2011. Disponível em: <<http://www.ceae.ibmecmg.br/wp/wp12.pdf>>.

BRDE. Informe sobre PCH's. 2002. Acesso em 02/04/2011. Disponível em: <http://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos_e_pub/Informe%20Sobre%20PCHs.pdf>.

CEMIG. Investimentos em PCHs: pequenas centrais elétricas. 2006. Acesso em 02/04/2011. Disponível em: <<http://www.tec.abinee.org.br/2006/arquivos/231.pdf>>.

ENERGISA. Sobre as PCHs. Acesso em 05/04/2011. Disponível em: <<http://www.energisa.com.br/Geracao/oqueeuapch/default.aspx>>.

GIROLETTI, Domingos. Industrialização de Juiz de Fora: 1850 a 1930. Juiz de Fora: Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora, 1988.

GOMES, Antonio Claret S; ABARCA, Carlos David G; FARIA, Eliáda Antonieta S.T; FERNANDES, HELOISA HELENA de O. O Setor Elétrico. Acessado em 05/04/2011. Disponível em <http://www.bndespar.com.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_setorial/setorial14.pdf>.

HARGREEVES, Henrique José. A Companhia Mineira de Eletricidade e as Possibilidades de Juiz de Fora para a Instalação de Novas Indústrias. Revista do Instituto Histórico Geográfico de Juiz de Fora. V. 6, nº6, jan.1971, PP. 31-43.

IEPHA-MG. IEPHA-MG Apresenta: Usina de Marmelos. Acessado em 05/04/2011. Disponível em: <<http://www.iepha.mg.gov.br/component/content/article/1/681-iephamg-apresenta-usina-hidreletrica-de-marmelos>>.

MARCOLIN, Neldson. Rotas da Eletricidade. Acessado em 05/04/2011. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=2757&bd=1&pg=1&lg=>>.

MARTINS, Margareth Guimarães Martins. Zénobe Théophile Gramme. Museu Histórico Virtual de Máquinas Elétricas: 1820-1890 - LANTEG - DEE - EP - CT - UFRJ – FAPERJ. 2009. Acesso

em 01/09/2011. Disponível em: < <http://www.dee.ufrj.br/Museu/gramme.html> >.

MENEZES, Maria Lucia Pires. A Cidade e o Rio. O Rio e a Cidade. Espaços para o Público. Revista Electrónica de Geografía e Ciencias Sociales. Barcelona: V. 11, n. 245(35), ago, 2007. Acesso em 12/04/2011. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-24535.htm>>.

PATICIEÉ, Amarildo Fernandes. Nadando no Paraibuna. 2009. Acesso em 15/04/2011. Disponível em: <<http://www.cabangu.com.br/newcabangu/?op=noticias&id=2933>>.

QUAGLINO, Maria Ana. George Westinghouse, Jr. Museu Histórico Virtual de Máquinas Elétricas: 1820-1890 - LANTEG - DEE - EP - CT - UFRJ – FAPERJ. 2009. Acesso em 01/09/2011. Disponível em: <http://www.dee.ufrj.br/Museu/westinghouse.html>

Idem. Thomas Alva Edison. Museu Histórico Virtual de Máquinas Elétricas: 1820-1890 - LANTEG - DEE - EP - CT - UFRJ – FAPERJ. 2009. Acesso em 01/09/2011. Disponível em: < <http://www.dee.ufrj.br/Museu/edison.html> >.

SOUZA, Antonio Lopes, MARTINS, Margareth Guimarães, QUAGLINO, Maria Ana, HAZAN, Sergio Sami. Gramme e o desenvolvimento de suas máquinas: uma experiência multimídia. XIV Encontro Regional da Anphu - Rio; Memória e Patrimônio; Rio de Janeiro, 19-23/2010; UNIRIO; ISBN-978-85-60797-08-0. Disponível em: < http://www.encontro2010.rj.anpuh.org/resources/anais/8/1276735354_ARQUIVO_Anphu_Zenobe_Gramme_Rev.pdf >.

VIANA, Fabiana Gama. Primeira PCH da América do Sul vai ser Restaurada. Acesso em 04/04/2011. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/Adm/opiniaio/1d14fe3894f18b9b0825eb164a739c20.pdf>>.

WHO MADE AMERICA?. George Westhighouse, Jr. Acesso em 02/04/2011. Disponível em: <http://www.pbs.org/wgbh/theymadeamerica/whomade/westinghouse_hi.html>.

