

# **O processo de eletrificação em áreas rurais. Análise da instalação e da desativação de mini-turbogeradores em fazendas nas serras friburguense, RJ, e da Mantiqueira, fronteira SP - Sul de MG.**

Arsenio Osvaldo Sevá Filho<sup>1</sup>  
e Flávio Kopitar<sup>2</sup>

**Artigo apresentado no grupo temático “Energia e Meio Ambiente”, do Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós – Graduação em Ambiente e Sociedade , Campinas, S.P., Brasil, novembro de 2002**

*Resumo:* O processo de eletrificação em áreas rurais no Brasil revela componentes de autonomia possível para os sítios e fazendeiros que estão localizados em áreas serranas cujos córregos e rios com quedas e cachoeiras possam ser aproveitadas para instalar mini-usinas. Mas, dependendo da maior ou menor proximidade com as redes regionais de distribuição de eletricidade, e dependendo da maior ou menor proximidade geográfica dos grupos de consumidores, o mesmo processo contém elementos de dependência e de subordinação dos proprietários a uma empresa concessionária da distribuição na região. O artigo se baseia em observações de campo realizadas em duas situações similares, uma no distrito de Lumiar, Nova Friburgo, RJ e outra no bairro dos Machados, Bueno Brandão, no sudoeste de MG., nas quais a mini-usina foi instalada na propriedade e anos depois, foi “deslocada” pela chegada da rede rural de energia. No caso de MG, foi feita uma análise econômica preliminar da situação após a desativação, e de uma situação hipotética em que a mini-usina fosse reativada, com uma modificação no projeto, e com um ganho econômico bastante provável no médio prazo. Em anexo, foram inseridas fotos e diagramas das regiões e das instalações estudadas, incluindo-se a maquete de um projeto.

*Palavras-chave:* Processo de eletrificação, grupo turbo – gerador, mini- usina, região serrana, economia rural, rios e cachoeiras, eco - turismo, viabilidade econômica, valor presente e valor futuro.

## **1. O conceito adotado de eletrificação**

O *processo histórico de eletrificação* é tomado aqui como um conceito que compreende as várias etapas dos investimentos realizados em cada local para que se concretize a valorização de uma mercadoria especial, a energia elétrica.

Investimentos que começam pelas *obras hidráulicas e instalação de máquinas turbo- geradoras* do tipo que usam a força das quedas d'água e pela instalação de *máquinas que convertem combustíveis em eletricidade* (em caldeiras que geram vapor aproveitado em máquinas a pistão ou em turbinas; ou, em motores e em turbinas movidos pela expansão de gases quentes), e prosseguem pelas etapas de construção de *linhas de transmissão* desta eletricidade até os centros de consumo, por meio de *sub-estações elétricas* e das *linhas de distribuição*.

Tais ciclos acontecem localmente, em simultâneo, e uns após os outros, e assim a eletrificação vai se ampliando, geograficamente, por meio da construção das redes extensas que ligam vários geradores atendendo consumidores finais em várias cidades e em regiões inteiras que estão ligadas nas mesmas “malhas” do sistema elétrico atual.

Portanto, é um processo marcado pela *linguagem econômica*, pelos fluxos de avanço de capital, de emprego. As expressões, e o jargão cobrem as situações de usufruto desta energia pelos proprietários da usina – ou pela venda para terceiros e para os mercados mais amplos, e devem dar conta das variadas situações de uso da eletricidade em outras atividades econômicas e humanas. Na concepção aqui adotada, o processo histórico de eletrificação é também um processo humano e social, vivido por indivíduos, pelas pessoas, famílias, vizinhos e diversos grupos sociais, e onde

<sup>1</sup> Professor da Faculdade Engenharia Mecânica da Unicamp, Departamento de Energia; doutor em Geografia Humana, ( Université de Paris - I , 1982 ), Livre-Docente na área de Mudanças Técnicas e Transformações Sociais, Instituto de Geociências, Unicamp, 1988

<sup>2</sup> Administrador, Professor da Faculdade de Administração da Associação de Ensino de Itapetininga, AEI, Professor da Faculdade de Administração da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, FAIT, Pós-graduado em Marketing, (ESPM – SP, 1992)

estão em jogo alguns dos *seus interesses fundamentais*.

Dentre esses interesses, destaca-se a questão básica do *território*, do local onde as pessoas moram e trabalham, *as suas relações com a terra, com a agricultura, com o uso dos rios e da água*, os acessos, os direitos de usufruto e de propriedade. Assim, ao analisarmos a eletrificação socialmente, devemos fazê-lo também do ponto de vista dos recursos naturais, especialmente dos rios e das terras ribeirinhas. E indo além, queremos recolocar a interpretação do processo de eletrificação como uma aplicação do método dialético, exercitando-se alguns raciocínios do tipo:

- lembrar que os mesmos rios e a mesma água, tiveram ou podem ter outros usos, e que as terras ribeirinhas também tiveram ou podem ter outros usos;

- lembrar que a mesma eletricidade pode ser obtida de várias outras formas, e não apenas aquela que está em foco; e pode ser usada de muitas outras formas, além das que estão em foco;

- os efeitos obtidos com o uso da eletricidade (por exemplo: força-motriz, iluminação, aquecimento, refrigeração, amplificação e transmissão de ondas e de sinais) só podem ser obtidos com algum outro gasto de energia, desta ou de outras formas de energia;

- e, em alguns casos, tais efeitos somente são obtidos através da energia elétrica fornecida com certas características técnicas, voltagem, frequência, potência, etc...

- empresas elétricas existem para vender eletricidade, o máximo possível; portanto, se a eletricidade necessária pode ser obtida por alguém que teve acesso a uma fonte de energia e pode investir, para este cidadão torna-se desnecessário ou opcional comprar da empresa;

- se uma empresa já atende tal localidade, cidade, ou região, é possível que uma segunda ou terceira empresas tentem obter posições naquele mercado já formado;

- se for trazida eletricidade de fora da região, os geradores locais podem ser - ou não – desligados; o suprimento pode ou não ser mais firme; o custo pode ou não ser mais baixo.

## **2. Eletrificação como etapa capitalista - as histórias dos vencedores e dos vencidos**

A eletrificação, que tem estes componentes de uma verdadeira guerra econômica, é uma seqüência temporal de enredos simultâneos, de investimentos que foram sendo feitos em várias regiões, às vezes em vários trechos do mesmo rio, ou em regiões serranas vizinhas. De tal forma se disseminaram os vários tipos de geradores que, em um século e duas décadas, a eletrificação atinge quase todos os locais habitados do país, e que a interligação das malhas regionais com as grandes usinas hidrelétricas e termelétricas já atinge a maioria das localidades habitadas em mais da metade do território, talvez uns 3/5 de sua extensão.

Cada enredo local, - a idéia e a epopéia de cada obra, cada queda d'água aproveitada, cada "motor" instalado para gerar eletricidade, cada usuário atendido, - é repleto de eventos marcantes na vida das pessoas de todas as regiões, e de tantas localidades e recantos pelo país afora.

Sabe-se que, apesar de não termos esta prática generalizada, uma parte dos testemunhos documentais, e alguns dos bens arquitetônicos e técnicos são ainda objetos de abnegado arquivamento e de conservação ao longo dos tempos.

Compreende-se que, depois esta parte da história seja objeto de rebuscada re-elaboração escrita e iconográfica por parte das grandes empresas de eletricidade, as que hoje aqui atuam: poucas ainda estatais como as geradores e

transmissoras Furnas, Eletronorte, Chesf, e mais as várias empresas privatizadas que são sucessoras e recombinações acionárias das que antes existiram, as estatais distribuidoras de eletricidade e algumas empresas geradoras.<sup>3</sup>

Compreende-se que seja deste modo, desde que ... tratemos a História como um acervo de relatos de guerras econômicas. Sim, pois trata-se de guardar e de valorizar uma *história dos vencedores*, daquilo que deu certo um dia, na base do pioneirismo e do heroísmo de alguns líderes empreendedores, e sobretudo tentar conferir uma coerência, um fio condutor, lógico, e até alguma identidade empresarial, enraizada na cultura e na região. Por isto, cultivam o ufanismo daquilo que deu certo até hoje, no sentido capitalista do termo, ou seja - “o sucesso” = investimentos que possibilitaram faturar e lucrar o suficiente para reembolsar o capital avançado e para acumular lucros que, em parte foram também reinvestidos...

- para ampliar a potência elétrica instalada de cada empresa, fazendo novas obras ou comprando usinas existentes, ampliando seus clientes, ...

- plantando seus peões nos tabuleiros, furando mercados de outros, seus dirigentes aumentando seu poderio, espalhando-se territorialmente;

- e prolongando por meio da luta econômica e política, a sua vida operacional e simbólica: a eletricidade como um ente econômico e político.

Mais difícil no entanto, é que se encontre igual prestígio na *história dos vencidos*, ou seja: - a da usina que não se conseguiu completar, ou daquela que funcionou poucos anos antes de submergida por outra hidrelétrica ainda maior; e a do turbo-gerador já operando e que foi arrastado com sua pequena casa de força pela enxurrada violenta; ... como é bem difícil que se registre o desânimo daquele fazendeiro cuja máquina ficava sem gerar vários meses por falta de água, e não havia mais de onde puxar mais água, ou do outro que penava dia sim dia não para desentulhar os canais e as grelhas, cheias do excesso de areia e barro, e da folhagem e galharia trazida pelo rio, e mesmo assim, compensava ter eletricidade tão barata.

É difícil também que se integre à história social o ciclo daquele sitiante que acumulou plantando e vendendo a produção, investiu do próprio bolso, de sua poupança para obter eletricidade, depois faliu numa época de baixo preço do café, ou do milho, ou do leite, ... e teve que passar adiante um bom negócio, seu ponto na beira do rio e a sua mini-usina; e também não é comum que se relate o constrangimento e o stress daquele que sofreu pressões e manobras por parte de empresas maiores para desativar sua usina ou seu pequeno gerador, para ligar seus aparelhos e sua luz na rede elétrica rural, que ... “aliás já está passando ali na estrada, perto da porteira!”

Ainda é raro que se lembre de incluir na história da eletrificação os *excluídos do fornecimento desta energia*, por exemplo, os que viram seus pastos e caminhos agora plantados com altas torres sustentando os linhões de alta tensão, mesmo tendo em casa sua luz de lâmpião; ou, os que já moravam ou que vieram morar perto dos novos “lagos” criados para gerar eletricidade e não são atendidos pela rede elétrica. Além dos excluídos, há os que suam bastante para ter “sua energia elétrica”, por exemplo, os agricultores que estão longe de qualquer rede de distribuição, gastam um bom

---

<sup>3</sup> Ver, por exemplo, as publicações do Centro de Memória da Eletrobrás, as do DPH Departamento de Patrimônio histórico da antiga Eletropaulo, ou da mais antiga Light SP; ou, o caso da empresa belga Tractebel, que havia adquirido a estatal Eletrosul, e ao terminar a obra da hidrelétrica do Itá, rio Uruguai ( RS – SC ), se pôs como guardião da tradição e da cultura local, editando uma luxuosa brochura com fotos da memória do povo, do local em outras eras, e da sua grandiosa obra.

pedaço de sua pouca renda tirada da venda de farinha, para poder ter um geradorzinho à gasolina ou à diesel, e para comprar uns galões de combustível de vez em quando, para poder ligar uma geladeira, e também para o motor da moenda da farinha cujo excedente vai ser vendido.

Apesar de tais lacunas, já se estuda no Brasil e em outros países, há algumas décadas um pouco da história da luta daqueles que perderam suas casas, benfeitorias, terras e colheitas para as obras de hidrelétricas; registra - se os patrimônios e os marcos culturais hoje no fundo dos reservatórios.

Dentre *os atingidos pelas obras, e os ameaçados por projetos anunciados*, começam a se destacar associações entre famílias vizinhas, e grupos de agricultores, às vezes vilarejos e cidades inteiras, pois de alguma forma se organizaram, fizeram-se ouvir e ser recebidos por autoridades, enfim brigaram para não perder tudo, para perder menos, para ter compensação mais efetiva, lutaram para poder, ter como reiniciar sua vida alhures.<sup>4</sup>

### **3. Dois casos recentes de instalação e desativação de pequenos turbo - geradores em regiões serranas de Minas Gerais e do Rio de Janeiro.**<sup>5</sup>

3.1 O turbo-gerador instalado e depois parcialmente desativado fica no Estado do RJ, no maciço da Serra dos Órgãos, local conhecido como Toca da Onça, que é um poço do rio Bonito, afluente direito do rio Macaé. Estamos no distrito de Lumiar, município de Nova Friburgo, numa área de colonização européia (secs XIX e XX), e que anteriormente era bastante recoberta de Mata Atlântica tipo oceânica, úmida e densa, com rochedos e lajes.

A captação da água para a mini-usina era feita na margem direita de um córrego afluente esquerdo do rio Bonito, acima da propriedade onde reside o Sr. Alvaro Macieira, mas dentro de uma outra gleba de sua propriedade, com uma comporta em madeira e ferro, uma caixa de retenção, e depois a adução da água é feita por uma vala aberta, uns 200 metros, até perto da casa de máquinas. No trecho final, uns cinqüenta metros, a água vai dentro de um tubo de concreto de quase meio metro de diâmetro; tudo chega numa caixa de compensação com um pequeno vertedouro de alívio, com uma estrutura em concreto, na beira do barranco do mesmo córrego. Foi assim obtida uma queda vertical do fluxo de água, com cerca de 6 metros de altura. (*favor ver anexos , fotos 3.1 – 3.4 e croquis 1 - 2*)

A vazão fica na faixa de 40 a 120 l/s, e move uma turbina tipo roda Pelton, de eixo horizontal, dentro de uma caixa fechada em quatro lados com uma só saída da água turbinada para a vala baixa que foi cavada até o córrego. A transmissão da rotação da turbina para o eixo horizontal do gerador que está acima do piso da casa de máquinas é feita por meio de correia de borracha, e o gerador instalado em 1991, tinha potência “de placa” de 4 kVA. (*ver foto 3.5*)

Em duas ocasiões em que visitamos, estava gerando com potência de 2 a 3 kilowatts, e os usos eram: - na residência principal e no galpão de maquinário (moenda e picador de forragem) e garagem fechada do Sr. Alvaro, que colhe banana, cria gado, alguma subsistência, e ultimamente também vive do turismo, e na antiga casa da família, alugada no andar de cima, e no porão re-aproveitado; no total três chuveiros; uma TV, uma geladeira, um freezer

<sup>4</sup> Ver p.ex. as publicações e sites do MAB – Movimento nacional dos trabalhadores atingidos por barragens, do IRN – International Rivers Network, o livro organizado em 1988, pela Comissão Pró-Índio de SP ( SANTOS & ANDRADE.) e o relatório de 2000, da World Commission on Dams, e outras referências, na bibliografia ao final do texto.

<sup>5</sup> Obs: Registramos estes casos durante trajetos e estadias em duas áreas montanhosas do Leste brasileiro, distantes entre si e de características comparáveis: em cada local, um ou mais pequenos turbo – geradores, instalados aproveitando-se quedas d’água de córregos e pequenos rios, para abastecer uma ou mais famílias no meio rural, funcionaram durante poucos anos (se comparado à vida útil de tais equipamentos, que pode atingir várias décadas) e, há poucos anos foram desativados. Foram trocados os nomes dos participantes principais de tais casos, proprietários das fazendolas onde foram instalados turbo-geradores; algumas datas são arbitradas, recolhidas de forma imprecisa na conversa, mas as demais referências, de empresas, locais e municípios são

vertical, mais liquidificador, ferro elétrico, lava-roupa, ventilador, umas quinze lâmpadas. Mais um trecho de fiação ia para o terreno vizinho com casa em obras, por enquanto poucas lâmpadas, eventualmente serra, furadeira e lixa elétrica; e outra fiação saía para a escola municipal ao lado da ponte do rio Bonito, com duas salas; e ainda uma quarta fiação era para a lanchonete na beira do poço, com freezer horizontal, lâmpadas e aparelho de som, cujo movimento na temporada aumenta a renda familiar do sr. Alvaro.

Dentre os vizinhos, membros do mesmo clã familiar, outros dois tinham geradores um pouco menores, um deles tinha um moinho, aproveitando desníveis de outros córregos afluentes do rio Bonito. A empresa elétrica regional, a antiga CENF Companhia de Eletricidade de Nova Friburgo chegou na área em 2000; o entendimento para a vinda da rede rural da CENF deu-se inicialmente por parte de proprietários de terrenos e casas de veraneio localizados rio acima, nos altos vales do rio Bonito e do rio Macaé. Em meados de 2001, os postes, as linhas da distribuidora de energia já subiam kms acima da Toca da Onça, onde ficou um dos transformadores, ... na espera, e já foi deixado um postinho padrão e sua respectiva caixa de medição (ou “relógio”); em fins de 2001, o Sr. Alvaro cedeu e ligou sua pequena rede na rede rural da CENF, deixando agora o seu gerador como complemento, ou como emergência. Ficamos sem notícias posteriores.

3.2 O outro turbo-gerador instalado - e depois desativado - fica na Serra da Mantiqueira, município de Bueno Brandão, MG, divisa com Socorro - SP, local bairro dos Machados, na bacia do rio das Antas, que é afluente direito do rio do Peixe, formador do rio Mogi-Guaçu, da bacia do rio Grande. Região montanhosa, entre 900 e 1.300 metros, anteriormente coberta com uma Mata Atlântica de altitude, incluindo pinheiros tipo araucária, entremeada por matacões e paredões rochosos.

A adução da mini-usina era feita no rio das Antas, acima da Cachoeira chamada Machados - II, no limite da propriedade, ao lado de um pequeno poço natural, e o canal era uma vala aberta com uns cento e vinte metros de comprimento na encosta íngreme da margem direita. Ao final uma comporta metálica para controlar o enchimento de uma caixa de compensação em alvenaria, e uma derivação do excesso de água por um “córrego” até o pomar do sítio da família Nunes. **(ver fotos 3.7 – 3.9)**

Desta caixa para baixo, a água preenchia um tubo metálico rente ao terreno inclinado, apoiado em algumas sapatas de tijolo, numa queda líquida de uns 9 metros, até uma casa de máquinas, um quartinho de alvenaria sobre a rocha distante poucos metros da margem do rio.

Ali, a água passava por uma turbina tipo caracol Pelton, com a saída da água por meio de um tubo axial externo jogando em uma caixa dissipadora cavada no piso da casa de força. Os eixos horizontais eram ligados por correia, e o gerador tinha potência de 10 kVA. **(favor ver fotos 3.10; 3.11 e 3.13)** A mini-usina abastecia a casa do Sr. Francisco Nunes e D. Marié, mais oito vizinhos, sócios do gerador, muitos deles fazendo parte do mesmo clã familiar, todos plantadores de café, com algum gado, pomares e subsistências.

O sistema foi construído e instalado em 1982, sob a supervisão de um mestre vindo de Bragança Paulista, SP, e foi desativado em fins da década de 1990, com a entrada da rede rural da distribuidora elétrica Bragantina.

A imagem da vitória econômica da empresa distribuidora de eletricidade está no alto dos cafezais, um poste com transformador e oito postinhos com relógios de luz, tudo novinho, numa ponta da linha de distribuição que acompanha a estrada Bueno Brandão-Socorro. A imagem da derrota está na casa de máquinas demolida, o tubo retirado, a turbina enferrujada e o gerador coberto com um saco plástico de corretivo de solo. **(ver fotos 3.12 e 3.14)**

Mas, a 3km dali, o mesmo enredo deixa a boa dúvida: seu José Ferreira ainda consegue com muito esforço sobreviver com a mãe viúva de quase 80 anos, num sítio que inclui a cachoeira chamada Machados I no córrego da Cascavel, afluente do rio das Antas. Resiste à “luz da Bragantina”, e em junho de 2002, ainda mantinha ativa sua mini-usina de 1, 2 kVA , ou “mil e duzentas velas”, e se orgulha de ter iluminado a igreja do bairro a 1,5 km dali, na noite da festa. Consegue plantar muito pouco, o sítio cada vez mais cobiçado pelos “de fora”. A usininha vai que vai, cada correia partida, rolamento ou carvão do gerador quebrados, custa muito ao sitiante ir comprar. Mas, ele continua abrindo a comporta e ligando o gerador sem sair da cozinha da casa, pois fez uma engenhoca de arames, bambus e polias para acionar a uma distância de mais de 100 metros.

3.3. Junto com a eletrificação rural, um novo surto, o eco - turismo ? Em ambos os casos, MG e RJ, a região hospedou no século XX o ciclo do plantio de café, e que persiste e parece até se expandir no caso da Serra da Mantiqueira, MG; em ambos os casos, a região vive atualmente de atividades de subsistência, com alguma produção de gêneros, pecuária, replantio de pinus e eucaliptos, e, sazonalmente, vivem do turismo serrano, de comidas artesanais, e do lazer de montanha, banhos de rio e cachoeiras, as trilhas a pé e a cavalo. Raras são as estradas com asfalto, todos os caminhos são pedregosos, com pontezinhas de madeira e pinguelas, na época chuvosa o risco de parar é grande, mas está cheio de placas e anúncios de pousadas, áreas de acampamento, refeições, artesanatos, etc... já se fazem folders de divulgação, sites na internet.

Nas trilhas de acesso de algumas cachoeiras e poços de banho se cobram entradas, de 1 até 5 reais por cabeça; quase todos os “points” têm lanchonetes com alguns petiscos locais e as mesmas guloseimas e bebidas “da cidade”. Mais recentemente, os remanescentes dos caipiras mineiros e fluminenses e dos europeus que ali chegaram para ficar, têm que se adaptar à convivência, por vezes lucrativas para os da terra, com os esportes chamados radicais, descidas de penhascos com cordas, a canoagem, os botes infláveis nas corredeiras, e mais, e os circuitos das motos e dos jipes.  
**(ver foto 3.16)**

Em termos de acesso e de fluxo turístico, vale dizer que o distrito de Lumiar fica a quarenta minutos de Nova Friburgo e a menos de 3 horas da cidade do RJ, e que Bueno Brandão fica a menos de 3 horas da capital paulista e a 2 horas e pouco de Campinas, SP.

#### **4. Análise dos casos e da nova situação após a desativação**

Nos dois casos, mesmo sem poder fazer uma verdadeira pesquisa sócio-econômica, comprovamos algo que se passa em muitos outros lugares, e em cada um deles, a “novela” da mini-usina dura décadas e envolve gerações de pessoas:

4.1. num primeiro tempo, obtém-se a informação de que é possível, que alguém sabe fazer, que há máquinas à venda,... projeta-se, decide-se e consegue-se juntar capital para instalar o gerador;

4.2. num segundo tempo, usufrui-se do investimento feito, arcando-se com o ônus de sua conservação e consertos, tentando-se adaptar às variações das chuvas e dos rios, tentando prolongar a vida útil, trocando peças, limpando canais e grelhas, lubrificando mancais e válvulas, etc...

4.3. num terceiro momento, chega uma empresa distribuidora regional, que investe em eletrificação rural, e que na prática, desloca o antigo sistema, e aí –

\* a mini-usina ou o pequeno gerador são desligados, em alguns casos até desativados, as máquinas sucateadas ou vendidas, passando os moradores da condição de “auto-produtores” para a condição de “consumidores” conectados

na malha elétrica regional, consumindo portanto uma energia vinda pelas linhas de transmissão, gerada nas usinas maiores que abastecem estas linhas e esta malha, dentro do sistema interligado.

Embora não tenham sido levantados os perfis de renda e de consumo, os comportamentos doméstico e econômico dos moradores, sabe-se que ao longo deste tempo, as suas necessidades energéticas também se alteram, e suas fontes vão se complementando e se substituindo: a lenha, os sabugos continuam sendo queimados em fornos e fogões, as lâmpadas são elétricas mas o querosene ainda fica na emergência, e também baterias; o diesel e a gasolina são gastos nos carros, camionetes e tratores, alguns têm geradores a motor diesel, todos têm motores elétricos que acionam moendas, picadores; o botijão de gás e o lampião a gás também já entraram...

Neste terceiro capítulo da novela, já ocorrido no caso de Bueno Brandão, MG e ainda ocorrendo no caso de Lumiar, RJ, quando os sítiantes desligam o próprio gerador e se ligam no quadro do relógio ligado no transformador da rede regional, a página foi virada.

Aparentemente, uma simples mudança de fonte de eletricidade. De fato, é bem mais.

Cada desativação é um marco do passado, pois muitas vezes não tem retorno, agora a conversa e as demandas são outras: as discussões sobre “por onde passam as linhas e onde ficarão os transformadores”, e daí, os números do dinheiro, os custos dos postes e fiação, o compartilhamento de cada transformador, a localização dos relógios, que às vezes ficam longe, que ninguém sabe como vai medir direito, mais os disjuntores e fusíveis que podem saltar ou queimar e alguém tem que trocar, ou re-armar. Haverá, estatisticamente, quedas de corrente no local e na região, sobrecargas na mesma malha, com voltagens mais baixas, e nos incidentes, raios, vendavais, o atendimento é mais trabalhoso do que nos bairros das cidades, etc.

Quem fica na dependência exclusiva da rede deve contar com a ocorrência destes vários incidentes, e também de um ou outro “black-out” que atinja as linhas que abastecem aquela malha regional. Mas, em compensação, é isto que se argumenta: terão uma maior continuidade de fornecimento do que as mini-usinas em períodos secos, e, se o sistema estiver bem mantido, pode-se esperar uma menor variabilidade de fornecimento, de tensão e de ciclagem. Já as tarifas são em geral mais caras do que na cidade, os reajustes ficam por conta de contratos entre as empresas e a ANEEL, e vão sendo dolarizadas cada vez mais.

De toda forma, tarifas, custos, contratos, índices de frequência e duração de cortes, etc, são jargões e dados completamente fora do alcance destes sítiantes e mesmo dos fazendeiros pequenos e médios que têm algum poder político nos municípios. Como todos nós, eles pagam junto com as contas da energia consumida, os tais encargos compulsórios decretados pelo governo federal e o ICMS, na faixa de 18% a quase 30% conforme o Estado.

## **5. Um exercício de análise econômica e de pré-projeto de reativação de mini-usina**

Fizemos este exercício com o propósito de demonstrar que nestes casos, e em situações similares, - comparando-se o quê atualmente custa a eletricidade para os consumidores rurais de uma distribuidora regional, com o quê custaria re-instalar ou instalar um pequeno turbo gerador na queda do rio ao lado das propriedades - :

\* pode ser vantajosa a re-ativação de geradores que já funcionaram e mesmo a instalação de novos, foi elaborado um pequeno exercício de viabilidade econômica,

5.1. Resumo do caso escolhido, mini-usina rio das Antas, bairro dos Machados, B. Brandão, MG. Seu Francisco Nunes é a terceira geração na sua família morando na propriedade de 156.000 m<sup>2</sup> (6 alqueires e meio) com plantio de café, roça de milho alternada com feijão, pomar, pasto e forragem para até 20 cabeças de gado. A propriedade original,

de 672.000 m<sup>2</sup> (28 alqueires) foi repartida entre filhos e genros de acordo com a sua necessidade de autonomia econômica, criou –se um conglomerado de 8 pequenas propriedades próximas, com afinidade de parentesco. E durante algum tempo, todos usavam a eletricidade da mini-usina feita nas margens da cachoeira. No mapa topográfico, extraído da cartografia IBGE 1: 50.000, pode-se confirmar os degraus do relevo, com desniveis de até 100 metros entre a calha do rio e os moirros laterais. ( indicamos também um esquema das ligações da mini-usina com esta pequena rede local; favor ver imagem 3.12)

Os Nunes resolveram, em conjunto, construir a micro central elétrica, quotizando entre si os elevados custos do empreendimento. Contrataram um mestre aposentado da cidade de Bragança Paulista, que projetou, dimensionou e supervisionou a obra no ano de 1982. Estimamos, na moeda de hoje e a um câmbio de 3 reais / dólar, o gasto feito na época, entorno de U\$ 3.000,00, digamos um valor pelo qual adquiriram sua autonomia na geração elétrica. Primeiramente construíram um canal (que hoje teria restrições legais para sua construção) com 120 metros de extensão, quase um metro de largura, e com capacidade de escoar uma vazão de 350 litros por segundo de vazão. Construíram também dois diques para controlar um possível aumento na quantidade de água do rio, mais uma caixa de compensação antes da tomada de água , canos para condução direta até a turbina, e adquiriram um gerador usado, fabricado em 1965, com 10 kVA, e que foi acoplado a uma turbina do tipo Francis horizontal , meio caracol. (ver foto 3.11)

A inauguração deve ter sido em 1989, de acordo com a inscrição na base de concreto do grupo turbo gerador. As obras civis do empreendimento aparentemente estavam bem projetadas, porém os cálculos da vazão e do tipo de turbina, refeitos a partir dos parâmetros de um fabricante atual ( a empresa Betta , de Franca, SP ) apontam para uma falha de sub-dimensionamento tanto do tubo de adução, calculado em 250 mm porém construído com um de 200 mm e mesmo diâmetro para entrada na turbina. A pressão excessiva, somada com o tipo de turbina meio caracol, com saída da água pela sua lateral, são as causas prováveis dos maiores problemas apontado pelo Sr. Nunes, a constante troca de rolamentos do eixo da turbina e os vazamentos fortes nos flanges e válvulas mais próximos da sucção da turbina. . O custo de troca de peças em si era pequeno, mas o as lojas estavam nas cidades a 20 ou 30 km de chão, e ainda havia a “trabalheira” de preparar, desligar, etc, para conseguir fazer a troca. Pela falta de participação dos quotistas nestas despesas e responsabilidades, o sistema começou a apresentar algum risco de descontinuidade.

**5.2.** As contas da eletricidade no meio rural. Com a evolução do processo de eletrificação rural, já mencionada, a propriedade do Sr. Nunes recebeu os fios de alta tensão da distribuidora regional Bragantina. Em 1999, todas as 9 residências passaram a ter energia fornecida por uma grande companhia, pagando individualmente pelo seu consumo. O resultado foi o abandono da obra hidráulica, o canal funcionando ainda para regar o pomar, a retirada dos canos de adução, a demolição das paredes da casa de força e o abandono da turbina e do gerador ao relento. (ver foto 3.13). E tudo isso por apenas R\$ 0.170400 o kWh, supondo-se a tarifa rural básica no Estado de Minas .(Resolução nº 176, 04/04/2002 - CEMIG).

As contas mensais das 9 propriedades tinham, em meados de 2002, um valor médio de 38,00 reais, algo avaliado por eles mesmos como *módico*, claro que, se houver corte temporário no fornecimento, o problema não é de sua responsabilidade, pois , em princípio bastaria aguardar o tempo para o pessoal da empresa identificar a causa e resolver. Os valores entretanto Não são irrisórios quando se contabiliza o conjunto : 9 vezes R\$ 38,00 chegamos a R\$ 342,00 e em doze meses chegamos a R\$ 4.104,00.

Sabendo que a mini- usina resistiu bravamente por mais de 10 anos, se estivessem desde o início pagando à distribuidora , a primeira conta indica que os antigos sócios da mini – usina já teriam gasto pelo menos R\$ 41.040,00 (sem atualização e sem levar em conta o valor provavelmente pago pelo transformador e pelos postes e relógios ), valor muito maior do que o valor que foi gasto na construção da mini –usina, algo na faixa de dez a onze mil reais de hoje.

### 5.3. Cálculo 1 – Cálculo do Valor Presente da despesa familiar com eletricidade em 10 anos

Vamos calcular a atualização do valor de capital que foi economizado em energia elétrica pela família Nunes no decorrer de 10 anos, **(período que a Família Nunes se beneficiou de seu empreendimento)** como se estes valores, hoje pagos à empresa de eletricidade tivessem sido depositados mensalmente em caderneta de poupança. Desconsiderando o valor de remuneração referente à correção monetária, temos o seguinte procedimento:

Valor pago mensalmente: R\$ 342,00; Quantidade de meses: 120;

Juros: 0,5 % a.a. (estimado caderneta de poupança sem correção)

$342 \times 163,8792 = \text{R\$ } 56.046,69$  (atualizado ao fim dos 120 meses).

### 5.4. Custos do novo investimento, ou seja, da reativação

No ano de 2000, a região começou a receber aporte financeiro resultante da exploração do ecoturismo. A cachoeira em questão não é nenhum fenômeno, mas é das que tem maior volume de água no município, o acesso é fácil e assim, atrai as levas de visitantes e banhistas. Vislumbrando a exploração do eco - turismo na propriedade, passaram a cobrar uma taxa de 1 real, e decidiram construir uma pequena estrada para facilitar ainda mais o acesso aos poços abaixo da cachoeira, e os tubos de adução estavam “no caminho”, e foram removidos.

Para confirmarmos a tese de que, nestes casos, comprar energia custa mais do que gerar, calculamos quanto custaria a reativação da antiga mini-usina, com uma grande alteração no projeto pioneiro, com dois grupos turbo-geradores ao invés de um, mas mantendo-se todo o restante das instalações ( limpando o atual canal, fechando vazamentos, reformando a caixa de adução, trocando os tubos, assentando-os em novas sapatas, rebaixando um pouco o leito da estrada que afinal já está feita..). **(ver maquete do novo projeto imagens 12 A – 12C)**

Feito um primeiro balanço, o quê se aproveita :a obra hidráulica, a rede de distribuição elétrica existente, com algum reforço para um transformador de saída na propriedade do Sr. Francisco. O quê se revende, como máquina usada e sucata: o gerador antigo, ainda funcionando, a velha turbina e os tubos de adução. O quê teria que ser financiado e adquirido: duas turbinas e dois geradores de 8 kVA cada ; par de tubos metálicos de 250 mm, com válvulas e tubos redutores; mais a construção no mesmo local de uma nova casa de força e de um quadro de saída de eletricidade.

A finalidade da escolha de dois grupos turbo – gerador é garantir um fornecimento parcial de eletricidade quando da parada de uma das máquinas, seja repentina, seja para manutenção. Na condição de carga alta, no limite de 14 kVA, durante meio ano seguido, e se não houver panes técnicas, seria possível atender mais 3 propriedades além das 9 anteriores, ou então usar mais eletricidade em outras atividades agrícolas, artesanais ou de eco-turismo.

**Tabela 1 – Estimativa de custos de investimento em reativação de mini-usina**

Ítem	Quantidade	Valor R\$
Turbina e gerador modelo 1515	02 grupos	16.110,00

Tubos PA 250 mm p/ 2 conjuntos	60 metros	1.158,00
Conexões para redução 250 mm p/ 150 mm	02 jogos	116,00
Reparos e novas instalações elétricas		1.350,00
Reparos e novas instalações civis		2.300,00
<b>Total de gastos</b>		<b>21.034,00</b>
<b>Receita da venda de equipamentos</b>		<b>2.500,00</b>
<b>Total dos gastos até início da operação</b>		<b>18.534,00</b>

Elaboração F. Kopitar. Valores estimados em 2002.

Fluxo de caixa do investimento na reativação da mini-usina, próximos 13 anos

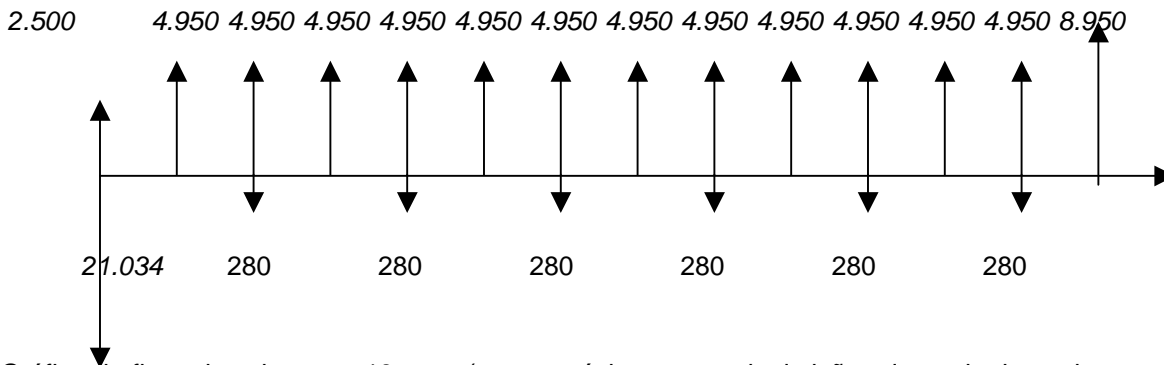


Gráfico do fluxo de caixa para 13 anos (tempo máximo para substituição adequada do equipamento de acordo com o fabricante), despesa inicial, receita da venda dos equipamentos hoje existentes, economias em energia e despesas de manutenção previstas a cada dois anos nas unidades geradoras de acordo com a previsão do fabricante.

Os valores de fluxo de caixa positivos anuais foram obtidos utilizando o seguinte critério: Valor médio pago por energia elétrica em cada residência da família Nunes, anteriormente participante do projeto de autonomia de geração, e acréscimo de consumo até o limite firme de 14 KV de carga, com acréscimo de mais 3 consumidores

**Tabela 2 – Planilha de fluxos econômicos na hipótese de reativação da mini-usina.**

Ítem	Quantidade	Valor R\$
Receita da venda de equipamentos antigos		2.500,00
Despesas Totais ano 0		21.034,00
Despesas anuais	13	140,00
Economia anual de contas de luz não pagas	13	4.950,00
Receita residual ano 13		4.000,00

Elaboração F. Kopitar. Valores estimados em 2002.

### 5.5. Cálculos da diferença entre comprar da rede e auto-produzir eletricidade

Este último cálculo visa demonstrar qual a diferença para o Sr. Nunes entre investir em gerar sua própria energia, e comprar da rede durante um prazo de 13 anos, quando trocaria totalmente seus equipamentos ou retornaria a comprar da rede. Este cálculo levou em conta o investimento hoje, os gastos de manutenção durante os 13 anos, e a venda dos equipamentos no final do período, pelo seu valor residual estimado. Na contra partida, somamos os pagamentos de contas de luz de todas as 12 residências, durante 13 anos. A nota abaixo indica como fizemos a atualização monetária dos montantes que se pode gastar ou deixar de gastar neste caso, medidos pelo VFL - Valor Futuro Líquido no 13º ano

para o empreendimento, considerando juros de caderneta de poupança de 6% a.a.<sup>6</sup> Ou seja, no final dos 13 anos, o Sr. Nunes mais oito famílias, e eventualmente mais outras três, economizariam R\$ 41.983,10, que resultam da diferença entre os dois VFL, entre gastar na aquisição da nova unidade geradora, - ou - comprar confortavelmente a energia da rede regional.

**6. Concluindo ? A usina é pequena, mas o problema é grande, o mesmo de sempre : a acumulação e a destruição, a produção local e a rede centralizada**

A desativação das mini-usinas nos sítios montanhosos do Sudeste é um pequeno enredo de uma trama bem maior e mais significativa, na qual podemos acrescentar vários casos conhecidos em nossas andanças pelos rios encachoeirados e se espantando com usinas desligadas, abandonadas e até submersas.

No bojo de uma intensa acumulação de capital, o processo de eletrificação regional e nacional, uma expansão ininterrupta de mercados, por mais de um século, encontramos muitas evidências do seu oposto complementar: a destruição prematura de capitais ainda operando, com chances de continuar operando e servindo. Resultado político e econômico relevante: a perda de autonomia dos cidadãos e comunidades, e o ganho de mercados cativos por parte de grandes empresas.

Muitas cidades pequenas pelo interior brasileiro tiveram sua usina na própria área urbana ou muito perto, construídas nos anos 1920, 30, 40, 50. Por volta dos anos 1970 e 80 foram desligadas, assim foi pelo interior paulista, em Socorro, a usina do rio do Peixe, hoje o Parque do Rancho Alegre; em Brotas e Torrinha, na Serra de São Pedro, com as usinas do rio Jacaré – Pepira; uma delas, pouco destruída, a de São Sebastião do Patrimônio, estaria sendo reativada por um consórcio particular.

Ali perto, a usina do rio Corumbataí, que iluminou Rio Claro há quase um século, conservada, um museu bem visitado; mais a Leste, no distrito de Arcadas, Amparo, da usininha do “Cortume do Alemão”, no rio Camanducaia, restaram a estrutura de concreto, com o rio passando entre as pilastras, algumas ferragens e as fundações das máquinas. A usina de Avanhandava velha, cujo projetista havia poupado a mais bela cachoeira do rio Tietê, funcionava nos anos 1960, quando foi submergida pelo reservatório da nova Avanhandava, CESP; da mesma forma que a usina de Itaparica velha, no rio São Francisco, margem pernambucana, foi submergida pela água da nova usina, enorme, da CHESF; e também a de usina do Salto Grande do Iguaçu, PR, que funcionou apenas 12 anos antes de ser submergida pelo “lago” da obra de Foz do Areia, da COPEL. Na serra de Paraty, RJ, uma derivação do rio da Pedra Branca,

---

<sup>6</sup> Ano 0 – Investimento Líquido R\$ 18.534,00 (ver tabela 1)

Ano 1 a ano 12 – Receita líquida R\$ 4.810,00/ano (ou equivalente a não-pagamento à empresa regional + receita da venda dos equipamentos no final do período+ despesas de R\$ 140,00 anuais com manutenção preventiva com cada unidade)

Ano 13 – Receita líquida R\$ 8.950,00 (receita anual + residual da venda de equipamentos)

Fazendo as contas então:

VFL despesas = 18.534 (F/P, 6%, 13) – 140 (F/U, 6%, 13) + 4.000 =

VFL = 21.034 X 2,132928 – 140 X 18,882 + 4.000 =

VFL = 44.864 – 2.643 + 4.000 = **R\$ 43.507,00 das despesas**

VFL receitas: (atualização monetária para total de pagamentos a serem realizados levando-se em conta a venda dos equipamentos antigos hoje existentes com fins de redução do valor futuro pago)

VFL = - 2.500 (F/P, 6%, 1) + 4.810 (F/U. 6,13) =

VFL = - 2.500 X 2,132928 + 4.810 X 18,882 =

VFL = - 5.332,32 + 90.822,42 = **R\$ 85.490,10 das receitas**

possibilitou alguma autonomia de eletricidade à cidade, dizem que o investimento foi feito pelos descendentes da Família Imperial, e de fato, sustentou a indústria pesqueira carente de frigoríficos e gelo, só que durou menos de trinta anos, a casa de força, de pedra, resistiu e virou um bar na beira de um poço e uma cascata bem valiosos. E assim poderíamos continuar a ilustrar com as usinas antigas em Bambuí, MG, num afluente do alto São Francisco, em Alto Paraíso de Goiás, no rio São Bartolomeu, da bacia do Paranã e Tocantins, e também com as pequenas centrais que foram instaladas nos açudes de Curemas e de São Gonçalo, PB, bacia do rio Piranhas, e no açude de Orós, CE, bacia do Jaguaribe.

A sucessão histórica de tais eventos coloca em cheque a avaliação benéfica da hidreletricidade como um todo, pois os empreendimentos de menor porte, com menor alteração ambiental estariam sendo desativados, suplantados pelas malhas ligadas às mega - hidrelétricas. Por outro lado, não se deduz de tal análise uma posição favorável ao “aproveitamento do potencial hidráulico”, pois os rios não estão aí para serem todos barrados em todos os pontos considerados proveitosos.

A história humana e da sociedade continua, ainda bem, a ser dialética: talvez em Lumiar, o Sr. Álvaro mantenha seu gerador funcionando e não se escravize totalmente à CENF, talvez uma maior disponibilidade de energia estimule-o a colocar mais um freezer para as bebidas, ou mais lâmpadas na área de camping. No Sul de Minas, no bairro dos Machados, talvez o Sr. José consiga sair da miséria em seu lindo sítio e não desligue seu gerador; já o sr. Francisco teve várias ofertas de compra do seu gerador usado de 10 kVA durante o período do racionamento em meados de 2001.

Por via de dúvidas, todos vão se acostumando a completar a renda durante cada período de temporada, com os turistas, suas manias e seus gostos.

=====  
Referências selecionadas:

- ARAÚJO, Delfino, Reporter Especial, TV Cultura SP, 1989 - “Kararaô, um grito de guerra”  
BERMANN, Célio “Os limites dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos: uma análise política da questão energética e de suas repercussões sócio-ambientais no Brasil” - Tese de Doutorado, Planejamento Energético, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, SP, 1991.  
“Energia no Brasil : para que e para quem ? Crise e alternativas para um país sustentável” FASE / Editora da Livraria da Física, SP, 2002.  
CASTRO, Eduardo V., ANDRADE, L. “Hidrelétricas do Xingu, o Estado contra as sociedades indígenas”, cap. I do livro “As hidrelétricas do Xingu e os povos indígenas” SANTOS, L. e ANDRADE, L. (orgs.) Comissão Pró - Índio de Sp, Sao Paulo, 1988.  
GOLDSMITH, HILDYARD “ The social and environmental effects of large dams”, The Sierra Club Books, San Francisco, CA., 1984.  
McCULLY, Patrick “Silenced Rivers. The Ecology and the Politics of Large Dams”, Zed Books, London, 1996.  
SANTOS, L. e ANDRADE, L. (orgs.) “As hidrelétricas do Xingu e os povos indígenas” Comissão Pró - Índio de SP, 1988.  
SEVA Fo., A. Oswaldo “Sur les derniers espaces où le capitalisme avance - études géographiques et politiques des investissements en hydroélectricité et en métallurgie, exemples pris en Afrique du Sud et de l'Ouest, en Europe du Sud, aux Antilles, aux Guyanes et en Amazonie” – Thèse Doctorat III cycle, Université de Paris-I - Panthéon-Sorbonne, "Géographie Humaine et Organisation de l'espace". Paris, 1982.  
“Énergie et métallurgie. Au-delà des projets et des travaux, le changement des rapports de force”, Colloque “Vers quel nouvel ordre mondial ?”, Departament d' Economie Politique Univ. Paris-VIII, Paris, Outubro 1983, ( publ. Bulletin avant Coloque )  
“ O Sonho da energia limpa e a sua ressaca - ou - as dívidas dos governos e cientistas para com a sociedade” – in Anais, vol II, pp 26-34 , Seminário Nacional de História e Energia, Depto. de Patrimônio Histórico da ELETROPAULO, São Paulo, S P, 19 a 23 outubro 1986.

“No limite dos riscos e da dominação - A politização dos investimentos industriais de grande porte” - Tese de Livre-Docência, Depto. de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Géo-Ciências da Unicamp. Campinas, SP, 1988.

“Frentes de Obras : A indústria pesada contra os cidadãos?”Anais, III Encontro nacional da ANPUR- Associação nacional de Pós-graduação em planejamento urbano e Regional, A. São Pedro, 1989.

“Quem inventa o pânico, que se explique, quem sofre a ameaça, que se organize (contribuição indignada para o debate sobre as tecnologias alternativas, no caso das grandes barragens)”, in “Hidreletricas, Ecologia e Progresso” VIANNA, A.(org) CEDI, RJ, 1990, pags.11-20.

“Intervenções e armadilhas de grande porte : um roteiro internacional dos dólares e seus argumentos e dos prejuízos dos cidadãos nas obras hidrelétricas”, revista Travessia, CEM-Centro de Estudos Migratórios, ano II, num.06, jan-abr.1990, pags. 5-11, Sao Paulo.

“Ecologia ou Política no Xingu?” vol. 4 serie Documentos / Instituto de Estudos Avançados/USP, Ciências Ambientais, junho 1990.

“Inundar, carvoejar, acidificar. Notas sobre a produção de energia e o agravamento da questão social e ambiental no campo”, Reforma Agraria, ABRA, Campinas, 20, nos. 1/2/3, abr-dez 1990, pp.31-35.

SEVA Fo., A. O. ., BERMANN, Célio “Energia para o Desenvolvimento ... enfim Social”, Anais, VII Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, outubro 1996.

WCD - “Dams and Development. A nem framework for decision-making”, The Report of the World Comission on Dams, Earthscan Publications, London, november 2000.



**Anexo 1 - Imagens do caso Lumiar**

3.1 - Rio Macaé, Pedra Riscada, Serra dos Órgãos

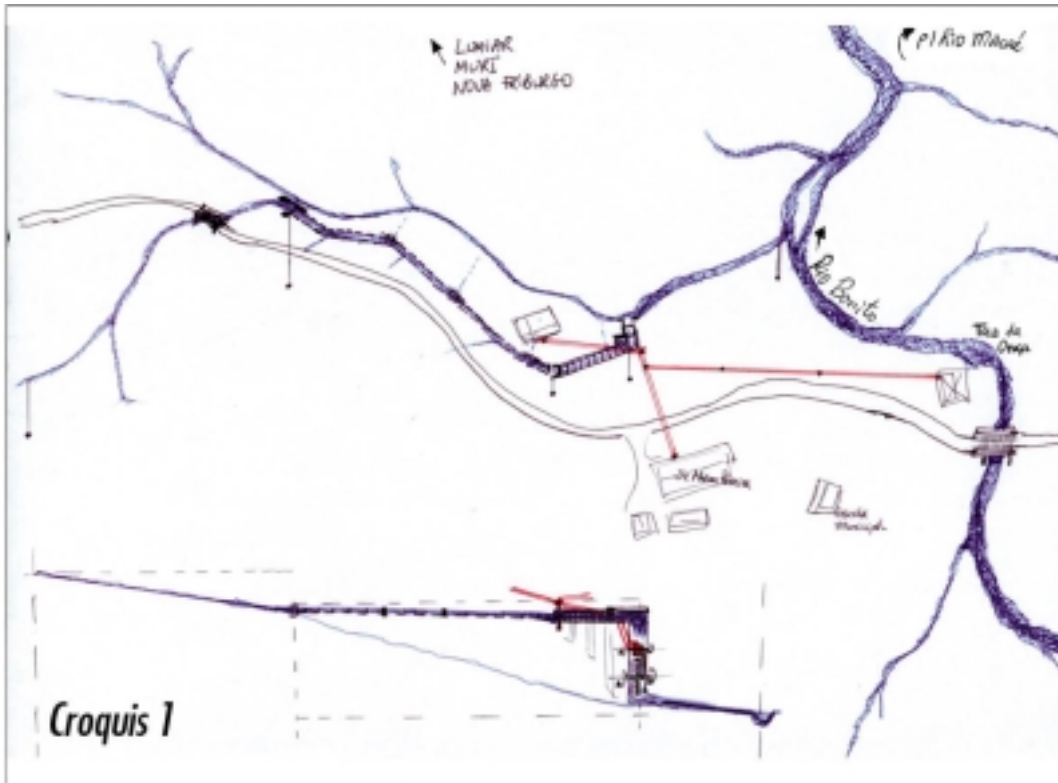
3.2 - Caixa de compensação e comporta

3.3 - Canal de adução, trecho final.

3.4 - Estrutura final de adução

3.5 - Gerador; abaixo do piso a turbina.

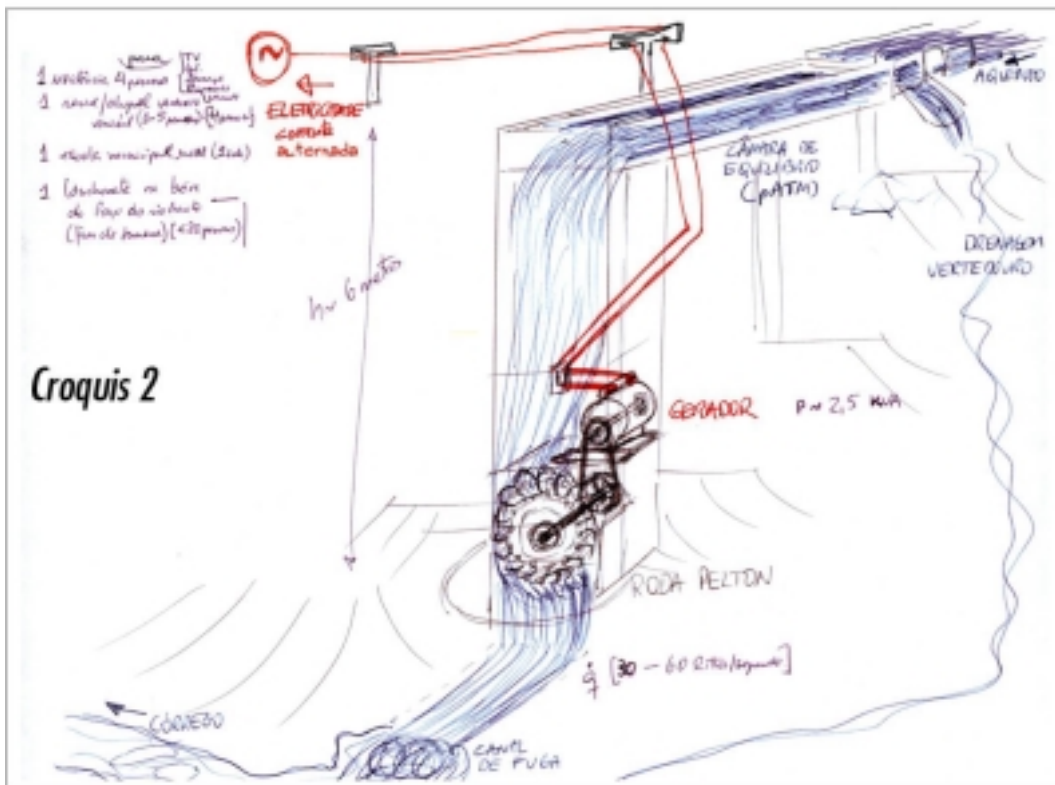




**Anexo 2 - Diagramas do caso Lumiar**

**Croquis 1 - Configuração geral da instalação; Planta e corte longitudinal.**

**Croquis 2 - Esquema de funcionamento da mini-usina.**







3.16

**Anexo 4 - Imagens da região de B. Brandão**  
3.15 - Rio do Peixe, divisa SP - MG, desbarrancamento provocado pelo cafezal, e pousada ao fundo.  
3.16 - Espécie de "pedágio" para Jipes.  
12A - 12C - Projeto em Autocad das duas novas unidades geradoras da mini-usina dos Machados



3.15



12A

12B

12C