

A POTENCIALIDADE DAS PEQUENAS CENTRAIS TERMOELÉTRICAS (PCTs)

Luiz Augusto Horta Nogueira

Afonso Henriques Moreira Santos

Grupo de Agroenergia

Escola Federal de Engenharia de Itajubá

Dentro do panorama energético brasileiro, sobressai a grande penúria de energia em que vive uma parcela significativa da população, especialmente no meio rural. Visto sob o prisma da demanda de energia elétrica, o nosso país mais se assemelha a um enorme vazio, com algumas ilhotas bem servidas de eletricidade. Conforme dados de 1980 do IBGE, para um consumo total de 120521 GWh, o setor agropecuário contribui com apenas 1,7%. E mesmo considerando que 20% dos domicílios rurais são servidos com energia elétrica, grandes regiões praticamente não contam com este serviço. Por exemplo, a região Centro-Oeste gasta apenas 3% da energia consumida no setor agropecuário e, ainda segundo o IBGE [1], a região Norte nada consome. Existem enfim, de Sul a Norte, importantes espaços a serem ocupados energeticamente, trazendo inegáveis vantagens para a nação como um todo.

Esta realidade premente requer contudo uma abordagem ponderada e independente. Ponderada para analisar todas as possíveis hipóteses de solução e independente para aceitar e viabilizar novas idéias. Por décadas, a forma tradicional que tem sido adotada para integrar energeticamente estes setores do interior, é a extensão das linhas de distribuição a partir de grandes centrais de geração. Esta opção tem se caracterizado como muito cara e centralizadora, mas permanece em implantação.

No presente trabalho se discutem aspectos técnicos e econômicos das Pequenas Centrais Termoelétricas (PCT), que junto com as Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), constituem excelentes alternativas para a questão energética no Brasil. Já é lugar comum citar nosso enorme potencial de produtor de biomassa energética, seja devido às características climáticas, com abundante isolamento e adequado regime pluviométrico, seja devido as enormes porções de solo agriculturável por ocupar.

Uma abrangente análise da biomassa energética em diversos países, conduzida por Pimentel e Vergara [2] aponta o Brasil como um promissor utilizador deste tipo de energia, avaliando a produção potencial de lenha como principal biomassa, em 20% maior que o consumo corrente de energia total.

A - Características Técnicas

A funcionalidade e a simplicidade são essenciais em sistemas de geração que devem situar-se longe dos grandes centros. São estes fatores que levam ao estudo do uso de locomóveis para as PCT. Uma locomóvel constitui-se basicamente de uma fornalha, uma caldeira e uma máquina a vapor, como mostra a figura 1. A queima de combustíveis na fornalha gera o vapor superaquecido na caldeira pirotubular, vapor este que por sua vez é utilizado para produzir energia mecânica na máquina a vapor alternativa. É uma tecnologia já bem dominada pela indústria nacional, que produz locomoveis há muitos anos.

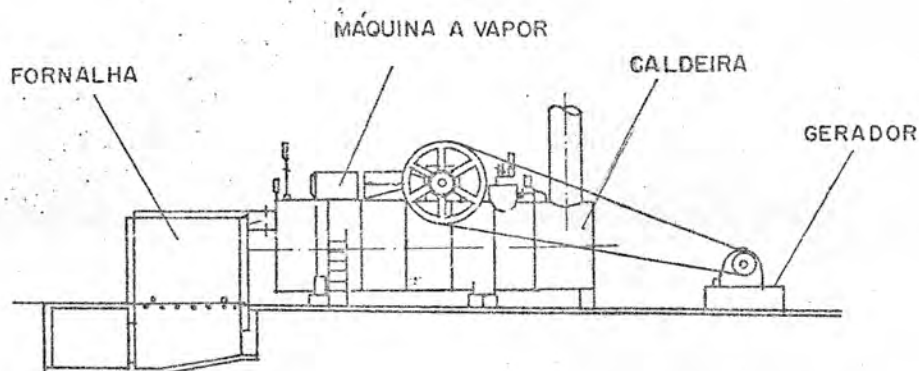


Figura 1

Com a potência de uma locomóvel pode-se acionar bombas d'água, polias de máquinas de beneficiamento de grãos e serrarias, e mesmo geradores, que é a aplicação de nosso interesse. A figura 2 mostra outra instalação possível, para uma locomóvel acionar um gerador elétrico, neste caso colocando a máquina a vapor separada da caldeira.

Outra variante dentro do uso de locomóveis é o acionamento de várias máquinas a vapor a partir de uma única caldeira, o que em determinadas situações pode ser interessante. Convém observar que a manutenção destes equipamentos é simples e de baixo custo, e quando bem feita garante muitos anos de perfeita e contínua operação.

A partir de dados da MERNAK S.A. [3], um tradicional fabricante de locomóveis do Rio Grande do Sul, é possível obter-se a tabela I. As eficiências calculadas na última coluna são valores globais, relacionando a conversão

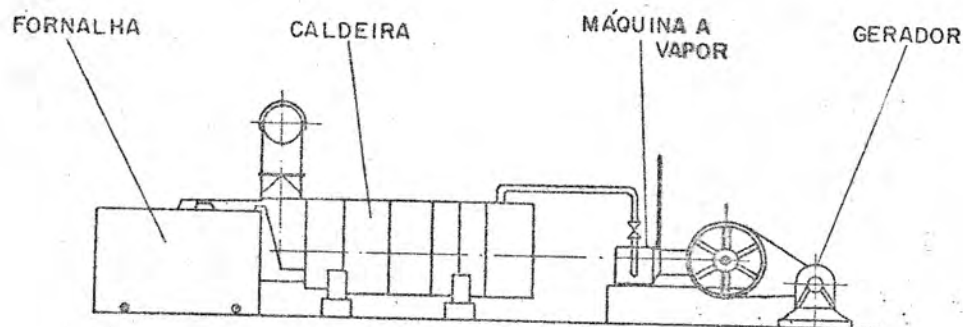


Figura 2

de energia química do combustível, no caso a lenha, para energia elétrica do gerador. Adotou-se para a madeira um poder calorífico de 2524 Kcal/Kg, e uma densidade de 280 Kg/m³ [4]. Observa-se que as eficiências são razoáveis, considerando-se que este é um sistema térmico de conversão de energia, limitado pela 2ª Lei da Termodinâmica. Ademais, existe a possibilidade de incrementar bastante seu desempenho, através da dupla expansão, condensadores e outras alterações no projeto, sem incluir muita sofisticação.

Locomóvel Mernak Potência (CV)	Peso Aproxim. (Kg)	Consumo de Lenha (m ³ /h)	Produção de Vapor (Kg/h)	Potên. Elét. Gerada (kVA)	Eficiência Global (%)
200/230	23.000	1,30	1.750	190	14,8
180/200	22.000	1,20	1.600	166	14,1
130/150	16.400	0,90	1.200	125	13,9
100/120	13.600	0,75	950	100	12,6
90/105	12.800	0,65	850	87	13,4
70/80	8.100	0,57	700	66	11,8
40/50	6.100	0,40	450	41	10,1

TABELA I - Características das PCT "MERNAK".

B - Combustíveis

A fornalha do locomóvel pode ser construída de forma a permitir a combustão de diversos combustíveis, desde palha de arroz até resíduos de serraria. A seguir são discutidas algumas questões a respeito.

B.1 - Lenha

Conforme dados do Balanço Energético Nacional [4], ainda hoje a lenha ocupa um importante papel no suprimento energético brasileiro, sendo responsável por 20% do consumo total de energia, o que corresponde à 28.803.000 toneladas equivalentes de petróleo, em 1980. Esta lenha pode ser obtida de florestas naturais, que constituem 60% do nosso território, mas cuja baixa taxa de renovação não permite altas produtividades. A melhor opção de fornecimento de lenha são as florestas homogêneas, plantadas e manejadas racionalmente. A partir dos anos 80 se vulgarizou o termo "florestas energéticas", com ciclo curto, de 3 anos, e alta densidade de árvores, adotando-se espaçamento reduzido, por exemplo 1,5 x 1,0 m [5]. No Brasil já se tem experiência neste tipo de silvicultura, em boa parte devido a siderurgia por carvão vegetal em Minas Gerais. A tabela II, dada a seguir, apresenta alguns valores típicos de produtividade de lenha, para diversos tipos de maciços florestais [6].

Tipo de Floresta	Produtividade (m ³ /ha.ano)
matas	13,7
capoeiras	7,1
cerrados	1,6
reflorestamentos	
- eucalyptus spp.	26,5
- pinus spp.	22,0
TABELA II - Produtividade Florestal	

Considerando-se uma PCT a locomóvel, com potência instalada de 100 KVA, um consumo de lenha de 0,75 m³/h e um fator de carga de 20%, bem elevado para os padrões rurais, tem-se que a

área necessária para a floresta resulta do cotejo das tabelas anteriores, sendo os resultados dados na tabela III. Adotou-se também um sobre-consumo de 50%, para considerar aquecimento, partida e operação fora do ponto de máxima eficiência. Fica evidenciada a grande vantagem das florestas homogêneas, o que mostra sua viabilidade como vetores fotossintéticos de conversão de energia solar em elétrica.

Floresta	Área [ha]
Mata	143,9
Capoeira	277,6
Cerrado	1231,9
Reflorestamento	
Eucalyptus spp	74,4
Pinus spp	89,6
TABELA III - Área requerida para Lenha. Potência 100 KVA, FC = 20%	

É importante notar aqui que em áreas muito grandes, e com baixa densidade de árvores, como é o caso do cerrado, o alto custo associado ao transporte da lenha pode inviabilizar esta opção. No caso de florestas homogêneas a situação muda, favorecendo em muito as PCT. Para os valores acima, associados a uma PCT de 100 KVA e requerendo uma área de aproximadamente 75 ha com Eucalyptus, é bom citar a experiência da FLORASA, empresa florestal da ACESITA [5]. Esta empresa denomina de micro-horto as florestas com esta dimensão e sua grande vivência no setor mostra ser suficiente neste caso 3 homens no corte e 1 homem com muar e carroça no transporte da lenha. Com isto, se prescinde dos caminhões e todos os problemas e despesas associados.

B.2 - Palha e casca de arroz

A lavoura rizícola é de grande importância em nosso país, como se depreende da tabela IV. O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor, atingindo em 1981 perto de 2.500.000 ton. de arroz em casca. Paradoxalmente, o estado gaúcho tem ainda hoje

ano	área plantada (ha)	produção (ton.)	produtividade (Kg/ha)
1978	5623×10^3	7.296×10^3	1297
1979	5452×10^3	7.595×10^3	1393
1980	6243×10^3	9.775×10^3	1565

TABELA IV - (Arroz em casca) produzido no BRASIL

largas extensões sem fornecimento de energia elétrica, requerendo um pesado suprimento de óleo diesel para o meio rural, consumido em grupos geradores e motobombas para irrigação, imprescindíveis à suas necessidades produtivas. É oportuno especular sobre a possibilidade de utilização dos resíduos desta lavoura intensiva em PCT's.

Os resíduos agrícolas do arroz são basicamente de dois tipos: a palha, constituída pelas folhas e colmos que ficam no campo após a colheita, e a casca, resultante do beneficiamento do grão. Em valores médios, a relação entre a produção de palha e a produção de grãos é 1,2:1, e a produção de casca corresponde a 22% do peso do arroz com casca. Estes dados foram obtidos da referência [7], onde se estima em 3300 Kcal(Kg e poder calorífico destes resíduos.

Considera-se a seguir duas hipóteses para as PCT's em lavouras arrozeiras. Na hipótese A se dispõe de 80% da palha produzida e na hipótese B se adiciona a casca resultante do beneficiamento. Assumindo-se uma eficiência de queima análoga à da lenha e considerando uma PCT com 100 KVA, fator de carga de 20% , é possível estimar-se a área de cultivo necessária à sua operação. Um parâmetro importante aqui é a produtividade agrícola, sendo os resultados apresentados na tabela V.

Pode-se notar o enorme potencial energético dos resíduos do arroz. Um aspecto interessante de sua utilização, é que na colheita a palha é devolvida ao campo, mas pode ser armazenado e transportado, se desejável, adaptando-se as colheiras combina

Produtividade	Área de lavoura p/PCT 100 KVA, FC = 0,2	
($\frac{\text{Kg arroz em casca}}{\text{ha}}$)	Hipótese A	Hipótese B
1000	603,9 ha	491,3 ha
2000	301,9 ha	245,6 ha
3000	201,3	163,8 ha

TABELA V - Área para cultura de arroz visando PCT

das ora em uso.

Como um forte argumento a favor das PCT's à resíduos da lavoura arvoreira, é possível quantificar o potencial elétrico capaz de ser gerado, nas condições da hipótese B; nos municípios líderes da produção deste cereal, em 1982, no Rio Grande do Sul [8]. Ressalta-se que são apresentados valores de potência instalada viável, para um fator de carga de 20%, e que os municípios citados beneficiam arroz de localidades vizinhas. Também ainda como um exercício acadêmico é possível avaliar a energia produzida anualmente em resíduos de arroz para todo o estado gaúcho, em 1317 GWh elétricos, equivalente a 19% do consumo total de energia elétrica no Rio Grande do Sul, de 6912 GWh, durante 1982 [1].

Município	Arroz beneficiado no município (Ton.)	Potência elétrica viável(FC = 0,2) (Kw)
Pelotas	428900	$129,0 \times 10^3$
Uruguaiana	177600	$53,4 \times 10^3$
Itaqui	148500	$44,6 \times 10^3$
Camaquê	131900	$39,7 \times 10^3$
São Borja	108850	$32,7 \times 10^3$
Cachoeira do Sul	108150	$32,5 \times 10^3$

TABELA VI - Potencial em PCT's no RGS (1982)

C - Análise Econômica

Buscando confirmar sob o prisma econométrico as possíveis vantagens das PCT à locomóveis, são obtidos a seguir parâmetros de custo da potência instalada e da energia produzida, bem como avaliada a distância da rede a partir da qual é oportuna a sua implantação.

Na determinação do custo da potência e da energia, adotou-se uma taxa de interesse de 12 %, condizente com nossa realidade financeira. Os valores de preço e custos foram obtidos para uma PCT de 100 KVA, com um fator de capacidade de 20 %. Um resumo da análise efetuada é apresentado na tabela V.

ITEM	VALOR (ORTN)	REFERÊNCIA
CUSTO INICIAL		
locomóvel	4087	MERNAK S.A.
gerador e quadro	1182	Eletrobrás (9)
galpão	1448	consulta pessoal
CUSTO OPERACIONAL		
lenha	1356/ano	consulta pessoal
manutenção	204/ano	ONU (10)
mão de obra	278/ano	consulta pessoal
Tabela V - Parâmetros econômicos		

Tem-se portanto:

Custo de potência instalada:

$$C = 626 \text{ US\$/kW}$$

Este valor resulta dentro da faixa citada na literatura (11) e atesta, em princípio a oportunidade das PCT's. Outra forma de avaliar economicamente estas centrais é através do custo da energia. Neste caso o custo da lenha pode ou não ser considerado, já que as locomóveis são bem operadas com resíduos, cujo custo ou é muito baixo ou tem mesmo valor negativo, dada à necessidade de dispô-los. Os valores obtidos contemplam esta duas oportunidades e são dados em milésimos de dolar americano (mills) por kWh gerado; e adotando uma vida útil de 25 anos, já verificada em diversas instalações que vem operando há mais de 50 anos (10), tem-se:

- considerando o custo da lenha - 143 mills/kWh