



JOÃO LUIS DE MELLO

**ANÁLISES SOBRE A GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA ALTERNATIVA, QUANDO DA
PRODUÇÃO DE ÓLEO DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus citriodora*) EM UMA
AGROINDÚSTRIA DE BASE**

LAVRAS – MG

2011

JOÃO LUIS DE MELLO

**ANÁLISES SOBRE A GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA ALTERNATIVA, QUANDO DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE
EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora*) EM UMA AGROINDUSTRIA DE
BASE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação Lato-Sensu Formas Alternativas de Energia para a obtenção do título de Especialista em Formas Alternativas de Energia

Orientador
Doutor Gilmar Tavares

LAVRAS – MG

2011

JOÃO LUIS DE MELLO

**ANÁLISES SOBRE A GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA ALTERNATIVA, QUANDO DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE
EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora*) EM UMA AGROINDÚSTRIA DE
BASE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação Lato-Sensu Formas Alternativas de Energia para a obtenção do título de Especialista em Formas Alternativas de Energia.

APROVADA em 10 de fevereiro de 2011.

Prof. Gilmar Tavares

Prof. Luciano Mendes

Orientador

Doutor Gilmar Tavares

LAVRAS – MG

2011

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso pelos ensinamentos;

À minha esposa e filhos pelo apoio, amor, energia fornecida e consumida;

À minha irmã e minha mãe pela ajuda e incentivo;

Ao meu pai (na lembrança) que, apesar da distância, está sempre presente na minha vida;

A UNOPAR pela oportunidade;

À minha amiga Juliana Fonseca pela ajuda;

À empresa Destilaria Meneghetti Ltda pela receptividade e informações prestadas;

Aos colegas de curso.

“A leitura após certa idade distrai excessivamente o espírito humano das suas reflexões criadoras. Todo o homem que lê demais e usa o cérebro de menos adquire a preguiça de pensar.”

Albert Einstein

RESUMO

Com a evolução e ou modernização do comportamento humano no planeta terra e, com a dependência direta de fontes de energia que atendam às suas necessidades e/ou acompanhem seu “desenvolvimento”, criaram-se várias formas de se produzir energia e/ou usá-las na forma disponível no meio, para atender aos ensejos idealizados da humanidade. A partir do século XX, começaram as preocupações relacionadas com o meio ambiente, sendo a poluição da atmosfera tema de extrema importância quando se trata da sobrevivência dos seres vivos no planeta. Dentre as formas de energia existentes hoje no planeta, a energia elétrica é considerada a principal fonte renovável de energia em razão do baixo índice de emissão de dióxido de carbono na atmosfera. Várias outras formas de energia estão sendo estudadas, todas objetivando a minimização das emissões de gases contribuintes para o chamado efeito estufa, que ocorre em nossa atmosfera. No Brasil, exceto a energia utilizada com transportes, temos a hidroenergia como a principal forma de energia utilizada em larga escala. Em razão dos altos valores pagos com energia elétrica para a manutenção do negócio e da propriedade e, com a perspectiva de crescimento e diversificação dos agronegócios, em uma agroindústria de base de propriedade de Destilaria Meneghetti Ltda (Fazenda Lagoa da Veada, Km 5 da rodovia São João do Paraíso – Ninheira, São João do Paraíso - MG,) , buscou-se a alternativa de aproveitamento do vapor gerado no processo de extração do óleo de *Eucalyptus* spp., instalando uma turbina geradora de energia acoplada à caldeira já existente, forçando a passagem do vapor pela turbina, fazendo com que a mesma produza energia mecânica para mover o eixo de um gerador, produzindo energia elétrica suficiente para atender às demandas internas da propriedade. Esse processo alternativo será analisado no presente trabalho.

Palavra-chave: Energia elétrica. Caldeira. Termoelétrica. Biomassa. Produção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Acesso à sede da propriedade Fazenda Lagoa da Veada de propriedade de Destilaria Meneghetti Ltda.	22
Figura 2	Esquema da produção de óleo de folha de <i>Eucalyptus</i> spp.	23
Figura 3	Ilustração da parte inferior do processo de extração de óleo:.....	24
Figura 4	Ilustração da parte superior da dorna.....	24
Figura 5	Turbina GUTEHOFFNUNGSHOTTE.....	25
Figura 6	Sistema do Gerador/Excitatriz.....	26
Figura 7	Turbina (A) do Gerador MAUSA (B) acoplado a excitatriz	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Fontes de energia ofertadas no Brasil no ano de 2009	16
Gráfico 2 Demonstração da redução do indicador de emissões geradas sobre energia consumida de 2000-2009	17
Gráfico 3 Balanço Energético Mundial - Consumo final de energia por fonte (2004).....	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Obtenção, uso, vantagens e desvantagens das diversas fontes de energia não renovável existentes a nível mundial.....	19
Quadro 2	Obtenção, uso, vantagens e desvantagens das diversas fontes de energia renovável existentes a nível mundial.	20
Quadro 3	Características técnicas da turbina	25
Quadro 4	Característica técnicas do gerador	26
Quadro 5	Características técnicas do disjuntor	27
Quadro 6	Circuitos auxiliares do disjuntor BEGHIM	27
Quadro 7	Produção de energia elétrica dos geradores instalados na Destilaria Meneghetti Ltda.....	29
Quadro 8	Consumo atual de energia elétrica na Fazenda Lagoa da Veada	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFLA	Universidade Federal de Lavras
KVA	Kilo Volts Amperes ou potência elétrica = KW = 1000 Watts
W	Watts = Volt x Amper; $W=VA$
V	Volts
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
φ	Ângulo de avanço, recuo ou defasagem
cos	Cosseno – função trigonométrica
rpm	Rotação por minuto
Hz	Unidade de frequência – ciclo por segundo
In	Corrente nominal do disjuntor
tep	Tonelada equivalente de petróleo
CV	Cavalo de força = HP ou Horse Power

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivo específico	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1	Energia.....	15
3.2	Fontes de energia.....	15
3.2.1	Fontes não renováveis e renováveis de energia	18
3.3	Energia elétrica	21
4	METODOLOGIA	22
4.1	Localização	22
4.2	Atividade.....	22
4.3	Processo de extração de óleo	23
4.4	Produção de energia	24
4.4.1	Equipamentos.....	25
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Sabemos que energia é a capacidade de realizar trabalho.

O sol é a principal fonte de energia para o planeta Terra e por meio de formas diretas e/ou indiretas de captação, se converte a energia contida nos raios solares incidentes na superfície terrestre, principalmente em calor e eletricidade.

Estudos comprovaram que a descoberta e utilização do fogo na era da pré-história, foram fundamentais para o preparo de alimentos, iluminação das cavernas, aquecimento e defesa, desencadeando-se um processo de dependência energética inevitavelmente crescente até os dias de hoje.

Posteriormente, criou-se a roda, a qual impulsionou várias invenções seguintes ao facilitar o movimento e, atualmente, possibilitando transformar energia mecânica em energia elétrica.

A revolução industrial foi marcante para o aumento exponencial de produção e consumo de energia na Europa e, posteriormente, no mundo. A necessidade de acionar máquinas recém inventadas com potência crescente e a necessidade de modernizá-las, para conquistar novos mercados, contribuiu para que os setores de produção e consumo de energia se expandissem vertiginosamente.

A utilização do carvão mineral e, em seguida, a produção de carvão vegetal para suprir as máquinas a vapor, siderúrgicas nascentes, calefação e outros agentes consumidores, foram etapas importantíssimas no histórico energético mundial.

Com o advento da energia elétrica em quantidade e qualidade satisfatórias para os usuários finais, iniciou-se a busca de redução de custos e desenvolvimento de projetos que viessem colaborar com a redução do consumo das então fontes convencionais de energia. Diversas pessoas, empresas e até mesmo administrações públicas, buscam nos dias atuais, alternativas para diminuir o consumo de energia elétrica das concessionárias fornecedoras, em

razão do seu alto preço.

Com estas tentativas criativas que muitas empresas conseguem se manter competitivas em vários setores no mercado atual, que clama por ideias inovadoras e eficientes para produção de energia das mais variadas formas, dentro da filosofia ecológica: economicamente viável, ecologicamente correto, socialmente justo e culturalmente adequada

Considera-se que qualquer contribuição viável para o processo de produção e consumo de energia, em qualquer etapa do processo produtivo industrial, tem a possibilidade de abordagem da energia alternativa, que a necessidade de economia com as contas de energia no Brasil, pode abrir novas oportunidades para o atual negócio e maioria dos processos de produção industrial existente atualmente é totalmente dependente da energia elétrica convencional, que tem alto custo e é finita.

Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de analisar uma alternativa criativa para a produção de energia elétrica utilizada na agroindústria, por meio da geração de energia elétrica durante a produção de óleo de *eucalipto* (*Eucalyptus citriodora*).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a produção alternativa de energia elétrica para o próprio consumo, pelo processo industrial já existente, em uma agroindústria de produção de óleo de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*).

2.2 Objetivo específico

Descrever detalhadamente e analisar do ponto de vista energético alternativo, a metodologia inovadora utilizada em uma agroindústria de base para geração de energia elétrica, durante o período de funcionamento da produção de óleo de *Eucalyptus citriodora* e outros.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Energia

“Entre os conceitos da ciência escolar que se espera que todo estudante aprenda, o de energia é considerado como um dos mais difíceis de ser ensinado e aprendido, por várias razões: é usado em diferentes disciplinas escolares, que enfatizam os seus diferentes aspectos; no ensino fundamental, é estudado muito superficialmente, resultando apenas na aprendizagem dos nomes de algumas manifestações de energia, nem todas elas consensuais; a noção de energia é também amplamente utilizada na linguagem cotidiana, confundindo-se com outras idéias, como as de força, movimento e potência; e a aprendizagem do significado de energia em Física requer um alto grau de abstração, além de conhecimentos específicos de suas várias áreas, como mecânica, eletricidade, termodinâmica (BARBOSA e BORGES, 2006, p.184-185).”

O conceito de energia é de difícil entendimento, sendo comentada por vários autores nas mais variadas divisões (Tundisi, 2000; Axt e Alves, 1994; Duit, 1984; Gilbert e Pope, 1986; Ogborn, 1990). Segundo Feynman (1999) há certa quantidade de energia que não se altera nos diversos processos que ocorrem em nosso planeta.

Segundo Magalhães (2009) a energia pode ser definida como a capacidade para realizar trabalho, cujo conceito envolve a aplicação de algum tipo de força mecânica, elétrica, etc. associada a um deslocamento no espaço.

3.1 Fontes de energia

De acordo com Goldemberg (2009) os combustíveis fósseis foram fontes de energia viáveis, durante todo o século 20 e cerca de 80% de toda a

energia ofertada ao planeta no início do século 21. Outras fontes como a energia nuclear e hidroelétricas tinham pequena participação. Fontes alternativas como solar, eólica, geotérmicas e pequenas centrais hidroelétricas já se mostravam em evidência quanto aos aspectos ambientais, mas só representavam 1,5% no panorama mundial.

No gráfico 1, podemos observar a representação das fontes energéticas disponíveis no Brasil no ano de 2009, destacando a energia hidráulica como importante e entre as principais colaboradoras para o consumo nacional de energia. Pode-se ainda observar que as fontes de energia renováveis juntas somam 47,3% das fontes utilizadas no país.

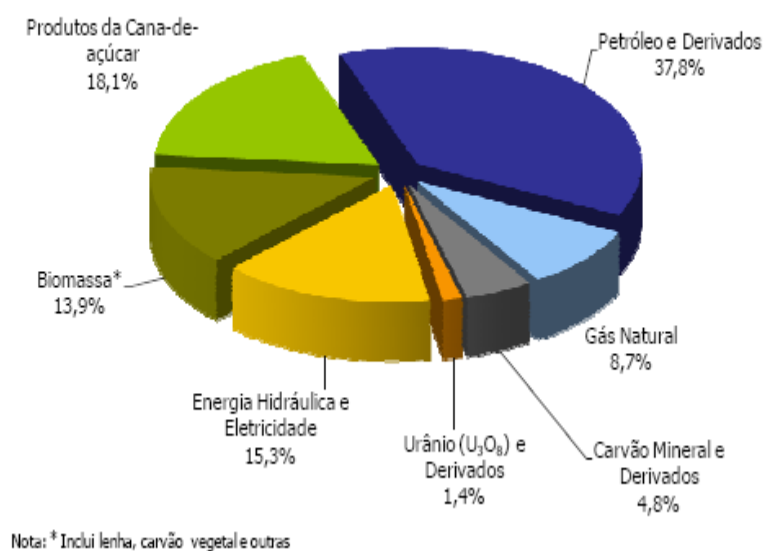


Gráfico 1 Fontes de energia ofertadas no Brasil no ano de 2009
Fonte BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2010 | ano base 2009

No gráfico 2, pode-se visualizar facilmente a redução numérica do indicador de emissões geradas no país em um intervalo de 9 anos, ou seja, a quantidade de emissões geradas estão diminuindo em relação à energia

consumida em um mesmo período. Isso se deve ao fato da redução da energia gerada através de termoelétricas. Poderíamos dizer que a energia consumida tem aumentado juntamente com suas emissões, porém com o avanço da tecnologia, desenvolveram-se artifícios para minimizar a emissão de gases nos mais variados processos de consumo de energia renovável e não renovável. Na figura 3, podemos verificar que praticamente o consumo das mais diversas fontes de energia disponíveis para o Brasil, se manteve estável no período de 2000-2009.

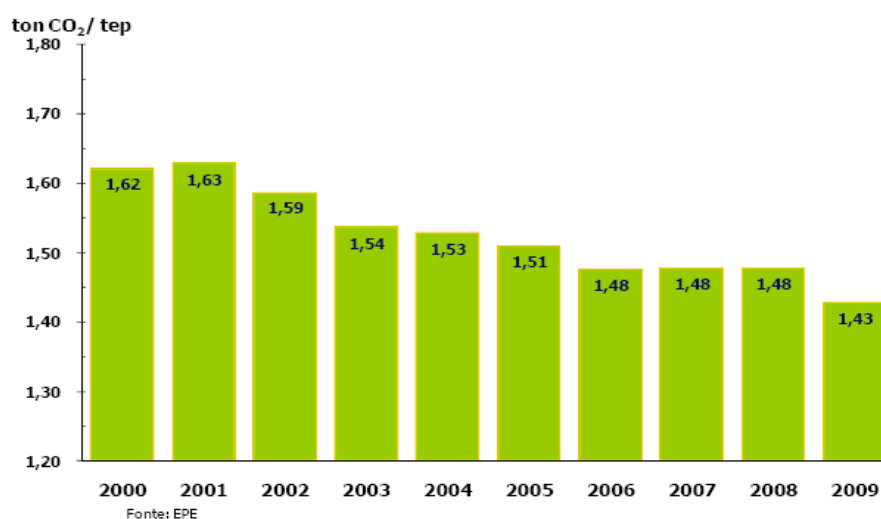


Gráfico 2 Demonstração da redução do indicador de emissões geradas sobre energia consumida de 2000-2009

Fonte BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2010 | ano base 2009

Pode verificar, na tabela 1, que, apesar da preocupação com aquecimento global e outras consequências decorrentes da emissão de gases maléficis ao meio ambiente, continua e pode-se dizer que até aumenta alguns percentuais na produção de energia não renovável. Enquanto que a produção de energia renovável tendeu a uma pequena queda no último ano.

Tabela 1 Produção de energia primária nacional (2000-2009) em 10³ tep¹.

FONTES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	SOURCES
NÃO RENOVÁVEL	52,0	53,4	55,0	53,1	52,2	52,7	52,6	51,5	51,6	53,2	NON-RENEWABLE ENERGY
PETRÓLEO	41,6	42,7	43,1	42,1	40,3	42,0	42,1	40,7	39,7	41,9	PETROLEUM
GÁS NATURAL	8,6	8,9	8,8	8,5	8,9	8,8	8,3	8,1	9,0	8,7	NATURAL GAS
CARVÃO VAPOR	1,7	1,4	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	STEAM COAL
CARVÃO METALÚRGICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	METALLURGICAL COAL
URÂNIO (U308)	0,1	0,4	1,9	1,5	1,9	0,7	1,1	1,6	1,7	1,7	URANIUM - U308
RENOVÁVEL	48,0	46,6	45,0	46,9	47,8	47,3	47,4	48,5	48,4	46,8	RENEWABLE ENERGY
ENERGIA HIDRÁULICA	17,1	14,7	14,1	14,3	14,5	14,5	14,2	14,4	13,4	13,9	HYDRAULIC
LENHA	15,0	14,3	13,6	14,1	14,8	14,2	13,5	12,8	12,4	10,2	FIREWOOD
PRODUTOS DA CANA	13,0	14,6	14,5	15,4	15,4	15,5	16,6	18,2	19,0	18,8	SUGAR CANE PRODUCTS
OUTRAS RENOVÁVEIS	2,9	3,0	2,9	3,1	3,1	3,2	3,2	3,0	3,6	3,8	OTHERS
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100,0	100,0	100,0	TOTAL

Fonte BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2010 | ano base 2009

3.1.1 Fontes não renováveis e renováveis de energia

Os quadros abaixo exemplificam diversas fontes de energia, renovável e não renovável, demonstrando algumas características de obtenção e uso, bem como suas desvantagens e vantagens.

¹ Tonelada Equivalente de Petróleo.

Quadro 1 Obtenção, uso, vantagens e desvantagens das diversas fontes de energia não renovável existentes a nível mundial.

Fonte Não-renovável	Obtenção	Uso	Vantagens	Desvantagens
Petróleo	Resulta de reações químicas em fósseis depositados principalmente no fundo do mar. É extraído de reservas marítimas ou continentais	Produção de energia elétrica; matéria-prima da gasolina, do diesel e de produtos como o plástico, borracha sintética, cera, tinta, gás e asfalto.	Domínio da tecnologia para sua exploração e refino; facilidade de transporte e distribuição.	Polui a atmosfera com a liberação de dióxido de carbono, colaborando para o efeito estufa.
Nuclear	Reatores nucleares produzem energia térmica por fissão (quebra) de átomos de urânio. Essa energia aciona um gerador elétrico.	Produção de energia elétrica; fabricação de bomba atômica.	A usina pode ser instalada em locais próximos de centros de consumo; não emite poluentes que contribuam para o efeito estufa.	Não é tecnologia para tratar lixo nuclear; a construção de usinas é cara e demorada; existe risco de contaminação nuclear.
Carvão mineral	Resulta da transformação química de grandes florestas soterradas. É extraído de minas localizadas em bacias sedimentares.	Produção de energia elétrica; aquecimento, matéria-prima de fertilizante.	Domínio de tecnologia para seu aproveitamento; facilidade de transporte e distribuição.	Libera poluentes como dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio; contribui para a chuva ácida.
Gás natural	Ocorre na natureza associado ou não ao petróleo. A pressão existente nas reservas impulsiona o gás para a superfície, onde é coletado em tubulações.	Aquecimento; combustível para geração de eletricidade, veículos, caldeiras e fornos; matéria-prima de derivados da indústria petroquímica.	Não emite poluentes; pode ser utilizado nas formas gasosa e líquida; existe grande número de reservas.	A construção de gasodutos e metaneiros (navios especiais) para o transporte e a distribuição requer alto investimento.

Fonte Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA)

http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidraulica/energia_recurso.htm

Quadro 2 Obtenção, uso, vantagens e desvantagens das diversas fontes de energia renovável existentes a nível mundial.

Fonte Renovável	Obtenção	Uso	Vantagens	Desvantagens
Hidro- eletricidade	A energia liberada pela queda de água represada move uma turbina que aciona um gerador elétrico.	Produção de energia elétrica.	Não emite poluentes; a produção é controlada; não interfere no efeito estufa.	Inundação de grandes áreas e deslocamento de população residente; a construção das usinas é cara e demorada.
Eólica	O movimento dos ventos é captado por pás de hélices gigantes ligadas a uma turbina que acionam um gerador elétrico.	Produção de energia elétrica; movimentação de moinhos.	Grande potencial para geração de energia elétrica; não interfere no efeito estufa; não ocupa áreas de produção de alimentos.	Exige investimentos para a transmissão da energia; produz poluição sonora; interfere em transmissões de rádio e TV.
Solar	Lâminas recobertas com material semicondutor, como o silício, são expostas ao Sol. A luz excita os elétrons do silício, que formam uma corrente elétrica.	Produção de energia elétrica; aquecimento.	Não é poluente; não interfere no efeito estufa; não precisa de turbinas nem geradores para a produção da energia elétrica.	Exige alto investimento para o seu aproveitamento.
Biomassa	A matéria orgânica é decomposta em caldeira ou biodigestor. O processo gera gás e vapor, que acionam uma turbina e movem um gerador elétrico.	Aquecimento; produção de energia elétrica e de biogás (metano).	Não interfere no efeito estufa (o gás carbônico liberado durante a queima é absorvido depois no ciclo de produção).	Exige alto investimento em seu aproveitamento

Fonte Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA)

3.2 Energia elétrica

A demanda total de eletricidade cresceu 0,6% em 2009, atingindo 509,5 terawatt-hora (TWh). Um dos destaques foi a forte redução de 30,6% na eletricidade de origem não renovável, caindo para 47,8 TWh. A geração a gás natural apresentou a maior queda (-53,7%) seguida dos derivados de petróleo (-17,1%). Por outro lado, houve crescimento da eletricidade de origem hidráulica, que chegou a 433,1 TWh (incluindo o montante importado de Itaipu Binacional), representando aumento de 4,8% em relação ao ano de 2008. A participação de renováveis na produção de energia elétrica no Brasil superou 90%, sendo 85% de origem hidráulica. (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2010 | ano base 2009)

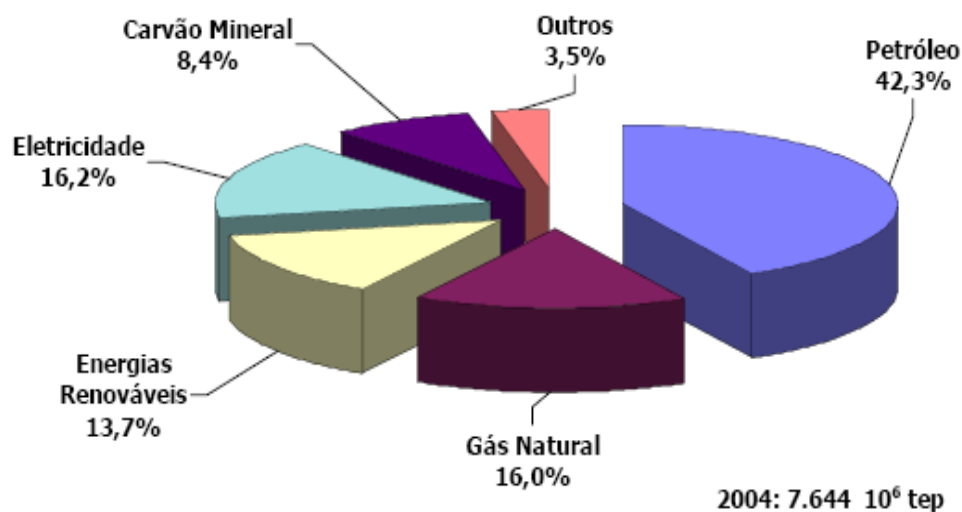


Gráfico 3 Balanço Energético Mundial - Consumo final de energia por fonte (2004)
Fonte UNESP

4 METODOLOGIA

4.1 Localização

Fazenda Lagoa da Veada, Km 5 da rodovia São João do Paraíso – Ninheira, zona rural do município de São João do Paraíso - MG, norte de Minas Gerais, propriedade de Destilaria Meneghetti Ltda (Figura 1). Coordenada geográfica para referência 15°18'37.22"S e 41°56'19.08"O.



Figura 1 Acesso à sede da propriedade Fazenda Lagoa da Veada de propriedade da Destilaria Meneghetti Ltda.

Fonte fotografia obtida na entrada da Fazenda Lagoa da Veada

4.2 Atividade

A principal atividade da propriedade é a silvicultura, da qual se utilizam as folhas do *Eucalyptus citriodora* e outros, para a extração do óleo, desde a década de 70. Há produção de carvão vegetal quando necessário realizar a

reforma do povoamento ou mesmo se as condições de mercado forem favoráveis à produção do mesmo. Buscando a diversificação de produtos, foram instalados dois pivôs centrais, iniciando seu uso com a cafeicultura.

4.3 Processo de extração de óleo

Em síntese, temos o processo de extração de óleo resumido na figura abaixo:

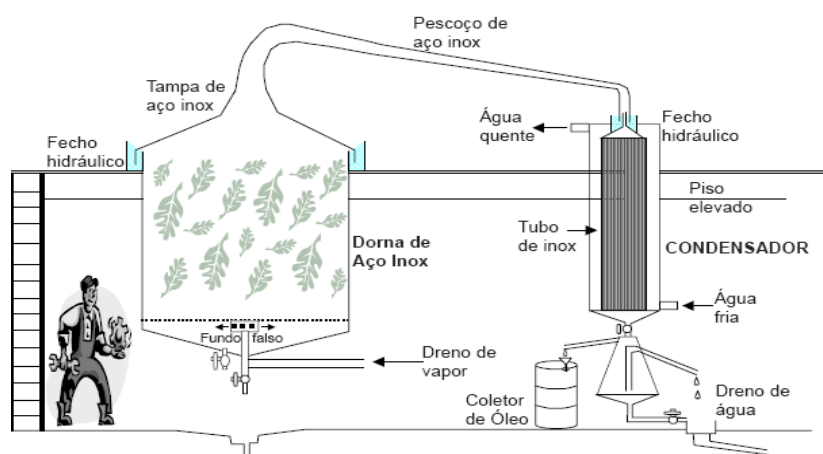
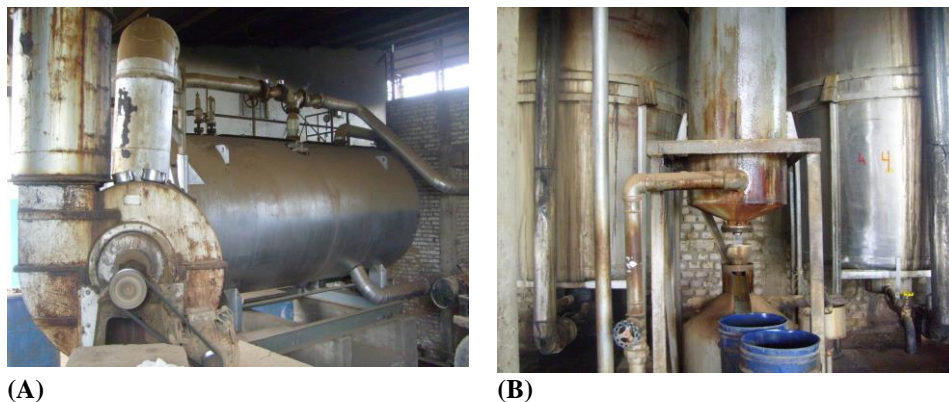


Figura 2 Esquema da produção de óleo de folha de *Eucalyptus* spp.
Fonte site essenciadeeucalipitu.blogspot.com

Nessa figura, pode-se observar a simplicidade do processo de extração do óleo. Após abastecida a dorna com folhas e prensando-as (mecanismos diversos), é inserido na parte inferior da dorna, vapor de água pressurizado, oriundo de uma caldeira. Este vapor cozinha instantaneamente as folhas e carrega consigo gotículas de óleo liberado pelas mesmas, esse vapor é forçado a sair pela tampa de aço inox, passando pelo pescoço, direcionando-se para o condensador, no qual por meio do resfriamento do vapor irá condensar-se totalmente e, em razão das diferentes densidades dos líquidos, são separados por um sistema de tubulação e verificação visual ao final de cada ciclo.



(A)

(B)

Figura 3 Ilustração da parte inferior do processo de extração de óleo na Fazenda Lagoa da Veada de propriedade da Destilaria Meneghetti Ltda: (A) Caldeira; (B) Dornas.

Fonte fotografias no local da pesquisa, Fazenda Lagoa da Veada



Figura 4 Ilustração da parte superior da dorna na Fazenda Lagoa da Veada de propriedade da Destilaria Meneghetti Ltda.

Fonte fotografias no local da pesquisa, Fazenda Lagoa da Veada

4.4 Produção de energia

Decorrente da necessidade de diminuição dos custos com energia elétrica, idealizou-se mudanças no processo de extração de óleo visando ao aproveitamento do vapor d'água para geração de energia, podendo, com isso, realizar a instalação de pivôs centrais na propriedade. Em razão dos altos valores pagos com energia elétrica para a manutenção do negócio e da propriedade e,

com a perspectiva de crescimento e diversificação dos agronegócios, buscou-se a alternativa de aproveitamento do vapor gerado no processo de extração do óleo de *Eucalyptus* spp., instalando uma turbina geradora de energia acoplada a caldeira já existente, forçando a passagem do vapor pela turbina, fazendo com que a mesma produza energia mecânica para mover o eixo de um gerador, produzindo energia elétrica suficiente para atender às demandas internas da propriedade.

4.4.1 Equipamentos

Em primeiro momento, foi adquirida uma **turbina** com as seguintes características:

Quadro 3 Características técnicas da turbina

Marca	Ano fabricação	Capacidade Produção	Produção atual	Rotação entrada	Rotação saída
GUTEHOFFNUNGSHOTTE	1954	300KVA (KW)	225KVA (KW)	7300 rpm	1800 rpm

Obs: É necessário caldeira de no mínimo 10Kgf de pressão para que se possa gerar energia através das turbinas disponíveis no mercado.

Fonte Placa de identificação na turbina, localizada na sede da Fazenda Lagoa da Veada.



Figura 5 Turbina GUTEHOFFNUNGSHOTTE

Fonte fotografia da turbina, localizada na sede da Fazenda Lagoa da Veada.

Esta turbina moverá o eixo de um **gerador** instalado após a mesma, esse gerador apresenta as seguintes características:

Quadro 4 Características técnicas do gerador

Marca	Modelo	Capacidade Geração	Ângulo de ataque
SCHORCH	W 5328/4	231 V 625 A	cosφ 0,8

Fonte Placa de identificação na turbina, localizada na sede da Fazenda Lagoa da Veada

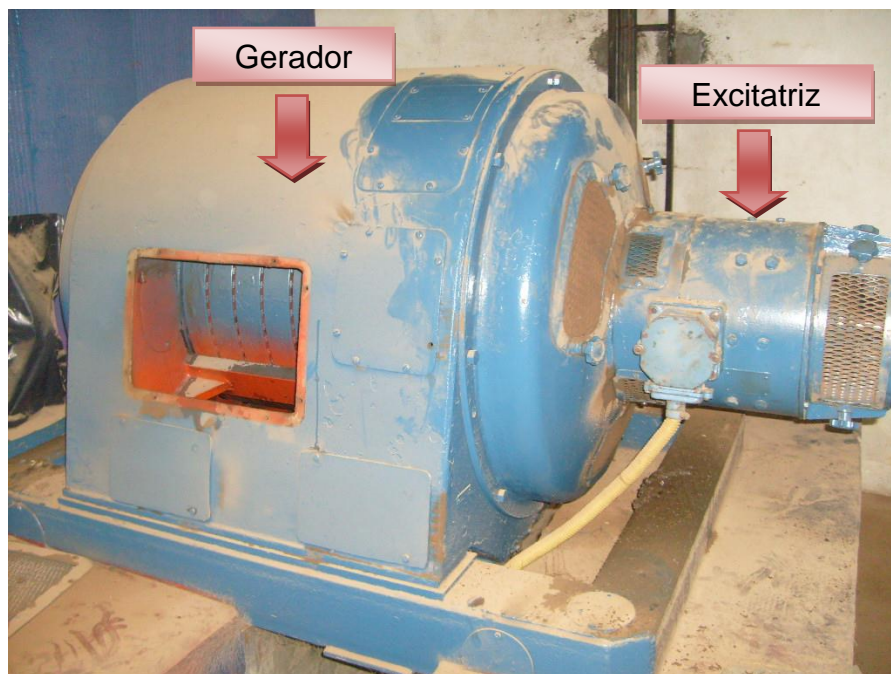


Figura 6 Sistema do Gerador/Excitatriz

Fonte Placa de identificação na turbina, localizada na sede da Fazenda Lagoa da Veada.

Acoplado ao gerador, instalou-se uma excitatriz (tem por finalidade enviar ao campo do alternador determinado nível de corrente de excitação a fim de manter, em qualquer instante e condição de carga, a tensão de saída do gerador rigorosamente constante) modelo SCHORCH de 65V e 43 A.

Para a manutenção da qualidade da energia gerada, de 220V, foi necessário a instalação de um painel de controle com voltímetro, medidor multifunções (dispositivos que otimizam a operação do seu sistema, reduzindo os custos operacionais e de manutenção, eliminando as perdas de produção e aumentando a confiabilidade e o desempenho da sua instalação), amperímetro e conferidor de fases. Desse painel a energia elétrica monitorada é conduzida para um disjuntor que interrompe o circuito toda vez que ocorre sobrecarga ou curto-circuito.

Quadro 5 Características técnicas do disjuntor

Marca - BEGHIM				
Modelo	Tensão nominal	Frequência	Rele	Capacidade interrupção
Ln 2000 A	1200 V	50/60 Hz	Ln 2000 A	50KA/440V

Fonte Disjuntor localizado na sede da Fazenda Lagoa da Veada

Quadro 6 Circuitos auxiliares do disjuntor BEGHIM

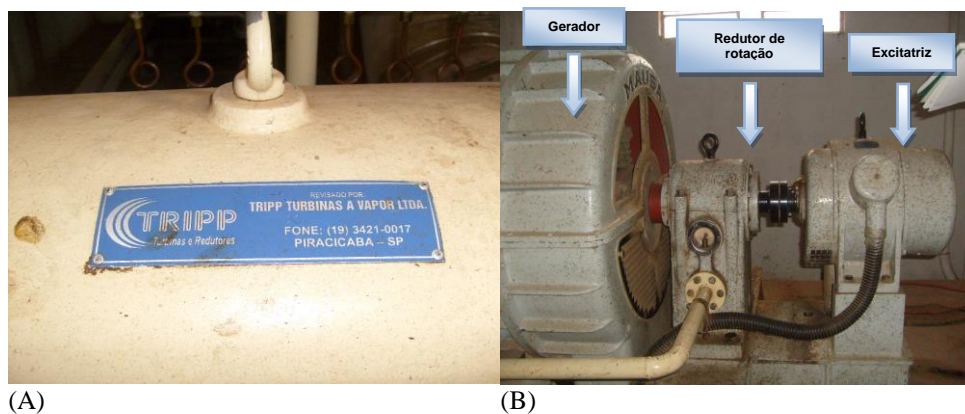
Circuitos auxiliares			
Diagrama	Rele abertura	Rele fechamento	Rele subtensão
DM~620	24V 0hz	24V 0hz	220V 60hz

Fonte Disjuntor localizado na sede da Fazenda Lagoa da Veada

Por este disjuntor passa a energia gerada de 220V que é conduzida para um **transformador** de 500KVA modelo “ZAGO” onde, transforma-se de 220V para 13800V com o objetivo principal de se transportar essa energia. Essa energia, ao chegar ao seu destino (carrinho/pivô e bomba d’água/pivô) é novamente transformada através de um transformador de 25KVA, de 13800V para 480V para o carrinho e, para a bomba d’água, através de um transformador

de 150KVA, passando de 13800V para 380V.

Com o sucesso da instalação da 1ª turbina e gerador à caldeira de 10Kg de pressão, e com a economia dos gastos com energia elétrica, optou-se por instalar mais um conjunto turbina/gerador acoplado a 2ª caldeira de 16Kg de pressão, já existente na propriedade, capaz de gerar 600 KVA mas, que atualmente gera 350 KVA, em razão do sistema de alimentação ser manual. Com os dois conjuntos em funcionamento, a empresa Meneghetti Ltda. poderia gerar até 900 KVA.



(A) (B)
Figura 7 Turbina (A) do Gerador MAUSA (B) acoplado a excitatriz

Fonte Placa de identificação no gerador localizado na sede da Fazenda Lagoa da Veada

Com a instalação dos pivôs (2 x 90ha) centrais objetiva-se a cafeicultura e considera-se o consumo de duas bombas d'água com 100 e 75 CV (1 HP = 1,0138 CV = 745,69987 W) para cada pivô, ou seja, cada pivô gasta, incluindo 9 motores de 3CV, um total de 193 CV. O consumo parcial de energia elétrica gira em torno de 70KVA somente para os exaustores de caldeira, bombas d'água para resfriamento, luzes, talhas elétricas, oficina e beneficiadora de café.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estima-se pelos proprietários que o custo do 1º conjunto (usado/revisado) de turbina gerador tenha ficado em torno de U\$ 200.000 e a do 2º conjunto (usado/revisado) (caldeira 16kgf/turbina/gerador) um valor em torno de U\$ 600.000. As contas de energia elétrica da propriedade, antes de se instalarem os pivôs, eram em média de R\$ 7.000,00 mensais. Estima-se pelos proprietários (informações obtidas de outros empresários do ramo) que cada pivô, com área útil de 90 hectares, teria um gasto com energia direto da concessionária em torno de R\$ 5.000,00 cada conjunto de pivô/mês, ou para melhor esclarecer, gasto com R\$ 50,00/ha/mês pago com energia gasta com irrigação através de pivô.

Quadro 7 Produção de energia elétrica dos geradores instalados na Destilaria Meneghetti Ltda

Produção atual			Capacidade de produção		
Gerador 1	Gerador 2	Total	Gerador 1	Gerador 2	Total
225 KVA	350 KVA	575 KVA	300 KVA	600 KVA	900 KVA

Fonte: Placa de identificação de gerador e informação de instrumentos quantitativos localizados na sede da Fazenda Lagoa da Veada.

Quadro 8 Consumo atual de energia elétrica na Fazenda Lagoa da Veada

Bombas d'água/pivô		Outros*	Total
100 KVA	75 KVA	70 KVA	245 KVA
175 KVA			

* Exaustores, bombas d'água, luzes, talhas elétricas, oficina e beneficiadora de café.

Fonte: Placa de identificação de gerador e informação de instrumentos quantitativos localizados na sede da Fazenda Lagoa da Veada.

Por meio do processo implantado, consegue-se gerar atualmente até 575 KVA e com possibilidades de se produzir 900 KVA. Considerando o consumo geral de aproximadamente 300 KVA, temos uma sobra diária de energia de 275

KVA. Segundo os proprietários, pensou-se na possibilidade de se aumentar a produção e vender a energia à concessionária, mas, em decorrência do baixo preço pago não foi dado andamento à ideia.

6 CONCLUSÃO

Pelas análises *in-loco*, observou-se que o sistema é economicamente viável, porque o investimento feito pela empresa, segundo informações dos proprietários, é pago em 5 anos. Como outros sistemas e dispositivos da agroindústria, também dependem de energia elétrica para acionamento e funcionamento, pode-se aumentar a geração alternativa de energia para alimentá-los, diminuindo-se o tempo de retorno do investimento

Observou-se também que, as interferências de mudança de *lay-out* para implementação do sistema, são insignificantes para o meio ambiente, e como contribui para minimizar o consumo de energia regional, constatou-se que o sistema é ecologicamente correto.

Constatou-se, também, que o sistema alternativo é socialmente justo, porque com a implantação desse sistema alternativo de geração de energia elétrica, possibilitou-se a criação de novos empregos, graças a garantia de fornecimento energia, mesmo diante de crises fortuitas.

Portanto, ao se implementar sistemas alternativos de geração de energia, com investimentos relativamente baixos e com retorno de investimentos em curto prazo, contribui-se significativamente com as demandas econômicas/socioambientais do século XXI.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 4. ed. - Brasília: ANEEL, 2008 32 p.: il. AXT, R.; ALVES, V. M. **Física para Secundaristas: Fenômenos Mecânicos e Térmicos.** (Porto Alegre: UFRGS, 1994).

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2010. Ano base 2009.
 BRAZILIAN ENERGY BALANCE 2010. year 2009.
www.dee.feb.unesp.br/~cagnon/.../GESTAO%20ENERGETICA.pdf

BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. **O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio.** Cad. Brás. Ens. Fís., v. 23, n. 2, p. 182-217, ago. 2006.

CEPA - Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada do Instituto de Física. *Hidraulica*. Edited by USP. 1999. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidraulica/energia_recurso.htm>. Acesso em: Dezembro 2010.

DUIT, R. **Learning the energy concept in school:** empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, v.19, p. 59-66. 1984.

FEYNMAN, R. P. **Física em Seis Lições** (Rio de Janeiro: Ediouro, 1999).

GILBERT, J.; POPE, M. **Small Group Discussions about Conceptions in Science:** A Case Study. *Research in Science and Technological Education*, 4. ed, p. 61-76. 1986.

GOLDEMBERG, J.; *Science* **2007**, 315, 808

MAGALHÃES, G. **São Paulo em Perspectiva**, v. 6 (1-2); p.52-66, janeiro-junho, 1992 - seade.sp.gov.br. Disponível em: <<http://sistemas3.usp.br/tycho/producaoacademica/fflch/flh/CV23.html>>. Acesso em: Fevereiro 2011.

OGBORN, J. **Energy, change, difference and danger.** *Sch. Science Review*, **72**, p. 81-85, 1990. Disponível em: <

<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/x/sys/resumos/t0087-1.pdf>>.
Acesso em: Fevereiro 2011.

TUNDISI, H.S.F. **Usos de energia, sistemas e fontes alternativas:** do fogo aos gradientes de temperaturas oceânicas. 12. ed. (São Paulo: Saraiva, 2000). Disponível em: < www.remea.furg.br/mea/remea/vol9/a09art12.pdf >. Acesso em: Fevereiro 2011.