

ALEXANDRE FERREIRA PEVIDOR

**UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE ALGODÃO PARA MELHORAR A MATRIZ
ENERGÉTICA BRASILEIRA NA REGIÃO DO SUL DO ESTADO DO MATO
GROSSO**

**RONDONÓPOLIS
2011**

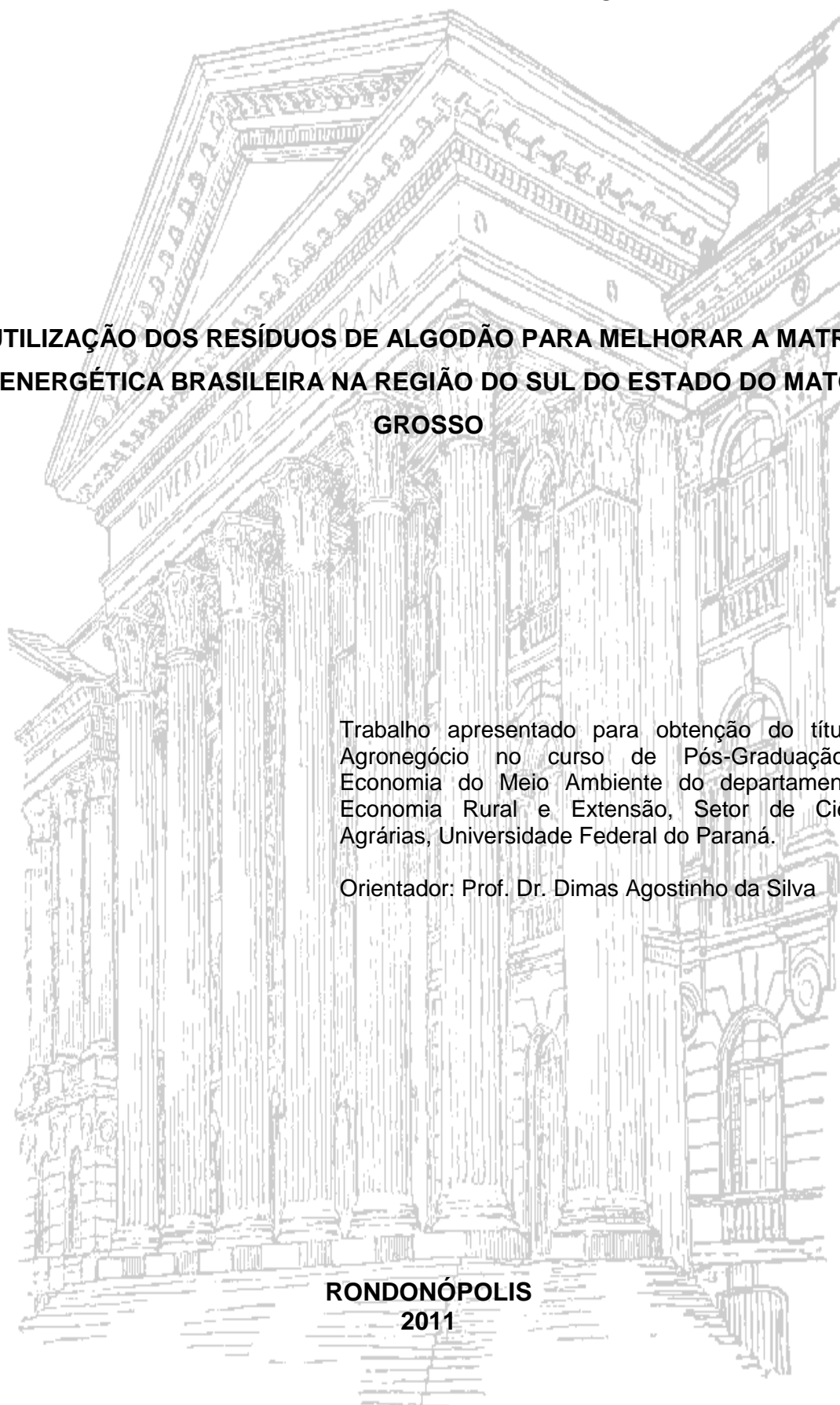
ALEXANDRE FERREIRA PEVIDOR

**UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE ALGODÃO PARA MELHORAR A MATRIZ
ENERGÉTICA BRASILEIRA NA REGIÃO DO SUL DO ESTADO DO MATO
GROSSO**

Trabalho apresentado para obtenção do título de Agronegócio no curso de Pós-Graduação em Economia do Meio Ambiente do departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Agostinho da Silva

**RONDONÓPOLIS
2011**



AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a Deus, o Deus de Abraão, Isaque e Jacó, o Deus da Bíblia, da criação, aquele que do sopro de Sua boca todas as coisas vieram a existir. Te amo Deus.

Dedico esta obra à minha esposa Sheyla e meu filho Lucan, pela compreensão de muitas ausências no trabalho e na pesquisa. Amo vocês.

Dedico também este trabalho ao professor Dr Paulo de Tarso Lara Pires, sem sua oportunidade jamais teria conseguido chegar até aqui.

Compartilho esta dedicação ao Agrônomo Márcio Souza e à Torre, que me disponibilizaram condições de pesquisa para chegarmos a estes resultados.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATRIZ ENERGÉTICA - BREVE REFLEXÃO	7
2.1 Desenvolvimento da Matriz Energética Brasileira	8
2.2. Novas Tecnologias e novas Tendências.....	12
2.3. O Brasil e o Cenário Mundial	21
3. METODOLOGIA.....	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
5. REFERÊNCIAS.....	34

LISTA DE IMAGENS

IMAGEM 01. Plantação De Algodão	08
IMAGEM 02. Mapa Do Estado Do Mato Grosso	10
IMAGEM 03. Produção De Algodão Herbáceo No Brasil, Com Destaque Para Os Principais Municípios Produtores – 2004	11
IMAGEM 04. Placas De Energia Solar	19
IMAGEM 05. Radiação Solar Global Diária - Média Anual Típica (wh/m ² .dia)	20
IMAGENS 06, 07, 08. Turbinas Eólicas	21
IMAGEM 09. Velocidade Média Anual Do Vento A 50m De Altura	24
IMAGEM 10. Usina Hidrelétrica De Itaipu	24
IMAGEM 11. Esquema De Barragem De Usina Hidrelétrica Com Destaque Para A Turbina	26
IMAGEM 12. Matriz De Oferta De Energia Renovável – BEN 2006.....	27
IMAGEM 13. Bagaço De Cana-De-Açúcar.....	29
IMAGEM 14. Soqueira (Trocós E Galhos) Da Cotonicultura.....	33
IMAGEM 15. Soqueira (Trocós E Galhos) Da Cotonicultura.....	34
IMAGENS 16, 17, 18. Teste De Carbonização Da Biomassa Da Cotonicultura.....	36

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01. Resumo do desenvolvimento da energia elétrica no Brasil	14
QUADRO 02. Energia: Brasil x Mundo.....	28
QUADRO 03. Estimativa de alguns resíduos vegetais do Brasil.....	28
QUADRO 04. Densidade e poder calorífico de resíduos e dos briquetes correspondentes	28
QUADRO 05. Análise de Umidade.....	32
QUADRO 06. Análise de densidade da biomassa	38
QUADRO 07. Análise de teor de cinzas da biomassa	38

RESUMO

Esta pesquisa propõe uma breve reflexão acerca da biomassa proveniente da cotonicultura na safra de 2009/2010 na região extremo Sul do estado do Mato Grosso, tendo como base de pesquisa a produção deste material na Fazenda Torre. Procedeu-se, inicialmente, um levantamento da quantidade de biomassa produzida durante uma safra em toda a extensão de cinquenta mil hectares de produção desta empresa, e os testes realizados, bem como os dados levantados na sede da empresa na Fazenda Torre I. A metodologia adotada foi o método experimental, com levantamento de dados de produção e com análises da capacidade do material analisado de ser transformado em briquetes eficientes e que atendam à necessidade energética a que se propõe. Do material coletado para a pesquisa, parte do teste de carbonização foi realizada em uma empresa especializada em carbonização chamada Bricarbrás em Jaguariaíva, outra parte do material passou pelo teste de briquetagem na empresa Bioware, em Campinas, São Paulo. Verificou-se que a produção da biomassa proveniente da cotonicultura apresenta uma razoável capacidade de contribuir para a melhoria energética brasileira

Palavras-chave: Biomassa do algodoeiro, matriz energética brasileira, briquete, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de grão do mundo. Segundo dados de 2010 a estimativa era que o país produzisse 146,5 milhões de toneladas totalizando por regiões: Sul, 62,2 milhões de toneladas; Centro-Oeste, 51 milhões de toneladas; Sudeste, 16,5 milhões de toneladas; Nordeste, 12,9 milhões de toneladas e Norte, 3,9 milhões de toneladas (TENDÊNCIAS E MERCADO, 6 DE MAIO DE 2010).

Dentro desta perspectiva de produção a necessidade de energia também aumenta na mesma proporção que o país se desenvolve. Não podemos pensar em desenvolvimento ou mesmo em crescimento de um país sem que haja um aumento na utilização de energia. A industrialização é um fator preponderante no crescimento do país, e quanto mais se necessita de energia, maiores são os desafios na geração de energia, principalmente de uma energia que seja menos agressiva ao meio ambiente.

Um dos grandes desafios de uma nação em desenvolvimento que queira investir na industrialização, diante da realidade ambiental em que vivemos, é o de produzir energia sustentável, de fontes que não agridam ao meio ambiente de forma a comprometê-lo para as gerações futuras.

Há grandes empresas voltadas para o agronegócio da cotonicultura no Mato Grosso. A empresa que pretendemos usar como base para o presente estudo cultiva 50 mil ha de algodão por safra. Durante o beneficiamento deste algodão, desde sua colheita, até seu beneficiamento nas algodoiras há uma grande “sobra” de resíduos como a soqueira, as casquinhas e as plumas. Acreditamos que com a carbonização e posterior briquetagem (*forma de compactar os resíduos do algodão carbonizado, transformando-os em um formato de “travesseiro” com dimensões em torno de 7 x 7 cm*), esta biomassa poderá se tornar uma excelente oportunidade de produção de energia limpa e renovável, podendo ser usada em grelhas, churrasqueiras, aquecedores e caldeiras, até mesmo em outras diversas necessidades de calor como fonte de energia.

IMAGEM 01: Plantação de algodão



Fonte: Fotografia tirada na região extremo sul do Mato Grosso. 2010

Atualmente, boa parte da fonte de energia utilizada em churrasqueiras, grelhas e até mesmo em caldeiras vêm de fontes como o Eucalipto. Quando tratamos da biomassa do algodão, há uma grande quantidade de áreas cultivadas no estado, podendo chegar a 670 mil hectares para a safra 2010/2011 (IMA – INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ALGODÃO - 2011). Diante destes dados animadores podemos concluir que não somente o estado produzirá grande quantidade de pluma, mas também alcançará uma enorme potencialidade na geração de energia renovável devido à produção de milhares de toneladas de soqueiras (*tronco e galhos*) e casquinhas (*casca da maçã do algodão que é descartada no processo de beneficiamento da pluma do algodão*) neste processo.

A presente pesquisa pretende analisar a viabilidade desta biomassa para a produção, em todas as suas etapas na geração de energia limpa; a importância que

esta energia trará para o meio ambiente na região Sul do estado do Mato Grosso; o significado em termos de mudança em se comparando com o atual modelo de carvão, retirado de árvores plantadas ou nativas.

Neste estudo pretende-se abordar a geração de biomassa do algodoeiro nas regiões que compreendem o Sul do Estado, tendo como foco específico a produção desta biomassa em três algodozeiras: uma no alto da Serra Petrovina, localizada na sede da Fazenda Torre I, Município de Pedra Preta/MT, nas coordenadas 16°48'26.00"S – 54°07'36.34"O, e avaliar a utilização dos resíduos da cotonicultura para energia visando melhoria da matriz energética nesta região.

IMAGEM 02: Mapa do Estado do Mato Grosso

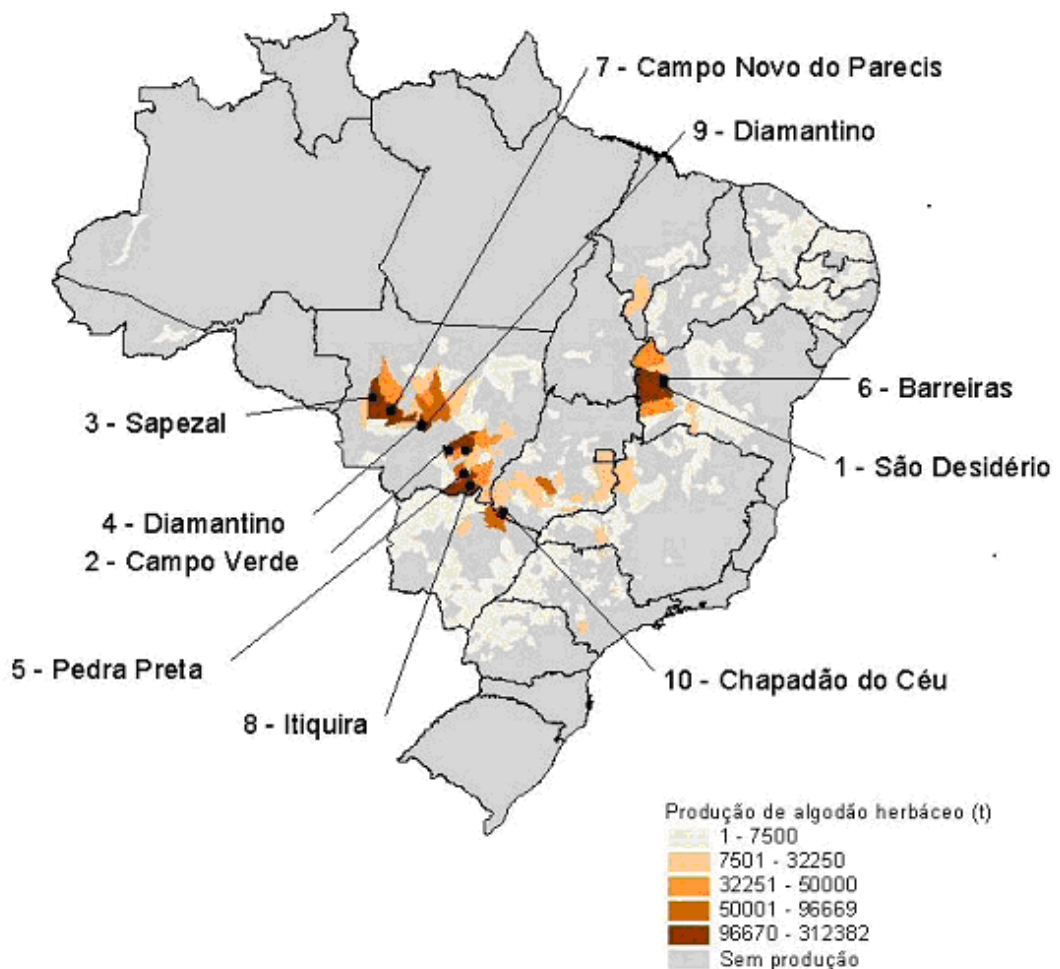


coordenadas 16°48'26.00"S – 54°07'36.34"O

Fonte: DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes

Entretanto, o estudo pretende analisar a geração de biomassa do algodão em todas as áreas de cultivo da Fazenda Torre, que se localizam desde a região de Chapadão do Sul/MS até Campo Novo dos Parecis/MT, e verificar a quantidade de

IMAGEM 03: Produção de algodão herbáceo no Brasil, com destaque para os principais municípios produtores - 2004



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal, 2004.

de toneladas de biomassa geradas por safra, e a viabilidade do processamento deste material com vistas à produção de briquetes de carvão para utilização como fonte de energia renovável. Uma análise do material se fará importante para

determinar a massa e o poder calorífico da biomassa com vistas à briquetagem, e os resultados, aliados à quantidade produzida na safra determinará a viabilidade do processo. Nesta pesquisa ainda busca-se avaliar a biomassa resultante do processo de beneficiamento do algodão para geração de energia; os aspectos econômicos do uso da biomassa do processo de beneficiamento do algodão para geração de energia e entender como o uso de uma fonte de energia renovável como a biomassa do algodão poderá contribuir para o ganho ambiental.

Entende-se que se confirmada a viabilização da carbonização e briquetagem desta biomassa, e se a quantidade de biomassa gerada por safra for suficiente para cobrir os custos e gerar renda ao produtor, estaremos diante de uma grande possibilidade de melhoria da matriz energética brasileira com o uso da biomassa, sobretudo da região do Centro Oeste.

2. MATRIZ ENERGÉTICA - BREVE REFLEXÃO

Quando falamos da geração de bioenergia, biomassa e energia renovável, atualmente já são vastos os materiais escritos e as fontes de pesquisa. Todavia, quando se trata do tema abordado por esta pesquisa, não há material disponível sobre os resultados no processo de carbonização dos resíduos da cotonicultura e da sua briquetagem com finalidade de geração de energia.

Embora grande parte do planeta esteja desprovida de florestas, a quantidade de biomassa existente na terra é da ordem de dois trilhões de toneladas. Em termos energéticos, isso corresponde a oito vezes o consumo mundial de energia primária (RAMAGE; SCURLOCK, 1996).

Segundo a Agência Internacional de Energia, atualmente, várias tecnologias de aproveitamento estão em fase de desenvolvimento e aplicação. Mesmo assim, estimativas da (AIE) indicam que, futuramente, a biomassa ocupará uma menor proporção na matriz energética mundial – cerca de 11% em 2020 (AIE, 1998).

A história da humanidade e de seu desenvolvimento sempre esteve intrinsecamente ligada a cada tipo de energia a que teve acesso em todas as épocas de seu desenvolvimento (AGENEAL e DAVID PRICE). Em um passado remoto a única fonte de energia era a lenha, muito utilizada como provisão de calor, na alimentação, no aquecimento e na proteção de animais noturnos. A história do desenvolvimento da humanidade em qualquer se seja o local, mostra com fatos e dados arqueológicos que sempre houve uma total dependência da disponibilidade energética para alavancar seu desenvolvimento local, e por que não dizer, global também. O primeiro metal descoberto foi o cobre, ainda na pré-história, no oriente médio, e com a descoberta deste material e posteriormente de outros metais foi possível desenvolver ferramentas mais eficientes que as de pedra. Com o uso do metal também foi possível fabricar a roda, o que gerou grandes oportunidades de desenvolvimento da pré-história (RECICLOTECA).

Em centenas de anos de desenvolvimento, a humanidade alcançou a metalurgia, e a partir dela a demanda energética sofreu um '*bum*' de

desenvolvimento, intercalado com horas maior consumo, horas maior demanda. Com o avanço da tecnologia, de produtos e da industrialização, também veio o desenvolvimento da produção energética mundial, comprometendo a dependência de uma fonte de energia unicamente fóssil.

2.1. Desenvolvimento da Matriz Energética Brasileira

O Brasil inicia seu ciclo de consumo energético utilizando a lenha (FLAVIO FERNANDES e EDMILSON MOUTINHO DOS SANTOS), muito abundante até então, no país. Os ciclos da cana e do ouro se sustentaram sobre a força energética do carvão vegetal. O ciclo do café provocou uma mudança na matriz energética, levando o país a utilização do carvão mineral, consumo este alavancado com a imigração de europeus acostumado com a utilização deste tipo de fonte energética, pelas primeiras locomotivas movidas a carvão e pelo início do processo industrial no país. Com a industrialização, principalmente com a fabricação e importação de automóveis, o Brasil iniciou seu ciclo de escravidão ao petróleo.

TABELA 01. Resumo do desenvolvimento da energia elétrica no Brasil

1879	Inauguração, na Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II, atual Estrada de Ferro Central do Brasil, da primeira instalação de iluminação elétrica permanente do país.
1883	Entra em operação a primeira usina hidrelétrica brasileira. A usina está localizada no Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, na cidade de Diamantina. Inauguração do primeiro serviço público municipal de iluminação elétrica do Brasil e da América do Sul.
1887	Entra em operação a usina termoelétrica da Fiat Lux.
1889	porte grande para a época, a Marmelos-Zero, da Companhia Mineira de Eletricidade, pertencente ao industrial Bernardo Mascarenhas.
1899	Criação da São Paulo Railway, Light and Power Empresa Cliente Ltd - SP Railway -, evidenciando a entrada do capital estrangeiro no setor elétrico.
1903	Aprovação, pelo Congresso Nacional, do primeiro texto de lei disciplinando o uso de energia elétrica no país.
1904	Criação da Rio de Janeiro Tramway, Light and Power Empresa Cliente - RJ Tramway, do mesmo grupo financeiro da São Paulo Light.
1908	Entra em operação a hidrelétrica Fontes Velha, a maior usina do Brasil e uma das maiores do mundo na época.
1913	Início da operação da hidrelétrica Delmiro Gouveia, a primeira usina construída no Nordeste.
1920	capacidade instalada de energia elétrica do Brasil é de cerca de 360 MW.
1930	A capacidade instalada de energia elétrica do Brasil gira em torno de 780 MW.
1934	Promulgação do Código de Águas, pelo presidente Getúlio Vargas, que atribui ao poder público a possibilidade de controle das concessionárias de energia elétrica.
1936	Criada a ABCE (Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica).
1939	Criação, por Vargas, do CNAE (Conselho Nacional de Águas e Energia), que tem como objetivo sanear os problemas de suprimento, regulamentação e tarifa referentes à indústria de energia elétrica do país.
	Regulamentada a situação das usinas termelétricas do país, mediante integração às

1940	disposições do Código de Águas. A capacidade instalada de energia elétrica do país é de cerca de 1.250 MW.
1943	Início da criação de companhias estaduais e federais como Ceee-RGS, Chesf, Cemig, Copel, Celesc, Celg, Cemat, Escelsa, Furnas, Cemar, Coelba e Ceal Energipe.
1950	capacidade instalada de energia elétrica do Brasil gira em torno de 1.900 MW.
1954	Entra em operação a usina Paulo Afonso I. Pertencente à Chesf, é a primeira grande hidrelétrica construída no rio São Francisco. Também inicia operações a usina Piratininga, a primeira termelétrica de grande porte do Brasil.
1957	Criada a Central Elétrica de Furnas S.A., com o objetivo de aproveitar o potencial hidrelétrico do rio Grande e solucionar, assim, a crise de energia na Região Sudeste.
1960	Criação do Ministério das Minas e Energia, pelo presidente Juscelino Kubitschek. A capacidade instalada de energia elétrica do país gira em torno de 4.800 MW.
1962	Formação do Consórcio Canambra, pelo Banco Mundial, para desenvolver estudos sobre os potenciais hidrelétricos e o mercado de energia elétrica na Região Sudeste.
1963	Entra em operação a hidrelétrica de Furnas. Maior usina do Brasil na época de sua construção, ela permite a interligação dos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.
1965	Criação do Departamento Nacional de Águas e Energia, encarregado da regulamentação dos serviços de energia elétrica no país.
1968	Criação da Eletrosul (Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A.). Início da operação da maior termelétrica do país, a usina Santa Cruz, de Furnas Centrais Elétricas S.A. Criação do Eneram (Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Amazônia).
1970	capacidade instalada de energia elétrica do país é de cerca de 11.460 MW.
1973	Criação da Itaipu Binacional, a partir do tratado firmado entre Brasil e Paraguai para regulamentação da construção e operação de hidrelétricas no rio Paraná. Criação da Eletronorte (Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A). Criação da Nuclebrás (Empresas Nucleares Brasileiras S.A.). Criação do Cepel (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) para desenvolvimento de tecnologia em equipamentos e em sistemas elétricos.
1979	Nacionalização da Light Serviços de Eletricidade S.A. Início das operações da usina hidrelétrica Sobradinho. Instalação do Sinsc (Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação de Operação).
1980	capacidade instalada de energia elétrica no Brasil é de cerca de 31.300 MW.
1984	Concluída a primeira parte do sistema de transmissão Norte-Nordeste, permitindo a transferência de energia da bacia amazônica para a região Nordeste. Entra em operação a usina hidrelétrica Itaipu, a maior hidrelétrica do mundo, com 12.600 MW de capacidade instalada. Criação da Abrace (Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia).
1985	Criação do Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), com o objetivo de incentivar a racionalização do uso da energia elétrica, combatendo o desperdício. Inicia operação a usina termonuclear Angra I, primeira usina nuclear do Brasil.
1986	Entra em operação o sistema de transmissão Sul-Sudeste, transportando energia elétrica de Itaipu para a Região Sudeste.
1990	presidente Fernando Collor de Mello sanciona a Lei n.º 8.031, que cria o PND (Programa Nacional de Desestatização). Criado o Sintrel (Sistema Nacional de Transmissão de Energia Elétrica), que viabiliza a competição na geração, distribuição e comercialização de energia. A capacidade instalada de energia elétrica no Brasil atinge volume de cerca de 53.000 MW.
1996	criada com os objetivos de: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica; atender a reclamações de agentes e consumidores; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas e zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os geradores e assegurar a universalização dos serviços.
1997	Criada a Eletronuclear (Eletrobrás Termonuclear S.A.), responsável pelos projetos das usinas term nucleares brasileiras. Nova constituição do órgão regulador do setor de energia elétrica, sob a denominação de Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica).
	Lançado pelo presidente Fernando Henrique Cardoso o Programa Prioritário de Termelétricas, com vistas à implantação no país de diversas usinas a gás natural. O

<p>2000</p>	<p>programa foi instituído pelo ministro de Minas e Energia, Rodolpho Tourinho Neto. Entra em operação a usina hidrelétrica Itá, na divisa dos municípios de Aratiba (RS) e Itá (SC). A importação de 1.000 MW de energia da Argentina, iniciada no mês de julho pela Cien (Companhia de Interconexão Energética) utiliza novas linhas de 500 kV e une as subestações de Rincón e Garabi (Argentina), Santo Ângelo e Itá (Brasil), constituindo a maior e mais importante compra de energia da Argentina pelo Brasil. Instituído o CNPE (Conselho Nacional de Política Energética), com a atribuição de formular e propor ao presidente da República as diretrizes da política energética nacional. Criação das seguintes associações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrate (Associação Brasileira das Grandes Empresas de Transmissão de Energia Elétrica). • Abraceel (Associação Brasileira dos Agentes Comercializadores de Energia Elétrica). <p>APMPE (Associação Brasileira dos Pequenos e Médios Produtores de Energia Elétrica). Criação da CBIEE (Câmara Brasileira de Investidores em Energia Elétrica), que agrega associados entre grupos empresariais brasileiros, portugueses, franceses, espanhóis, belgas e americanos, globalmente comprometidos com investimentos de longo prazo em infra-estrutura. capacidade instalada de energia elétrica no Brasil gira em torno de 72.200 MW.</p>
<p>2001</p>	<p>O país vive a sua maior crise energética, acentuada pelas condições hidrológicas extremamente desfavoráveis nas regiões Sudeste e Nordeste. Com a gravidade da situação, o governo federal cria, em maio, a GCE (Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica), com o objetivo de "propor e implementar medidas de natureza emergencial para compatibilizar a demanda e a oferta de energia elétrica, de forma a evitar interrupções intempestivas ou imprevistas do suprimento". Em junho, é implantado o programa de racionamento nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e, em agosto, em parte da região Norte. Ainda no âmbito da crise de energia elétrica, o governo cria em agosto a CBEE (Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial) para realizar a contratação das térmicas emergenciais. Entra em operação, também em agosto, a usina termelétrica Eletrobold (RJ), incluída no Programa Prioritário de Termelétricas (PPT). Em novembro, a usina termelétrica Macaé Merchant, também incluída no PPT, inicia operação no município de Macaé (RJ). Criação da Abraget (Associação Brasileira de Geradoras Termelétricas). Começa a operar, em dezembro, a primeira unidade da usina hidrelétrica Lajeado, na divisa dos municípios de Miracema do Tocantins e Palmas (TO). Construída pela Investco, consórcio liderado pelas empresas Rede Lajeado Energia, do Grupo Rede, e EDP Brasil, controlada pela Electricidade de Portugal (EDP), a usina foi projetada para funcionar com cinco unidades geradoras, numa capacidade total de 900 MW. Em dezembro, termina o racionamento na região Norte.</p>
<p>2002</p>	<p>Entra em operação, em fevereiro, a usina hidrelétrica Machadinho, na divisa dos municípios de Maximiliano de Almeida (RS) e Piratuba (SC). Em julho, começa a operar a terceira e última unidade geradora da usina, perfazendo o total de 1.140 MW. Em fevereiro, acaba o racionamento nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Entra em operação, em maio, a usina hidrelétrica Cana Brava, na divisa dos municípios de Cavalcanti e Minaçu (GO), com capacidade de geração de 450 MW, alcançada quatro meses após a inauguração. Em junho, é extinta a GCE (Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica), substituída pela CGSE (Câmara de Gestão do Setor Elétrico), vinculada ao CNPE (Conselho Nacional de Política Energética). A CGSE tem a incumbência de propor ao CNPE diretrizes para a elaboração da política do setor de energia elétrica, além de gerenciar o Programa Estratégico Emergencial para o aumento da oferta de energia.</p>
<p>2003</p>	<p>O governo federal lança em novembro o programa Luz para Todos, objetivando levar, até 2008, energia elétrica aos 12 milhões de brasileiros que não têm acesso ao serviço. Deste total, 10 milhões estão na área rural. A gestão do programa será compartilhada entre estados, municípios, agentes do setor elétrico e comunidades. No mesmo mês, entra em operação comercial a 15ª unidade geradora hidráulica da hidrelétrica Tucuruí. É a terceira máquina da segunda etapa da usina, que lhe rende mais 375 MW de potência. Nesse ano, a capacidade instalada de energia elétrica no Brasil está em torno de 77.300 MW.</p>

2004	É inaugurada, em janeiro, a PCH Padre Carlos, em Poços de Caldas (MG). Com capacidade para gerar 7,8 MW, a usina integra um conjunto de cinco pequenas centrais hidrelétricas já em operação na área e serve de reforço no atendimento dos 52 mil consumidores da área de concessão do Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas. Aprovado o novo modelo do setor elétrico, com a promulgação, em março, das Leis nº 10.847 e nº 10.848, que definem as regras de comercialização de energia elétrica e criam a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), com a função de subsidiar o planejamento técnico, econômico e sócio-ambiental dos empreendimentos de energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados e de fontes energéticas renováveis. Criados a CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), o CMSE (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico) e o CGISE (Comitê de Gestão Integrada de Empreendimentos de Geração do Setor Elétrico).
2005	Em janeiro, é inaugurada em Veranópolis (RS) a usina hidrelétrica Monte Claro, com capacidade para gerar 130 MW. A usina integra, junto com a 14 de Julho e a Castro Alves, o Complexo Energético do Rio das Antas, na região Nordeste do Estado. Esse conjunto de usinas aumentaria em 4,4% a capacidade instalada de geração no país. O sistema de fornecimento de energia elétrica no Espírito Santo é reforçado, em março, pela inauguração da Linha de Transmissão Ouro Preto 2-Vitória e pela ampliação da subestação de Vitória. Com a nova linha de transmissão, o Espírito Santo deixa de ser ponta do sistema elétrico e passa a contar com caminhos alternativos para o suprimento de energia. São assinados os contratos de concessão para a implantação de 2.747 quilômetros de 10 novas linhas de transmissão. As concessões têm duração de 30 anos e a construção dos novos empreendimentos deve beneficiar 140 municípios de 11 Estados: Ceará, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo. A Eletrobrás e a Korea Electric Power Corporation (Kepco), da Coreia do Sul, assinam Protocolo de Intenção para cooperação e formação de parcerias para investimentos conjuntos em projetos nos segmentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil e na América Latina. O protocolo prevê a avaliação do uso de todas as opções disponíveis de combustível, incluindo carvão, outros combustíveis fósseis, energia renovável e, eventualmente, energia nuclear. Em abril, é inaugurada em Belém (PA) uma usina de produção de biodiesel do Grupo Agropalma. A unidade tem capacidade para produzir 8 milhões de litros de biodiesel por ano e a empresa utiliza, como matéria-prima, resíduos do processamento da palma. A primeira usina brasileira de produção do biodiesel é inaugurada em março, em Cássia (MG).
2007	fevereiro de 2007, é ativada a primeira turbina da usina hidrelétrica Campos Novos, marcando o início da operação comercial do empreendimento. Localizada no rio Canoas, em Santa Catarina, a usina exige a construção da maior barragem do tipo entroncamento e face de concreto já executada no país, com 202 metros de altura e comprimento de crista de 592 metros. As outras duas unidades de geração, assim como a primeira, terão, cada uma, potência máxima instalada de 293,3 MW.

Fonte: (ENERGIAS DO BRASIL)

Na década de 50 o Brasil, que já caminhava bem com a utilização de energia de hidrelétrica (CÓDIGO DE ÁGUAS DE 1934) sofre um grande entrave por causa da grande seca de 1953 (SINERGIA). Falta de energia e racionamento de eletricidade provoca uma intervenção governamental na geração de energia colocando em operação a primeira máquina da usina hidrelétrica de Paulo Afonso (CHESF).

O Brasil sempre foi pioneiro no cenário mundial em diversos aspectos. Durante centenas de anos este país foi tratado como uma casta de países de

terceiro mundo, de um submundo de onde nada poderia acontecer neste contexto que trouxesse esperança ao resto do mundo, especialmente que servisse de modelo e exemplo para as nações “desenvolvidas”.

Nos últimos anos nosso país tem demonstrado ao mundo sua grande capacidade de oferecer respostas aos dilemas mundiais, dentre eles o avanço energético.

A dependência brasileira do combustível fóssil, sobretudo da matriz energética árabe, custou caro ao povo brasileiro. Mas com o avanço tecnológico, o Brasil entrou no mercado mundial não somente como grande consumidor, mas como gerador de energia em seus diversos aspectos. Apagões sempre custaram caro ao nome do Brasil, demonstrando falta de capacidade em gerir suas fontes energéticas com suficiência para a demanda nacional. Como citado anteriormente, como grande consumidor, ficávamos na dependência do mercado internacional no que diz respeito à oferta de produto energético, preço e demanda de uso cada vez maior por causa do crescimento alavancado pela economia cada vez mais estável.

2.2. Novas Tecnologias e novas Tendências

Com a abundância de águas em solo brasileiro, a produção de energia proveniente de usinas hidrelétricas se tornou cada vez mais viável para a nação. Nos anos 50 e 60, devido aos investimentos estatais, o setor energético também se industrializou. As áreas de petróleo, hidroeletricidade e carvão adquiriram dimensões de indústria, somando os esforços do governo na construção de indústrias de base e infra-estrutura. A era desenvolvimentista prosseguiu com Juscelino e seu plano de metas, desenvolvendo a indústria nacional e reduzindo a dependência brasileira da exportação de commodities agrícolas e minerais (FERNANDES).

Na década de 70 o Pró-Álcool ou Programa Nacional do Álcool foi um programa de mudança de visão e dependência de combustíveis movidos a petróleo pelo álcool combustível. Em 14 de Novembro de 1975 o decreto nº 76.593 cria o Pró-Álcool. Este programa foi idealizado pelo físico José Walter Bautista Vidal e pelo engenheiro Urbano Ernesto Stumpf este último conhecido como o pai do motor a

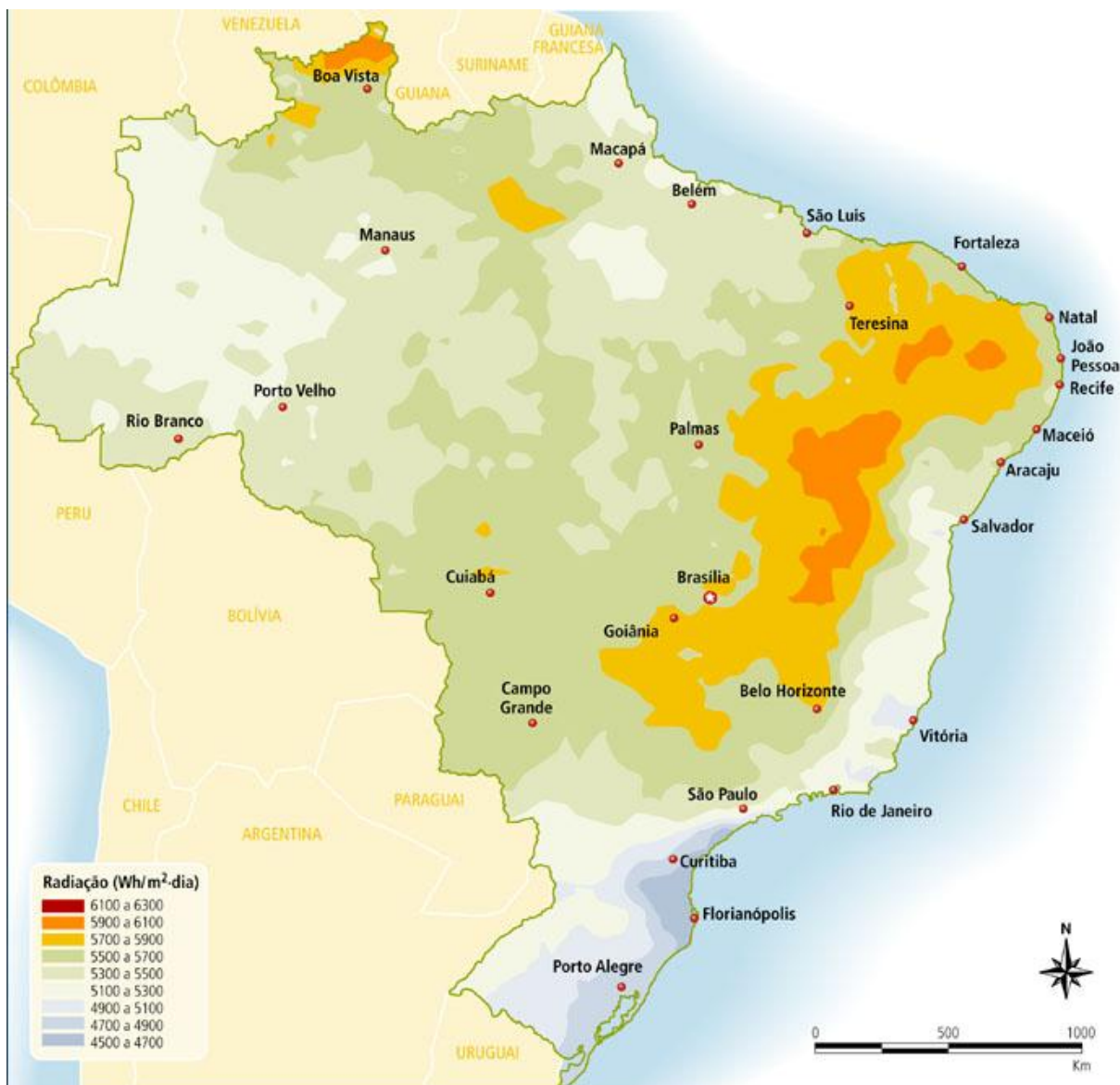
álcool (WIKIPÉDIA). Este programa alcançou um grande status no século XX por ser uma fonte de energia renovável em abundância no Brasil, e de pouco poder poluidor, atendendo perfeitamente a demanda de consumo de petróleo veicular. Em se tratando de fonte renovável, o Brasil estabeleceu um novo marco da fonte energética através do álcool combustível.

IMAGEM 04: Placas de Energia Solar



Fonte: Inteligência Ambiental 2009

IMAGEM 05: Radiação solar global diária - média anual típica (Wh/m².dia)



Fonte:ATLAS de Irradiação Solar no Brasil. 1998.

O Brasil tem grande potencial para a geração de energia mais limpa. Uma delas é a tecnologia voltada para a energia solar. Por se tratar de um país tropical e estar localizado parte dele na linha do Equador, o Brasil desfruta de grande privilégio na incidência de luz solar anual. O Brasil possui grande potencial de energia solar durante todo ano. A utilização da energia solar poderia trazer benefícios em longo prazo para o país viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas onde o custo da eletrificação pela rede convencional é demasiadamente alto (MARTINS, PEREIRA E ECHER).

Outra forma de produção de energia mais limpa em que o Brasil possui matéria prima é a energia eólica (*A energia cinética, resultante do deslocamento das massas de ar, pode ser transformada em energia mecânica ou elétrica*). Segundo dados do IBGE, A costa brasileira se estende pelo Oceano Atlântico, cobrindo 7.367 Km (IBGE). Para a produção de energia elétrica em grande escala, só são interessantes regiões que tenham ventos com velocidade média de 6 m/seg ou superior (PLANETA ORGÂNICO).

IMAGENS 06, 07, 08: Turbinas Eólicas

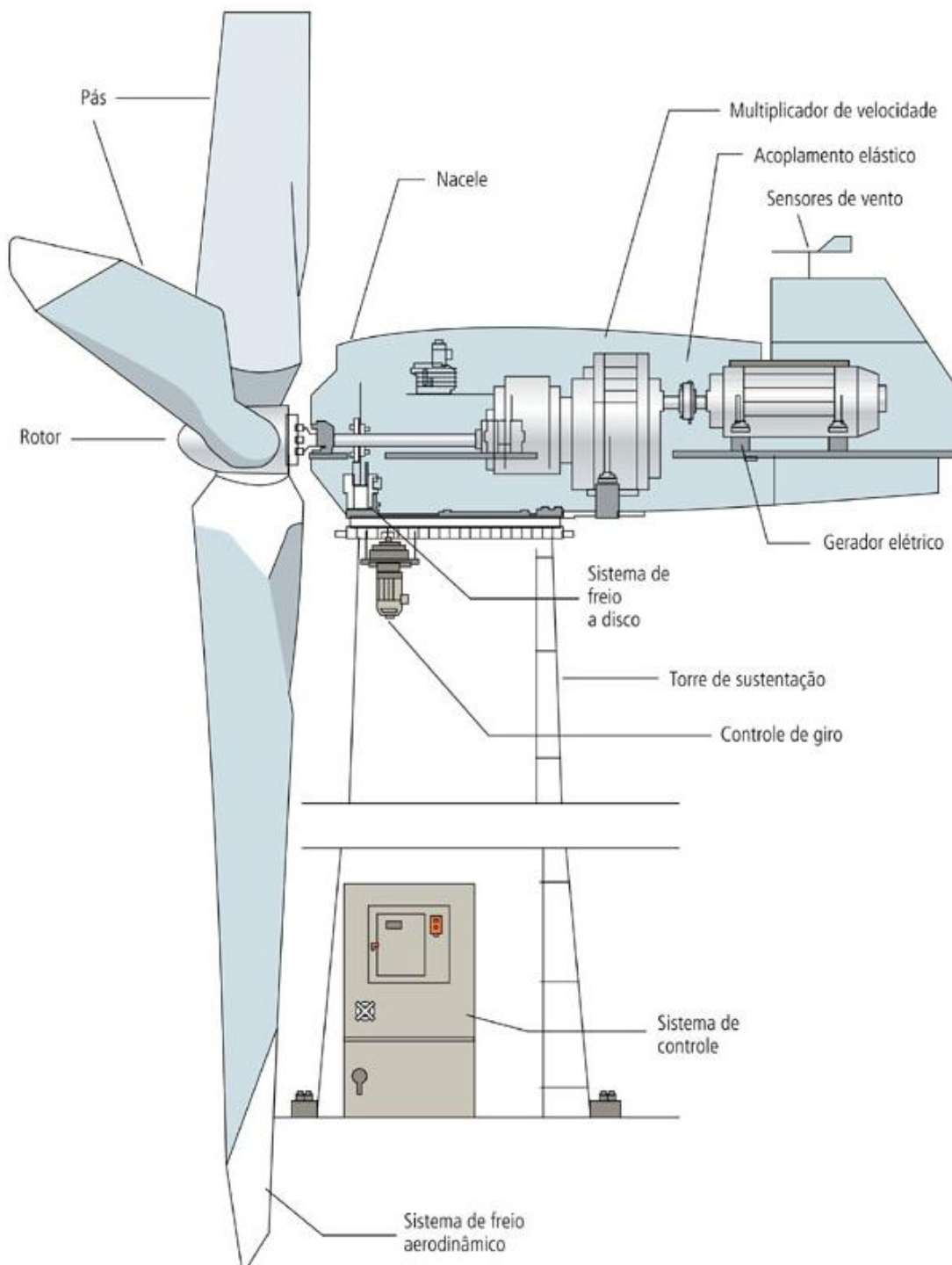


Fonte: Siemens 2008



Fonte: Física Motor Eléctrico 2010

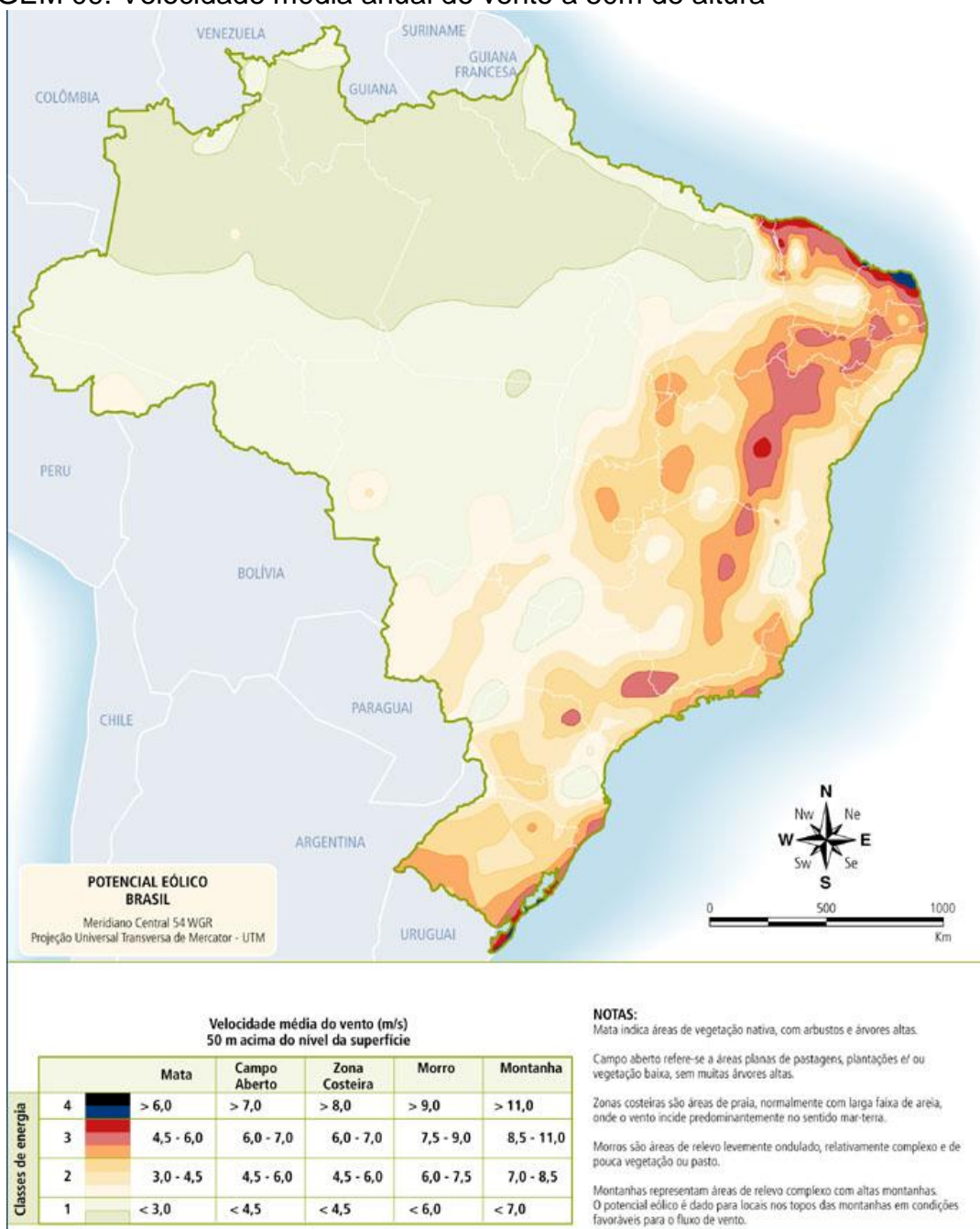
IMAGEN: Desenho esquemático de uma turbina eólica moderna



Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA - CBEE / UFPE. 2000

Desta forma, o Brasil possui grande potencial na produção de energia eólica, sendo um dos países com maior extensão de área litorânea do mundo com uma linha contínua de costa Atlântica de 8.000 km de extensão. (SOGEOGRAFIA). Segundo a ANEEL diversos levantamentos e estudos realizados e em andamento (locais, regionais e nacionais) têm dado suporte e motivado a exploração comercial da energia eólica no País.

IMAGEM 09: Velocidade média anual do vento a 50m de altura



Fonte: FEITOSA, E. A. N. et al. Panorama do Potencial Eólico no Brasil. Brasília: Dupligráfica, 2003.

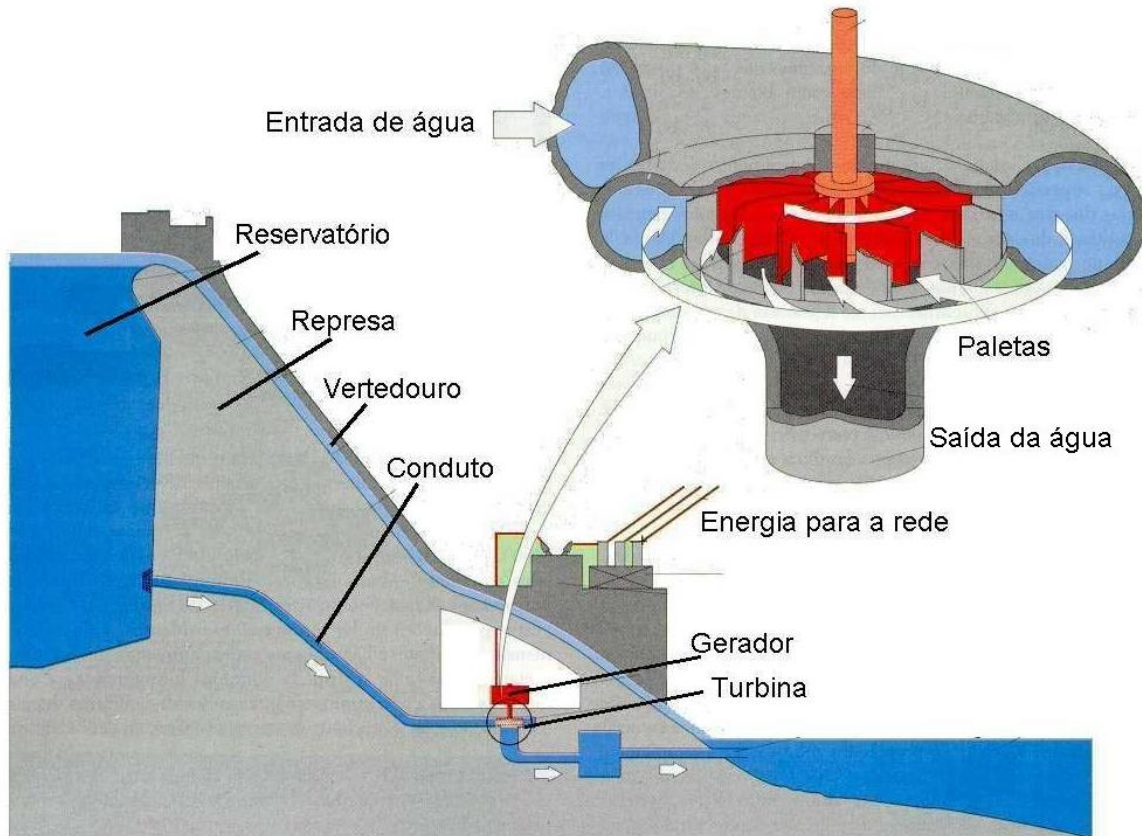
Uma nova tecnologia para a produção de energia mais limpa que o Brasil tem experimentado atualmente é a energia hídrica. Esta energia utiliza a força cinética das águas de um rio, geralmente com grande vazão e queda d'água e a transforma em energia elétrica por meio de uma ou mais turbinas hidráulicas. À exceção das grandes indústrias hidrelétricas, que atendem ao vasto mercado, há também a aplicação da energia hídrica no campo através de pequenas centrais hidrelétricas (PCHI), baseadas em rios de pequeno porte.(PLANETA ORGÂNICO)

IMAGEM 10: Usina Hidrelétrica de Itaipu



Fonte: Itaipu Binacional 2008

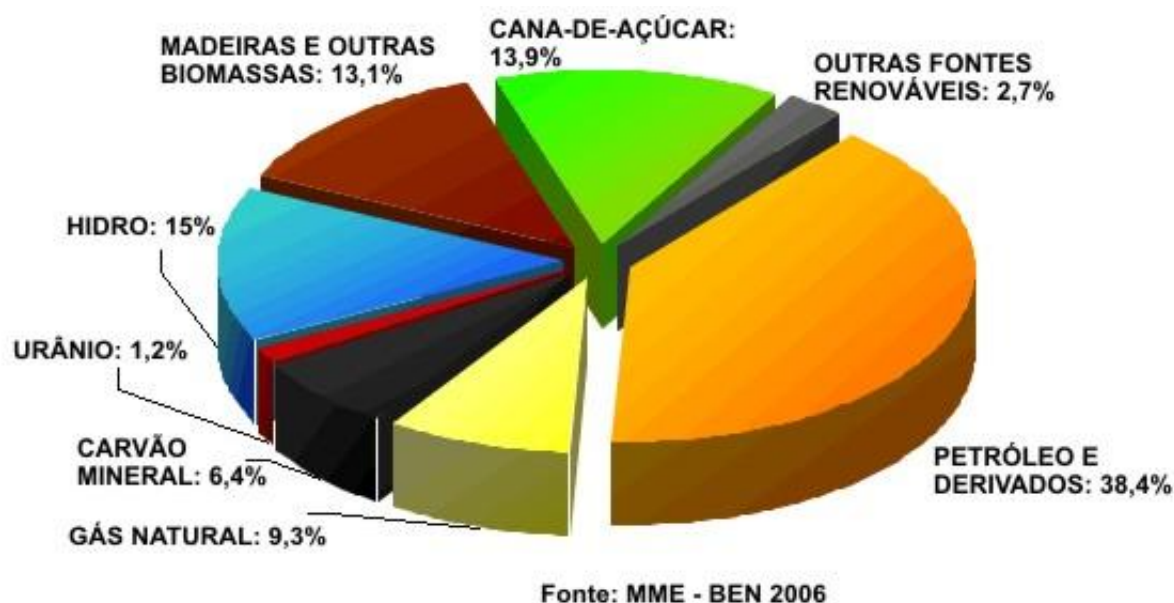
IMAGEM 11: Esquema de barragem de Usina Hidrelétrica com destaque para a turbina



Fonte: Regina H. Porto Francisco, CDCC - USP

A Biomassa tem se destacado no Brasil e no cenário mundial como grande fonte de energia mais limpa e fonte renovável para a melhoria da matriz energética. Grande parte da atividade da agricultura, da silvicultura e até mesmo dos centros urbanos geram resíduos sólidos que podem ser transformado em energia. Pode-se perceber que o Brasil possui um grande potencial na matriz energética renovável.

IMAGEM 12: matriz de oferta de energia renovável – BEM 2006



Fonte: BEN 2006

2.3. O Brasil e o Cenário Mundial

Outras tantas fontes de energia renovável estão em desenvolvimento no país como a energia eólica, gás natural, biomassa, biogás dentre outras. Em comparação com a produção de energia mundial, o Brasil tem se destacado como pioneiro e grande produtor de energias renováveis. O quadro a seguir (BEN 2004) faz uma breve comparação da matriz energética brasileira com o cenário mundial na produção / geração de energia:

TABELA 02. Energia: Brasil x Mundo

ENERGIA	BRASIL (%)	MUNDO (%)
Petróleo e derivados	43,2	34,9
Biomassa	27,2	11,5
Eletricidade	13,6	2,3
Gás Natural	7,5	21,0
Carvão	6,6	23,5
Urânio	1,9	6,8

FONTE: BEN – Balanço Energético Nacional. 2007.

TABELA 03 – Estimativa de alguns resíduos vegetais do Brasil.

TIPO DE RESÍDUO	ESTIMATIVAS DE PRODUÇÃO ANUAL NO BRASIL
Bagaço de cana-de-açúcar (alcool e açúcar)	84.3 milhões de toneladas
Casca de arroz	10,0 milhões de toneladas
Resíduos da industria da madeira	60,0 milhões de toneladas
Casca de côco	0,5 milhões de toneladas
Resíduos da castanha de caju	0.9 milhões de toneladas
Lenha de desmatamentos em fronteiras agrícolas nas Regiões Centro Oeste e Norte	90.0 milhões de toneladas
TOTAL	254,7 milhões de toneladas

Fonte: Waldir Ferreira Quirino

TABELA 04 – Densidade e poder calorífico de resíduos e dos briquetes correspondentes.

Tipo de resíduo	Densidade natural do resíduo (kg/m ³)	Densidade aparente do briquete (g/cm ³)	Densidade a granel dos briquetes (kg/m ³)	Poder calorífico (kcal/kg)
Palha de milho	33	0,91	550	3.570
Pó de serra	274	1,22	570	4.880
Aparas de madeira (serraria)	112	1,16	615	4.800
Usina de compensado	132	0,83	560	4.424
Casca de arroz	150	1,28	610	3.730
Bagaço de cana	180	1,10	600	3.700

Fonte: Waldir Ferreira Quirino

IMAGEM 13: Bagaço de cana-de-açúcar



Fonte: foto realizada na Unisa de Alcool Araguaia, em Confresa/MT. 2011

Dentro do aspecto da produção x consumo da energia produzida no setor primário, é que, segundo dados da BEN (Balanço Energético Nacional 2007), a própria produção primária é consumida no processo produtivo do setor secundário, ainda segundo a BEN “É de se destacar, ainda, que o consumo final de fontes primárias e secundárias se desagrega em energético e não-energético, sendo que o consumo final energético abrange diversos setores da economia, tais como: o próprio setor energético, o residencial, comercial, público, agropecuário, transporte e industrial. Por sua vez, o setor de transporte é desagregado em: rodoviário, ferroviário, aéreo e hidroviário e o setor industrial em: cimento, ferro-gusa e aço, ferro-ligas, mineração / pelletização, não-ferrosos, química, alimentos e bebidas, têxtil, papel e celulose, cerâmica e outras indústrias” (ECEN – Economia e Energia 1998).

Considerando a relação da matriz energética brasileira com o resto do mundo, podemos afirmar que a produção brasileira está entre as mais limpas do mundo, com processos produtivos que emitem gases como CO₂ (dióxido de Carbono) e CH₄ (Metano) em quantidades reduzidas, comparativamente.

O desenvolvimento industrial brasileiro provocou um '*start*' que alavancou o avanço da matriz energética no país. Desde os recursos mais primitivos, poluidores e de pouca eficiência, o país passou a ser um dos maiores produtores de tecnologias sustentáveis na produção de energia.

Entende-se que um maior investimento neste tipo de matriz energética, sobretudo no desenvolvimento de tecnologias para a utilização de biomassa como fonte renovável de energia, e no investimento para o avanço tecnológico e industrial na produção de álcool combustível colocaria o Brasil na ponta do mercado energético mundial como produtor/gerador deste tipo de energia mais limpa.

A humanidade e o planeta clamam por desenvolvimentos de energias sustentáveis, que não agridam tanto o meio ambiente, e que mantenha o desenvolvimento de forma sustentável, usando os recursos naturais para a sobrevivência da vida na terra, todavia, conservando os recursos naturais para que as gerações futuras tenham estes mesmos recursos para sua subsistência na terra.

METODOLOGIA

Diante das informações coletadas na pesquisa, estima-se definir se o potencial produtivo desta biomassa será economicamente viável para a produção de briquetes de carvão, e se esta produção poderá contribuir de alguma forma para a melhoria energética brasileira.

Para alcançarmos êxito em nossa pesquisa sobre a potencial geração da biomassa da cotonicultura, estudaremos a produção em geral de todo um grupo de fazendas de uma única empresa, com sede no município acima citado, totalizando, na safra 2010/2011 50 mil ha de lavoura de cotonicultura. Precisaremos definir quantas arrobas de biomassa são produzidas por hectare, calculando a totalidade da área cultivada para definirmos a totalidade, em arrobas, da biomassa que teremos disponíveis para a geração de energia.

Ainda, em fase preliminar, pretendemos realizar alguns testes laboratoriais para definirmos o teor de umidade em base úmida do material, entendendo o seu comportamento na geração de energia. Estes testes serão realizados na Bricarbrás, empresa especializada na carbonização de Eucalipto, localizada na cidade de Jaguariaíva/PR. Quanto à densidade do briquete da Soqueira, foram abordados seis testes para verificação da capacidade de resistência do material. Outro fator importante nesta análise foi a verificação quanto ao teor de cinzas da biomassa após a carbonização. Este teste foi realizado em dez etapas por se tratar de um importante dado, pois se a biomassa da cotonicultura produzir um excesso de teor de cinzas, ele se mostrará inviável para a produção de briquetes.

As informações coletadas na fazenda e nos testes laboratoriais serão reunidas em um banco de dados, e nos auxiliará a alguns dados quanto a viabilidade do uso desta biomassa para a melhoria energética na região sul do estado do Mato Grosso. As informações de lavoura, ou seja, a geração em arrobas/ha, calculando-se os valores de arrobas/ha x área de cultivo na safra 2010/2011 elucidará a viabilidade do uso desta biomassa na produção de uma energia renovável. As informações e testes laboratoriais mostrarão como esta

biomassa reagirá nos testes de carbonização, poder calorífico, teor de umidade, geração de cinzas e aglutinantes eficazes para a briquetagem do material.

Após a coleta dos dados pertinentes à utilização deste material, será verificado a viabilidade ou não, pelo potencial produtivo da biomassa/safra x custos de investimento na geração de energia renovável.

Após a análise laboratorial, descobriu-se que a soqueira naturalmente possui um fator de umidade como segue no gráfico abaixo:

TABELA 05 – Análise de Umidade

ANÁLISE DO TEOR DE UMIDADE BASE ÚMIDA						
Amostra	Pi (gr)	Pf (gr)	U_{bu} %	Média	Desvio	$U_{bu(\%)} = \frac{(Pi - Pf)}{Pi} \times 100$
1	310,8	131,7	57,63	57,02	0,60	
2	145,7	63,5	56,42			
3	156,3	67,2	57,01			

Fonte: Análise realizada nos laboratórios da Bricarbrás, Jaguariaíva/PR

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de safra do algodão da área pesquisada de 50 mil/ha, considerando uma colheita média de 300 @/ha, são produzidos algo em torno de 2,5 t/ha de soqueira de algodão (tronco, galhos), totalizando uma geração, em campo, próximo de 125.000 t no total.

IMAGEM 14: Soqueira (trocós e galhos) da cotonicultura.



Fonte: Fotografia tirada na usina de carbonização em Alto Taquari/MT. 2010

IMAGEM 15: Soqueira (trocós e galhos) da cotonicultura.



Fonte: Fotografia tirada na usina de carbonização em Alto Taquari/MT. 2010

Após o beneficiamento do algodão nas algodoeiras, em torno de 25% da matéria prima que entra no processo de beneficiamento sai em forma de resíduos, ou seja, biomassa do beneficiamento (casquinhas e parte de plumas). Considerando a média de geração de resíduos de biomassa do beneficiamento entre o algodão convencional e o algodão adensado, podemos afirmar que 250 kg/t são biomassa residuária. Somando-se a geração de biomassa em campo, 125.000t à geração da biomassa no processo de beneficiamento do algodão nas algodoeiras, 600 t chegamos a um total de 125.600t de biomassa em todas as áreas de produção da empresa, que possui potencial para a produção de briquetes de carvão.

A análise de umidade é um método gravimétrico e se baseia na perda de massa (água), de uma amostra. A amostra úmida (P_i) é acondicionada em estufa a 100°C até atingir peso constante, onde não ocorre perda de massa em pesagens

sucessivas (Pf). No teor de umidade de 57% para cada 1 tonelada de soqueira de algodão, 0,570 t corresponde a água que deve ser perdido pelo material para posteriormente permitir que as reações de carbonização ocorram. O rendimento em carvão esperado do material deve ficar em torno de 20 % do peso seco da soqueira de algodão. Da 1 t do material de entrada, teríamos 0,430 t de material seco que produziram em torno de 0,086 t de carvão. (BRICARBRÁS 2010)

Após estes dados passamos para o processo de carbonização da biomassa para verificação quanto ao seu comportamento em altas temperaturas, e se o resultado final propicia a produção de carvão com vistas à briquetagem. Inicialmente foi verificado grande êxito na carbonização. O material se comportou com grande eficiência demonstrando rigidez e boa fixação de carbono, mantendo intacta sua estrutura inicial, o que é imprescindível para a seqüência no processo de industrialização e briquetagem deste material antes de sua comercialização. Com a carbonização da biomassa da cotonicultura verificamos que o material se comporta bem, dando indicativos que se trata de uma excelente oportunidade de contribuição para a melhoria energética brasileira.

IMAGENS 16, 17, 18: Teste de carbonização da biomassa da cotonicultura





A biomassa da cotonicultura é gerada em grandes quantidades, e em todo o processo de transformação desta biomassa em energia renovável se mostra viável. Alguns testes e análises ainda faltam serem realizadas. Como se trata de um assunto ainda pouco discutido, acreditamos que testes e análises serão pertinentes para verificarmos outros valores como emissões, tempo de queima, poder calorífico, dentre outros.

Ainda em laboratório, após o processo de carbonização, verificamos, quanto à densidade do material analisado:

a) Densidade do briquete da Soqueira

TABELA 06 – Análise de densidade da biomassa

Amostra	Identif.	Peso (kg/m ³)	Comprimento médio (mt)	Volume	Densidade (kg/m ³)	Média	Desvio	CV (%)
Briquete Soqueira de Algodão	1	1073,7	15,8	802,8	1337,5	1299,6	40,1	3,1
	2	872,2	12,5	648,7	1344,4			
	3	626	9,5	481,9	1298,9			
	4	1102,9	16,3	845,9	1303,9			
	5	931,5	14,3	753,9	1235,6			
	6	1053,6	15,9	824,8	1277,3			

b) Teor de Cinzas do briquete da Soqueira

TABELA 07 – Análise de teor de cinzas da biomassa

Material	Nº amostra	Pi umido	Peso seco	Umidade (%)	MÉDIA	Peso cinzas	Cinzas (%)	Média
Briquete Soqueira de Algodão	1	1,0013	0,8593	16,53	16,4	0,091	10,65	10,0
	2	1,0005	0,8572	16,72		0,084	9,82	
	3	1,0014	0,8585	16,65		0,088	10,19	
	4	1,0006	0,8588	16,51		0,081	9,39	
	5	1,0019	0,8605	16,43		0,088	10,18	
	6	1,0005	0,8604	16,28		0,086	9,95	
	7	1,0015	0,8612	16,29		0,084	9,72	
	8	1,0014	0,8615	16,24		0,082	9,48	
	9	1,0019	0,8625	16,16		0,088	10,17	
	10	1,0020	0,8617	16,28		0,088	10,20	

Fonte: Bricarbrás 2010

A biomassa da cotonicultura é gerada em grandes quantidades, e em todo o processo de transformação desta biomassa em energia renovável se mostra viável. Alguns testes e análises ainda faltam serem realizados. Como se trata de um assunto ainda pouco discutido, acreditamos que testes e análises serão pertinentes para verificarmos outros valores como emissões, tempo de queima, poder calorífico, dentre outros. Por outro lado, a carbonização e briquetagem da biomassa da cotonicultura viabiliza a utilização e o aproveitamento deste resíduo gerando em abundância no estado do Mato Grosso.

Atualmente há um grande mercado energético para briquetes de carvão vegetal, especialmente nos Estados Unidos e em boa parte dos países da Europa. No Brasil este mercado ainda é muito pequeno, todavia a produção também é quase insignificante diante de um potencial de mercado como se apresenta o brasileiro para produtos ambientalmente sustentáveis.

Acreditamos que a produção de apenas uma empresa do ramo já seria suficiente para promover um enorme ganho ambiental. Se analisarmos a produção deste tipo de biomassa e sua transformação em energia em todo o território nacional, podemos concluir que a contribuição dos cotonicultores para a melhoria energética brasileira seria de precedentes gigantescos. É possível e muito viável o uso da biomassa da cotonicultura para a melhoria energética brasileira, uma forma sustentável e ambientalmente correta de produzir energia, de gerar renda e de promover um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

REFERÊNCIAS

- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Biomassa para Energia**. Campinas, 2008. 736 p.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira**. Rosillo-calle, Frank; Bajay, Sergio V. 2010; SENAC, São Paulo. Biomassa - **A Eterna Energia do Futuro**. Vasconcellos, Gilberto F. São Paulo. 1ª Edição; 2002;
- PUBLIFOLHA EDITORA. **Energia Alternativa**. Walisiewicz, Marek. São Paulo. 1ª edição, 2008
- FERNANDES, Flávio. SANTOS, Edmilson E. **Reflexões Sobre A História Da Matriz Energética Brasileira E Sua Importância Para A Definição De Novas Estratégias Para O Gás**. Tese de livre docência, 2004.
- RAMAGE, J; SCURLOCK, J. Biomass. In: BOYLE, G. **Renewable Energy: Power for a Sustainable Future**. New York: Oxford University Press, 1996.
- WIKIPEDIA. **Pró-álcool**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%B3-%C3%A1lcool>. Acesso em 05 junho 2011.
- BEN. **Balanco Energético Nacional de 2003**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 168 p., 2004. Disponível em: <http://www.ecen.com/eee11/ben98.htm>. Acesso em 07 de junho 2011.
- BEN. **recursos e Reservas Energéticas - 1972/97**. Disponível em: <http://www.ecen.com/eee11/ben98.htm>. Acesso em 07 de junho 2011.
- Revista Brasileira de Ensino de Física. **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário - o Projeto Swera**. v. 26, n. 2, p. 145 - 159, (2004). Disponível em: <http://www.sogeografia.com.br/Conteudos/GeografiaFisica/Vegetacao/?pg=11>. Acessado em 09 de junho 2011.