



FONTES DE ENERGIA NO BRASIL





PROJETO Energia Heliotérmica

Este estudo foi elaborado no âmbito do Projeto Energia Heliotérmica, gerido através do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e da Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. O Projeto Energia Heliotérmica tem o objetivo de estabelecer os pré-requisitos para a aplicação e disseminação da Geração Heliotérmica no Brasil.

Publicado por:
Projeto Energia Heliotérmica

Contato:
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
SCN Quadra 1 Bloco C Sala 1402 - 14º andar
Ed. Brasília Trade Center
70711-902 Brasília-DF, Brasil
T +55-61-3963 7524

Autor:
Rogério Couto Parente, Consultor Independente

Coordenação do projeto:
Eduardo Soriano Lousada (MCTI), Torsten Schwab (GIZ)

Editor:
Florian Remann (GIZ), Ute Barbara Thiermann (GIZ)

Design:
Barbara Miranda

June 2014

FONTES DE ENERGIA NO BRASIL



Por meio da: **giz** Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	8
2 ELÉTRICA DE DISTRIBUIDORAS CONCESSIONÁRIAS	10
3 GASES	13
3.1 GÁS NATURAL	13
3.1.1 GÁS NATURAL NO CEARÁ (CEGÁS)	13
3.1.2 PRODUÇÃO BRASILEIRA	
3.2 GLP	15
4 ÓLEOS COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO	17
4.1 COQUE DE PETRÓLEO	18
5 BIOMASSA	20
5.1 CARVÃO VEGETAL	20
5.2 CARVÃO MINERAL	20
5.3 CAVACO DE CAJUEIRO E CASCA DE AMÊNDOAS DE CAJU	22
5.4 CARVÃO VEGETAL	23
5.5 BAGAÇO DE CANA, PELLETS E OUTROS RESÍDUOS SÓLIDOS	23
6 REFERÊNCIAS	25
ANEXO	26

1 INTRODUÇÃO

Neste relatório procuraremos expor as principais fontes energéticas para geração de calor disponível no Brasil, especialmente, focado na realidade nordestina e do estado do Ceará. Visamos criar uma base comparativa de custo de utilização destas fontes e seus derivados para geração de energia térmica para fins de uso industrial.

Selecionamento, assim, dentre as inúmeras possibilidades de utilização como fonte de energia as principais e, portanto, as fontes ditas comerciais e disponíveis para serem adquiridas pelos consumidores.

A principal fonte de energia, e mais conhecida, é a energia elétrica. Sua produção pode ser hidráulica, termoelétrica (carvão, nuclear etc.), eólica, solar e, até mesmo, maremotriz. Contudo trataremos aqui de forma separada a energia elétrica disponível na ponta da rede elétrica disponibilizada pelas concessionárias, não importando como ela foi gerada.

Contudo, aprofundaremos na geração de energia analisando diretamente fontes energéticas que (por vezes são também fontes para geração de energia elétrica) são usadas para produção de calor. Então faremos uma análise básica da Energia Elétrica (de distribuição via concessionárias), Gases, Óleos e Derivados de Petróleo e Biomassa.

Segundo INEE, através de artigo de seu Diretor Geral Jayme Buarque de Hollanda, com base no Balanço Energético Nacional - BEN, as biomassas (Madeira e cana), responderiam por 27% da energia primária do Brasil, a maior parte destinada a usos industriais. No entanto, a estatística oficial não contempla alguns usos e processos de modo que subestima a participação das biomassas. Na avaliação do Instituto Nacional de Eficiência Energética - INEE ultrapassa um terço a energia primária do país.

MATRIZ DE FONTES DE ENERGIA PRIMÁRIAS

FONTES	MTEP*	%
PETRÓLEO	94	33%
GÁS NATURAL	28	10%
CARVÃO	14	5%
URÂNIO	4	1%
HIDRO	37	13%
MADEIRA ¹	35	12%
CANA DE AÇUCAR ²	65	23%
OUTROS ³	5	2%
TOTAL	282	100%

Fontes: BEN e INEE

* Milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo

(1) O Valor registrado no BEN é 26. Foram acrescentados 6 Mtep da energia usada nas fábricas de papel e celulose que foi incluído em "Outros" e 3 Mtep para considerar a baixa eficiência na conversão da madeira nativa em CV (o BEN considera a eficiência obtida nas indústrias).

(2) Acrescidos relativo a metade das palhas que ficam no campo e são combustíveis (mesmo critério que o usado para o GN queimado nas plataformas) e 11 Mtep relativos à energia do açúcar. A incorporação dos não-energéticos nas fontes é o critério usado pelo BEN para o petróleo e gás natural.

(3) O Valor do BEN de Outros foi reduzido de 6 Mtep que foi acrescentado no item Madeira.

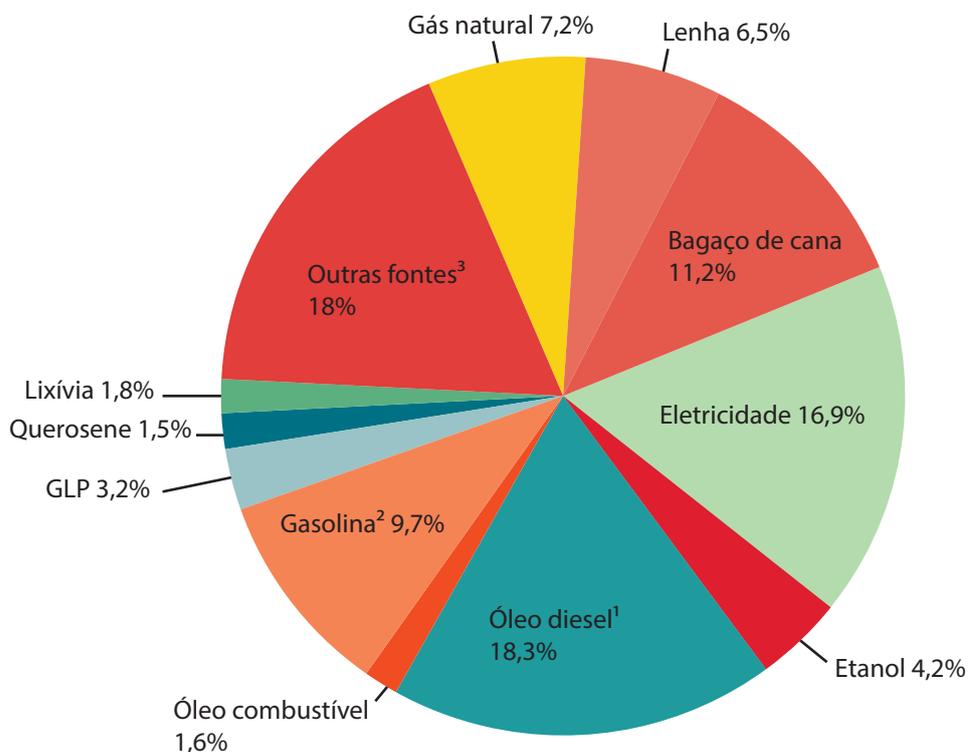
Comparada às demais fontes de energia primária do Brasil, a cana de açúcar apresenta as melhores perspectivas de desenvolvimento econômico mediante o aumento da eficiência energética e agregação de valor na sua cadeia de transformações e usos.

Neste trabalho, em nossas pesquisas sobre o poder calorífico de cada uma das fontes encontramos diversas variações de informações de acordo com cada autor, em geral, pesquisadores de universidade e centros de pesquisa. Sob análise, inferimos que tais divergências se dão pela variação das amostras dos

combustíveis analisados. Como o Poder Calorífico depende da quantidade de carbono e hidrogênio e estas quantidades variam a cada exemplo e metodologia de análise dependendo de diversos outros fatores, encontramos aí uma explicação para o fato. Assim, para termos um denominador comum, sempre que não encontrarmos uma informação específica,

utilizaremos a tabela encontrada no site da Aalborg Industries S.A. que congrega o Poder Calorífico Inferior (PCI) de vários combustíveis. Esta mesma tabela é encontrada em vários outros sites de indústrias e os valores em coincidem muitas vezes com valores isolados publicados em sites específicos.

Consumo Final de Energia por Fonte: 2012



Fonte: Balanço Energético Nacional, 3013, Relatório Síntese, ano-base 2012

¹ Inclui Biodiesel

² Inclui apenas gasolina tipo A

³ Inclui gás de refinaria, coque de mineral e carvão vegetal, dentre outros

2 ELÉTRICA DE DISTRIBUIDORAS CONCESSIONÁRIAS

TIPOS E FORMAS DE DISTRIBUIÇÃO

Baixa Tensão

- i. Residencial Normal;
- ii. Residencial Baixa Renda (sob condições específicas, RN 407/10 - Aneel);
- iii. Sub-Grupos: Rural, Irrigante, Comércio, Indústria e Poder Público, Água, Esgoto e Iluminação pública.

Alta Tensão

- i. Horosazonal Azul
- ii. Horosazonal Verde
- iii. Convencional
- iv. Opção pelo Grupo B

Em regra, as tarifas de alta tensão são agrupadas por tensão de fornecimento, 13,8kV, 69,0kV e 230kV, e subdivididas também por tipo de atividade do cliente:

- a. Comercial, Serviços e Outras Atividades
- b. Industrial
- c. Poderes Públicos
- d. Residencial
- e. Rural, Irrigante Aquicultura
- f. Água, Esgoto e Saneamento

Existem ainda 2 tipos de diferentes de consumidores que compram suas energias diretamente da CCEE – Câmara de Comércio de Energia Elétrica e/ou em Leilões:

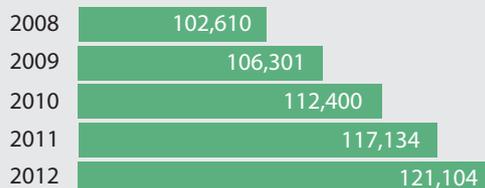
- a. “Especiais”: com consumo entre 500 a 3000 kWh, estes. Quando a energia é oriunda de fontes alternativas a TURD cobrada pelo concessionário é incentivada com redução de 50% (R\$ 3,5~)
- b. “Livres”: com consumo acima de 3000 kWh tem TURD R\$ 7,~~)

Capacidade instalada de geração

No plano das obras que entraram em operação no exercício de 2012, houve um acréscimo real de capacidade instalada de 3.969,61 MW de geração, alcan-

çando uma potência total instalada de 121.104,33 MW. Tal acréscimo representa um incremento da ordem de 3,39% em relação à capacidade instalada de geração verificada no exercício anterior (117.134,72 MW).

CAPACIDADE INSTALADA - GERAÇÃO (MW)



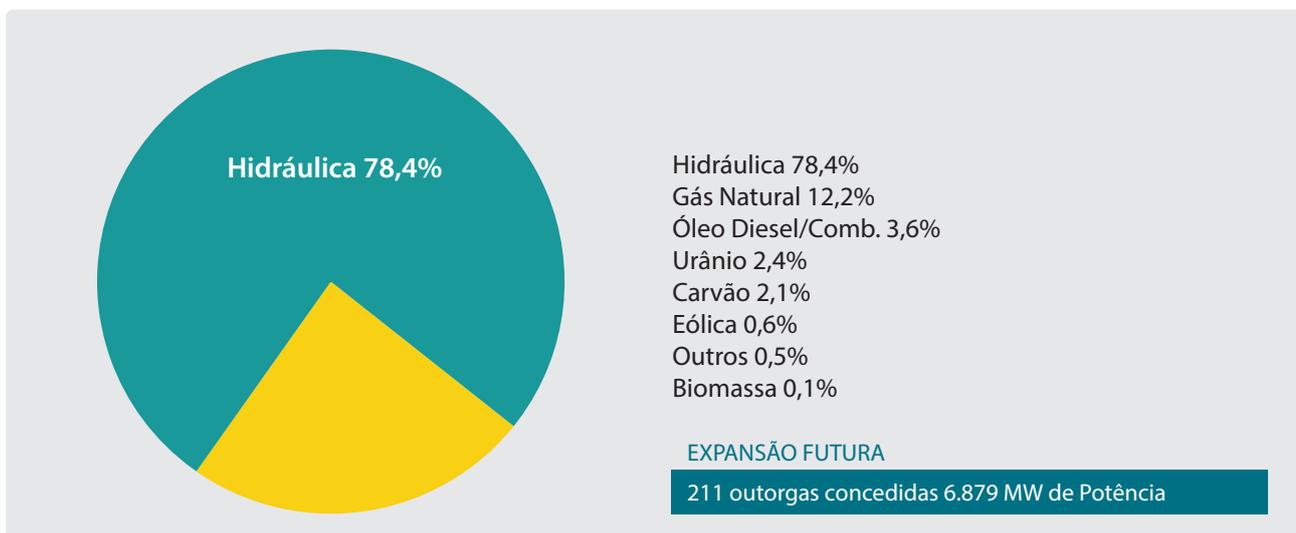
Principais Empreendimentos

- 1ª Companhia Hidroelétrica do São Francisco CHESF (10,615/8,6%)
- 2ª Furnas Centrais Elétricas S/A (9,703/7,9%)
- 3ª Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A Eletronorte (9,296/7,6%)
- 4ª Companhia Energética de São Paulo CESP (7,461/6,1%)
- 5ª Tractobel Energia S/A (7,141/5,8%)

Fonte: http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Relatorio_Aneel_2012.pdf

Em termos de empreendimentos em operação, as usinas hidrelétricas ainda constituem a principal fonte de energia elétrica no país, com 204 empreendimentos que representam 66% da potência instalada. As usinas termelétricas, por sua vez, perfazem 27,1% da potência instalada, distribuída entre 1.605 empreendimentos. Além das hidrelétricas e termelétricas, também fazem parte da matriz energética as pequenas centrais hidrelétricas (3,5% da potência instalada), as usinas termonucleares (1,7%), as centrais geradoras eolielétricas (1,5%) e as centrais geradoras hidrelétricas (0,2%).

Distribuição de capacidade instalada por tipo de fonte



Fonte: Relatório Aneel 2012.

Por outro veio de informações da própria Aneel, denominada BIG – Banco de Informações de Geração, outros números são apresentados indo de encontro ao exposto no Relatório Aneel – 2012. Talvez esta

divergência seja por ser o “BIG” uma ferramenta dinâmica, com dados mais atualizados e o relatório é fixo para o final no ano de 2012, mas isto, não fica claro nas consultas. Porém, não invalida a análise.

Matriz por Tipo de Geração – em 04/12/2013

Empreendimentos em Operação					
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%	Potência Fiscalizada (kW)	%
UHE – Usina Hidrelétrica	194	86.713.255	64,9	80.797.124	64,2
CGH – Central Geradora Hidrelétrica	432	263.339	0,2	264.545	0,2
PCH – Pequena Central Hidrelétrica	462	4.634.368	3,5	4.595.348	3,7
HIDRO (Subtotal)	1088	91.610.962	68,6	85.657.017	68,1
UTE – Usina Termelétrica	1.772	37.797.920	28,3	35.987.720	28,6
EOL – Central Geradora Eólica	104	2.166.168	1,6	2.140.372	1,7
UTN – Usina Termonuclear	2	1.990.000	1,5	1.990.000	1,6
UFV – Central Geradora Solar Fotovoltaica	42	8.906	0,007	4.906	0,004
Total	3.008	133.573.956	100	125.780.015	100

Fonte: Aneel - <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>, em 04/12/2013.

Matriz por Processo – em 04/12/2013

Empreendimentos em Operação							
Processo		Capacidade Instalada		%	Total		%
		N.º de Usinas	(kW)		N.º de Usinas	(kW)	
Hidro		1.088	85.657.018	63,95	1.088	85.657.018	63,95
Gás	Natural	112	12.113.909	9,04	151	13.797.572	10,3
	Processado	39	1.683.663	1,26			
Petróleo	Óleo Diesel	1.099	3.508.630	2,62	1.132	7.457.453	5,57
	Óleo Residual (BPF)	33	3.948.823	2,95			
Biomassa	Bagaço de Cana	376	9.267.916	6,92	473	11.336.962	8,46
	Licor Negro	16	1.530.182	1,14			
	Madeira	50	422.837	0,32			
	Biogás	22	79.594	0,06			
	Casca de Arroz	9	36.433	0,03			
Nuclear		2	1.990.000	1,49	2	1.990.000	1,49
Carvão Mineral		13	3.389.465	2,53	13	3.389.465	2,53
Eólica		104	2.140.372	1,6	104	2.140.372	1,6
Importação	Paraguai		5.650.000	5,46		8.170.000	6,1
	Argentina		2.250.000	2,17			
	Venezuela		200.000	0,19			
	Uruguai		70.000	0,07			
Total		3.005	133.948.094	100	3.005	133.948.094	100

Fonte: Aneel - <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>, em 04/12/2013.

Obs: O somatório da coluna "Capacidade Instalada/N.º de Usinas/" escrito na tabela é de 2.963 e não 3005, como transcrito ipse literis. E ainda este total de 3005 não confere com o total da tabela seguinte "Matriz por tipo de Geração" que somam 3008 unidades de empreendimentos em operação.

3 GASES

3.1 GÁS NATURAL

Aplicações

- » Combustível para fornecimento de calor;
- » Matéria-prima como redutor siderúrgico;
- » Geração de força motriz e eletricidade;
- » Cogeração de alta eficiência energética;
- » Substituto para GLP, óleos combustíveis, lenha, gasolina e álcool.

Benefícios

- » Combustão completa e elevado rendimento térmico;
- » Maior produtividade e menores custos para os usuários;
- » Aumento da disponibilidade de energéticos;
- » O calor do energético queimado pode ser aplicado diretamente ao produto;
- » Evitam-se impurezas e o depósito de compostos contaminantes;
- » Ambientais:
 - Não apresenta restrições dos Órgãos Ambientais,
 - Menos poluente: não emite cinzas e reduz emissão de particulados e compostos de enxofre;
 - Dispensa equipamentos de controle de emissões;
 - Não utiliza água adicional, como nos lavadores de gases;
 - Não depende de desmatamento/reflorestamento;
 - Dispensa a manipulação de produtos químicos perigosos;
- » Segurança:
 - Menor risco de explosões e incêndios.
 - Ponto de combustão superior a 620°C;

3.1.1 GÁS NATURAL NO CEARÁ (CEGÁS)

A Companhia de Gás do Ceará - CEGÁS é a concessionária estadual de distribuição de gás natural canalizado no Estado do Ceará. Criada pela Lei nº 12.010 de 05.10.92, com efetivo funcionamento no início de 1994.

- » Acionistas e composição acionária
 - 51% - ESTADO DO CEARÁ - representado pela - SEINFRA.
 - 24,5% - PETROBRAS GÁS S.A. GASPETRO - Subsidiária da Petrobras S.A., com atuação no mercado de Gás Natural.
 - 24,5% - VICUNHA S/A - Empresa de capital privado, do ramo têxtil.

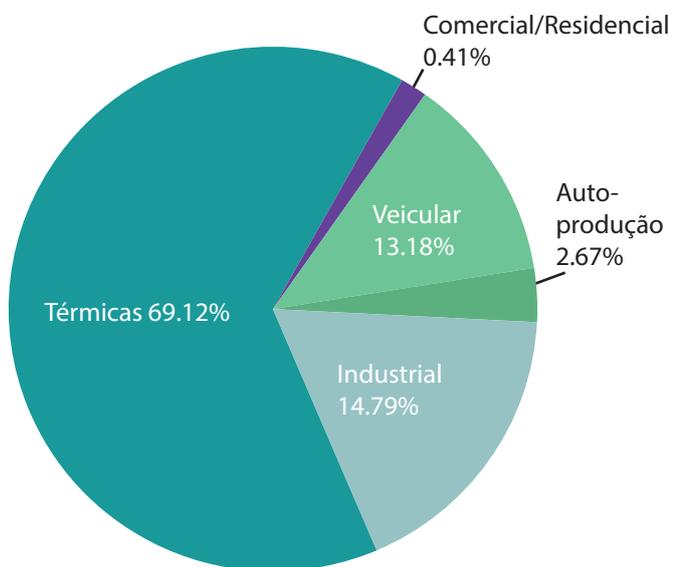
Distribuído de forma canalizada e contínua com rede de gasodutos com 160 km, atende 07 municípios: Fortaleza, Euzébio, Maracanaú, Pacatuba, Caucaia, Horizonte, e Pacajus; proveniente de 2 fontes independentes:

- a) Plataformas de produção de gás em Paracuru com o Gasoduto Paracuru-Fortaleza, com extensão de 96km.
- b) Gasoduto Guamaré(RN)-Fortaleza-Pecém (interligação desde Salvador-BA), com extensão de 382 km e 12/10 polegadas de diâmetro.

- » Características:
 - Massa Específica = 0,740 (Kg/m³)
 - Densidade = 0,613
 - PCS = 9.190 (Kcal/m³)
 - PCI = 8.293 (Kcal/m³)

A CEGÁS possui atualmente 239 consumidores atendendo os segmentos: industrial, comercial, serviços, veicular, cogeração e autoprodução de energia elétrica, sendo o consumo industrial responsável por 39% do consumo do mercado cearense.

Consumo por Segmento de Mercado



Fonte: Cegás

Tabelas de Preços CEGÁS (Vigência: 01 de Setembro de 2013)

Tabela I – Para fins industriais, por faixa de consumo

Faixa de Consumo (m ³ /dia)	Preço de venda a prazo (médio: 11 dias) R\$/m ²	
1	1 a 200	1,3986
2	201 a 1.000	1,3629
3	1.001 a 10.000	1,3299
4	10.001 a 30.000	1,3013
5	30.001 a 60.000	1,2731
6	60.001 acima	1,2457

Tabela II – Para fins de Autoprodução, Cogeração e Termelétricidade, por faixa de consumo

Faixa de Consumo (m ³ /dia)	Preço de venda a prazo (médio: 11 dias) R\$/m ²	
1	1 a 70.000	1,2008
2	70.001 a 130.00	1,1744
3	130.001 a 230.000	1,1479
4	230.001 a 330.000	1,1217
5	330.001 a 670.000	1,0953
6	670.001 acima	1,0766

3.1.2 PRODUÇÃO BRASILEIRA

GÁS NATURAL TOTAL (mil m3)	2000				2012				Variação 2000/13	
	Brasil	Part. %	CE	Part. %	Brasil	Part. %	CE	Part. %	CE	BR
Produção ¹	13.282.877	100%	100.090	100%	25.832.245	100%	27.552	100%	28%	194%
Reinjeção	2.728.569	21%	-	-	3.542.733	14%	-	-	-	130%
Queima e perda	2.370.639	18%	13.164	13%	1.444.517	6%	2.792	10%	21%	61%
Consumo E&P ²	1.738.213	13%	53.014	53%	3.868.639	15%	29.523	107%	56%	223%
Total	6.445.606	49%	33.912	34%	16.976.356	66 %	-4.763	-17%	-14%	263%

Fonte: ANP - Boletim Mensal de Produção, conforme o Decreto n.º 2.705/98, adaptada pelo consultor.

(¹) O valor total da produção inclui os volumes de reinjeção, queimas e perdas e consumo próprio de gás natural.

(²) Exploração e Produção

Para 2013, tem-se uma projeção de Produção de aproximadamente 27.800 milhões m³, considerando os dados apresentados pela ANP, no Boletim Mensal de Produção acima citados. Numa visão de longo prazo, segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2021:

Ano	Produção DIA (mil m ³)	Produção ANO (mil m ³)
2012 ¹	70.773	25.832.24
2013 ²	76.164	27.800.000
2016 ³	134.000	48.910.00
2021 ³	200.000	73.000.000

Fonte: Departamento de gás natural do Ministério de Minas e Energia, ANP (www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/gas-natural-tem-diversas-aplicacoes)

(¹) Produção registrada, fonte ANP (Não é projeção).

(²) Projetada pelo consultor com base na produção registrada de jan-set/2013 exarada no Boletim da ANP

(³)ANP - Boletim Mensal de Produção, conforme o Decreto n.º 2.705/98.

3.2 GLP

O Gás Liquefeito de Petróleo – GLP ou Gás LP, também conhecido como gás de cozinha, é o resultado do processamento do resíduo de refino conhecido como Gasóleo ou pode ser obtido pela separação das frações mais pesadas do Gás Natural.

Apresenta grande aplicabilidade como combustível devido às suas características de alto poder calorífico, excelente qualidade de queima, fácil manuseio, baixo impacto ambiental, facilidade de armazenamento e transporte.

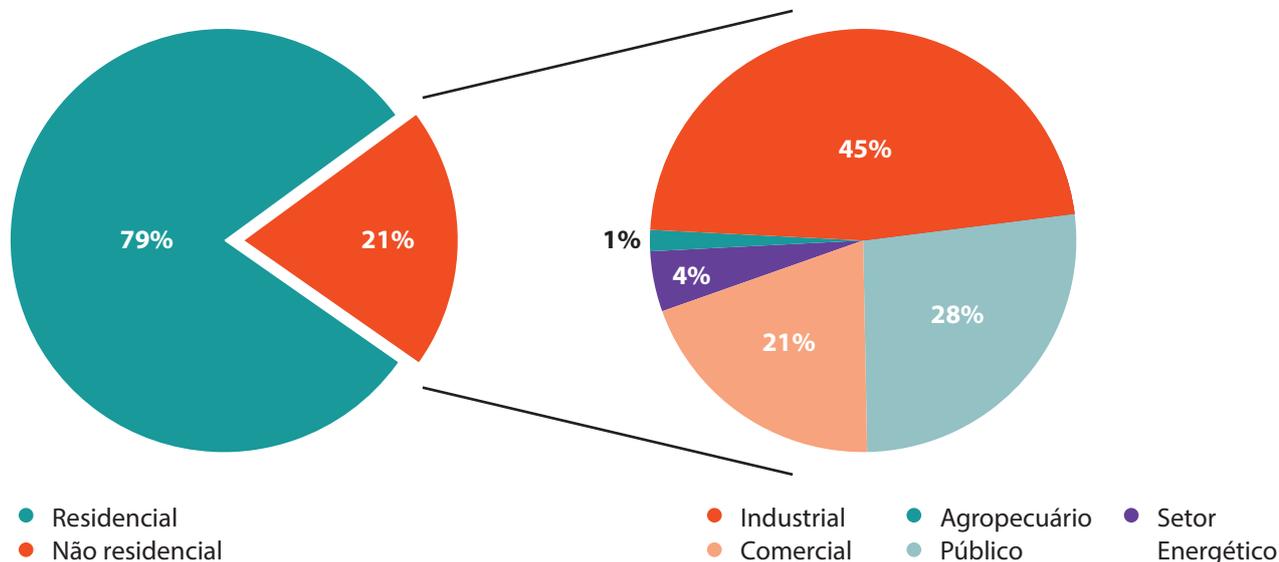
Com baixa emissão de poluentes e CO₂ sem resíduos, o GLP é um combustível limpo. Não é tóxico e não contamina os mananciais de água nem o solo

O consumo mundial de GLP é de aproximadamente 200 milhões de toneladas anuais e tem nas economias emergentes o maior potencial de consumo. Consumo total no Brasil de 7 milhões de toneladas em 2010 (MME). O Brasil é o 5º maior consumidor de GLP no mundo (EUA, Japão, China e México)

Tem uma participação de 3,2% matriz energética brasileira e tem 26,6% do consumo energético residencial,. Sua distribuição tem uma penetração nos lares ainda maior que a luz elétrica e água encanada, atendendo 100% dos municípios brasileiros.

Com o grande aumento da utilização do Gás Natural, podemos prever o aumento do GLP como combustível alternativo, já que pode ser utilizado como backup na prevenção de qualquer parada no processo produtivo por falta de GN, com a utilização dos mesmos equipamentos de queima.

Distribuição do consumo de GLP no Brasil (2007)



Fonte: <http://www.gasmig.com.br/Gas/Equivalencia.aspx>

Segundo o Sindigás, nas indústrias, o Gás LP tem os principais usos: Metalurgia; Corte térmico e oxi-corte; Fornos (Indústrias de Cerâmica) e Combustível de empilhadeiras.

Vendas GLP Brasil

Volume de Vendas GLP no Brasil (4)



Fonte: <http://www.gasmig.com.br/Gas/Equivalencia.aspx>

Equivalências Energética do GLP a outras fontes

1 Kg de GLP corresponde a	Óleo Diesel	Carvão	Lenha	Energia Elétrica	Gás de Rua (Nafta)	Gás Natural	Árvores
	1,13 Kg	2,30 Kg	3,96 Kg	13,37 KW/h	2,74m ³	1,22m ³	10 und

<http://www.servgas.com/principal.php?tipo=tabelas&titulo=Tabelas>

4 ÓLEOS COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO

O óleo combustível derivado de petróleo, também chamado óleo combustível pesado, óleo combustível residual ou BPF, é o óleo de alta viscosidade, obtido do refino do petróleo ou da mistura de destilados pesados remanescente da destilação das frações do petróleo. A composição bastante complexa dos óleos combustíveis depende não só do petróleo que os originou, como também do tipo de processo e misturas que sofreram nas refinarias.

Utilizado para aquecimento de fornos e caldeiras ou em motores de combustão interna para geração de calor, os óleos combustíveis subdividem-se em diversos tipos, de acordo com sua origem e características.

Os óleos combustíveis são divididos em dois tipos: óleos combustíveis leves e óleos combustíveis pesados. Os óleos leves chamam-se óleo diesel, enquanto que os óleos combustíveis pesados são os óleos APF (alto ponto de fluidez) e BPF (baixo ponto de fluidez), utilizados em motores de grande porte e de baixa rotação.

O óleo BPF tem baixo ponto de fluidez, não sendo classificados como inflamáveis, mas como combustíveis e é utilizado em equipamentos destinados à geração de energia térmica.

Em 1987 os óleos combustíveis no Brasil receberam novas denominações, passando a ser classificados em:

- GRUPO A: teor de enxofre máximo (2,5%)
- GRUPO B: teor de enxofre máximo (1% em massa)

Cada um destes grupos se divide em 9 tipos de óleo de acordo com suas viscosidades. Apesar de haver 9 tipos de óleo, isto não quer dizer que em todas as refinarias haja disponibilidade de todos. Assim, em cada região o consumidor deve procurar se informar junto à BR para saber quais tipos de óleos estão disponíveis para o seu uso.

Tipos de Óleos Combustíveis no Brasil

Viscosidade SSF a 50°C	Tipo A Alto Teor de Enxofre	Tipo B Baixo Teor de Enxofre
600	1A	1B
900	2A	2B
2.400	3A	3B
10.000	4A	4B
30.000	5A	5B
80.000	6A	6B
300.000	7A	7B
1.000.000	8A	8B
Acima de 1.000.000	9A	9B

Fonte: http://www.serbeloleos.com.br/meio_ambiente_oleo.htm

A queima de óleo BPF para aquecimento de caldeiras pode acometer o sistema respiratório.

Classificação e Aplicações

Requisitos de qualidade, adequação ao consumidor, tipos mais viscosos e mais baratos, eficiência de queima e custos operacionais. Os tipos de óleos combustíveis são especificados pelo DNC (Resolução CNP N° 03/86), baseando-se em teores de enxofre e faixas de viscosidade.

i. Óleos combustíveis de alto (A) teor de enxofre
São os óleos normalmente empregados em combustão contínua.

ii. Óleos combustíveis de baixo (B) teor de enxofre

São utilizados nas indústrias em que o teor de enxofre é muito importante na qualidade do produto fabricado, como por exemplo, certos tipos de cerâmicas, vidros finos, metalurgia de metais não ferrosos; ou quando existem restrições governamentais de meio ambiente. Obtido por um processo químico a partir da Nafta, pos-

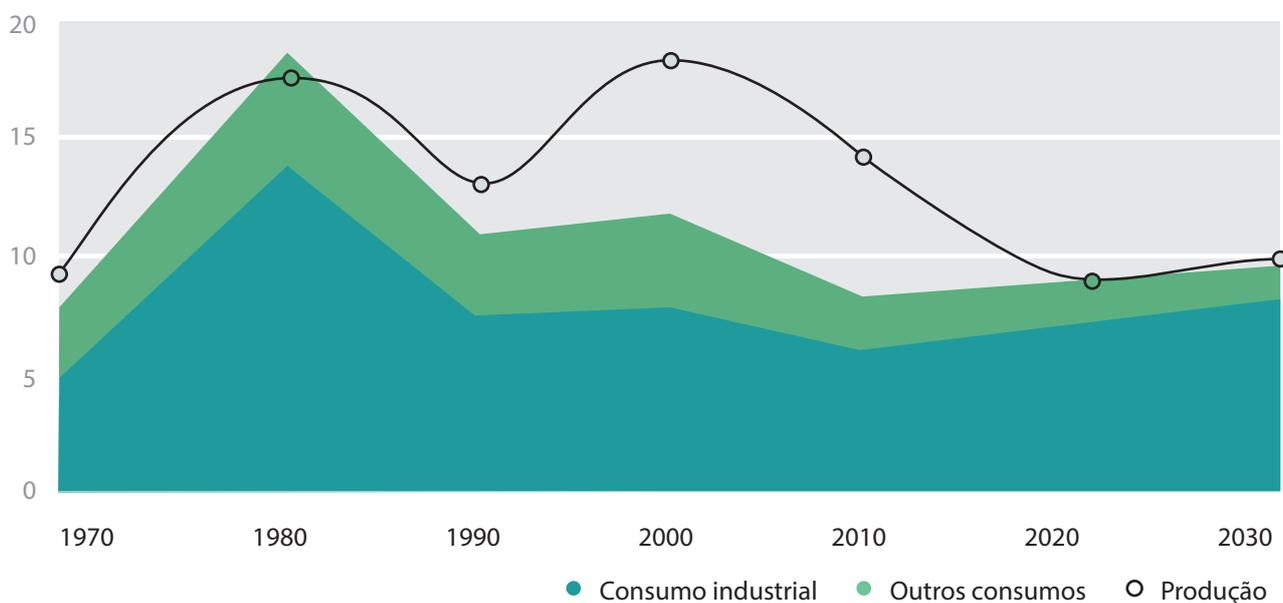
sua vantagem de boa fluidez, baixa emissão de fuligem e nenhuma sedimentação de pesados.

iii. Óleos combustíveis convencionais
São considerados assim os óleos tipos 1 A/B e 2 A/B. São utilizados para os fins industriais gerais.

iv. Óleos combustíveis ultra-viscosos

São considerados assim os óleos, a partir dos tipos 3 A/B até os tipos 9 A/B. São utilizados em grandes fornos e caldeiras, e onde estão disponíveis equipamentos especiais para seus aquecimentos de armazenagem, transferência e nebulização.

Produção e Consumo de Óleo Combustível (em bilhões de litros)



Fonte: Plano Nacional de Energia 2030, Empresa de Pesquisa Energética-EPE/MME, Brasília, 2008

4.1 COQUE DE PETRÓLEO

O Coque de Petróleo é um produto sólido, obtido a partir do craqueamento de óleos residuais pesados. Existem dois tipos principais de CVP: o esponja (90% produção mundial e 100% Petrobrás) e o agulha. São também classificados de acordo com seu nível de pureza – Grau Anodo -, e também pelo teor de enxofre.

O mais nobre deles, grau anodo, utilizado como redutor na fabricação de alumínio é o classificado como “aluminium grade”.

No Brasil, a Petrobrás sendo a única produtora o denomina Coque “VERDE” de Petróleo devido ao Baixo Teor de Enxofre do petrocoque que produz, por questões de marketing de imagem.

A Petrobras produz coque verde de petróleo tipo esponja, nos graus combustível e grau anodo (...) fundamentais para a sobrevivência de refinarias (...) esta é provavelmente a alternativa mais atraente economicamente (...) diversos clientes estão deixando de consumir óleo combustível. O coque gerado pelas UCR's concorrem com combustíveis mais baratos (...). O coque não é apenas um subproduto de petróleo, principalmente pela carência mundial de coque grau anodo e do aumento global da produção e consumo de alumínio. (...)

Riquíssimo em carbono, o coque grau anodo é comercializado como matéria-prima nobre para a indústria de alumínio. Produzido na Refinaria Presidente Bernardes (RPBC), em Cubatão, São Paulo, o

coque grau anodo da Petrobras é um dos melhores do mundo, porque, entre outras qualidades, tem baixo teor de enxofre, graças às características do petróleo nacional. A RPBC produz cerca de 570 mil toneladas de coque grau anodo por ano (1.583 t/dia), das quais, em 2003, 300 mil foram exportadas. Uma fatia significativa do mercado internacional foi conquistada pela Petrobras, e a exportação pode aumentar ainda mais com produção em outras refinarias, já que o mercado internacional tem esta capacidade de consumo como será mostrado a seguir.

(Camargo, Kobayoshi e Carvalho, Produção de Coque de Petróleo e sua Estratégia de Negociação, XIII SIMPEP - SP, Brasil, 2006. Apud http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/288.pdf).

A principal característica: baixo teor de enxofre; elevado teor de carbono fixo, estabilidade química (não explosivo, não reativo e com alto ponto de ignição), é insolúvel em água e possui baixo teor de cinzas e de compostos voláteis.

O mercado onde o Coque Verde de Petróleo tem aplicação é muito extenso, talvez se constituindo no produto derivado direto do petróleo com o maior potencial de utilização industrial. É substituto do carvão em muitas aplicações metalúrgicas e energéticas.

Os principais segmentos industriais onde o CVP pode ser utilizado são:

- Siderurgia (sinterização, pelletização, alto-forno, fabricação de coque metalúrgico, PCI)
- Abrasivos (carbeto de silício)
- Ferro-gusa
- Ferro-ligas
- Carboníferas
- Cerâmica
- Cimenteira
- Termelétricas a carvão
- Fundição
- Calcinação
- Gaseificação
- Secagem de grãos
- Indústria Química

Características Gerais do CVP – Petrobras Distribuidora:

- Carbono fixo: mínimo 87%; típico 89% (em peso – base seca).
- Enxofre: máximo 1%; típico 0,7% (em peso – base seca).
- Matéria volátil: máximo 12%; típico 10% (em peso – base seca).
- Poder calorífico: entre 8.200 e 8.600 kcal/kg

O CVP brasileiro (fornecido pela Petrobras) é do tipo BTE, com teor de enxofre inferior a 1%, fato que torna o produto “topo de linha” para a indústria de alumínio e potencial substituto do carvão em aplicações siderúrgicas.

Principais Aplicações

O Coque de Petróleo possui diversas aplicações, dentre as quais se destaca seu uso como combustível, como agente redutor em processos siderúrgicos, na produção de coque metalúrgico, na produção de anodo para indústria de alumínio, na produção de carbetos, como substituto de carvão de carvão vegetal e mineral, etc.

Aplicações em Cerâmicas - Como combustível para queima

O Coque de Petróleo tem sido aplicado recentemente com grande sucesso em fornos intermitentes e/ou contínuos, substituindo a lenha e também o óleo combustível. Algumas características: Melhora a qualidade, não requeima; reduz o tempo de queima; requer menor espaço para armazenamento; pronto para o uso; ecologicamente aprovado comercializado pelo peso, com crédito de ICMS.

Adicionado à massa reduz o tempo de queima; aumenta a impermeabilização; homogeneiza a temperatura interna do forno; reduz a desigualdade de tamanho dos produtos e reduz o custo com combustível de queima.

5 BIOMASSA

5.1 CARVÃO VEGETAL

O carvão vegetal possui diversos fins, e o principal, é o abastecimento das siderúrgicas. É uma opção que traz diversos benefícios, ao contrário do carvão mineral, que é uma das principais fontes de energia do mundo, e ao ser produzida, emite grande quantidade de gases poluentes. Mas infelizmente, ainda existe muita produção de carvão vegetal através da vegetação nativa, e não por reflorestamento. Dessa forma, mesmo trazendo benefícios, aumenta grandemente o desmatamento.

Como fonte de energia é pouco utilizado, mas pode ser uma ótima alternativa para o futuro, pois além de ser renovável, a substituição de outras fontes de energia pelo seu uso, pode ajudar na redução do aquecimento global no Brasil e no mundo, efeito estufa, das chuvas ácidas etc.

Para produzir carvão, é necessário ter a permissão dos órgãos ambientais, com a previsão da fonte de biomassa utilizada, pois esses dados permitem controlar o montante passível de ser fabricado e vendido. Mas, segundo fiscais, os fabricantes sempre arranjam uma maneira de driblar esse controle.

5.2 CARVÃO MINERAL

Até a primeira metade do século XX, ele foi a principal fonte energética primária, sendo utilizado pelas usinas termoelétricas na geração de eletricidade, entretanto, o petróleo o superou. Conforme dados divulgados em 2008, pela Agência Internacional de Energia (AIE), 26,5% da energia elétrica mundial provém do carvão mineral; o petróleo, por sua vez, é responsável por 34%.

Apesar de a sua queima gerar vários problemas de ordem ambiental, o carvão mineral ainda é bastante utilizado. Durante esse processo ocorre a liberação de dióxido de carbono, causando a poluição atmosférica, intensificando o efeito estufa e contribuindo para a ocorrência de chu-

vas ácidas. Outros agravantes são os descartes de resíduos sólidos, poluição térmica e os riscos durante sua exploração nas jazidas. Quase metade do gás carbônico gerado no mundo tem como origem a queima do carvão mineral.

Em função de questões econômicas (em algumas regiões do mundo é uma fonte barata), ainda é muito utilizado para gerar energia elétrica em usinas termoelétricas. O carvão mineral é a principal fonte de geração de eletricidade no mundo. Aproximadamente 40% de toda eletricidade do mundo depende do carvão. Mais de 83% do consumo de carvão é destinado ao setor elétrico, para geração de eletricidade em usinas termoelétricas, o segundo setor que mais utiliza o carvão mineral é o petroquímico com 4,5%.

Carvão no Brasil

O Brasil possui reservas de turfa, linhito e hulha. A hulha totaliza 32 bilhões de toneladas de reservas e está, sobretudo, no Rio Grande do Sul (89,25% do total), vindo a seguir Santa Catarina (10,41%). Reservas muito menores são conhecidas no Paraná (0,32%) e em São Paulo (0,002%). O Brasil está em 10º lugar em termos de reservas, com 1% do total mundial. Contudo, produção brasileira é insuficiente e o país importa 50% do carvão consumido

Além disso, a quantidade de energia armazenada nas reservas de carvão é 3,5 vezes maior que a energia das reservas petrolíferas. O Brasil é o único detentor de grandes reservas que não se encontra entre os maiores produtores; gargalos estão em RH, infraestrutura e regulação.

No Brasil, as principais jazidas se encontram no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Hoje, perto de 85% do consumo de carvão é para abastecer usinas termoelétricas, além de 6% na indústria de cimento, 4% na indústria de papel celulose e 5% nas indústrias de cerâmica, alimentos e secagem de grãos.

Produção de ROM (“run-of-mine” ou “Direto da Mina”) (t)

Ano	Paraná	S. Catarina	R.G. do Sul	TOTAL
1990	219.880	7.484.098	3.808.556	11.512.534
2012	315.131	6.097.496	5.134.217	11.546.843

Fonte: ABCM – Associação Brasileira de Carvão Mineral, apud Relatório Estatística 2012.

Produção de Carvão Vendável (t)

Ano	Principais Estados Produtores			De Outros Estados, Outras Classificações		Total
	Paraná	Santa Catarina	R.G. do Sul	Metalúrgico	Finos	
1990	117.519	786.898	2.799.686	348.457	64.106	4.116.666
2012	97.426	2.064.043	4.041.007		238.522	6.440.998

Fonte: ABCM – Associação Brasileira de Carvão Mineral, apud Relatório Estatística 2012.

Tanto o carvão vegetal quanto o mineral podem ser usados na indústria (principalmente siderúrgica) e na produção de energia elétrica. No entanto, enquanto o vegetal é pouco utilizado – exceto no Brasil, maior produtor mundial –, o consumo do mineral está bastante aquecido. Este movimento tem a ver não só com a disponibilidade de reservas, mas com a qualidade do carvão, medida pela capacidade de produção de calor – ou poder calorífico, expresso em kcal/kg.

Este poder calorífico, por sua vez, é favorecido pela incidência de carbono e prejudicado pela quantidade de impurezas (elementos rochosos e minerais). No carvão vegetal, o poder calorífico é baixo enquanto a participação de impurezas é elevada. No carvão mineral, o poder calorífico e a incidência de impurezas variam, o que determina a subdivisão do minério nas categorias: baixa qualidade (linhito e sub-betuminoso) e alta qualidade (ou hulha, subdividida nos tipos betuminoso e antracito).

Características dos Carvões Nacionais segundo procedência

Procedência	Carbono fixo [%]	H ₂ [%]	N ₂ [%]	S [%]	O ₂ [%]	Cinzas [%]	Água [%]	Poder calorífico superior [kcal/kg]
R. G. do Sul	46,0	4,05	0,29	12,99	9,27	27,4	11	4750
Santa Catarina	50,6	3,11	0,8	2,0	17,73	25,76	15	6340
Paraná	51,8	3,34	0,52	3,6	7,58	33,16	10	6310

Fonte: Apresentação “Combustível”, apud www.essel.com.br.

A diminuição das emissões de CO₂, incluindo captura e armazenamento geológico, faz parte das chamadas Tecnologias com Emissão Zero de CO₂, ou seja, livres de carbono. A indústria extrativa de carvão persegue a mitigação dos efeitos prejudiciais ao ambiente causado pela extração e queima do carvão.

O prejuízo para o ambiente continua nas usinas termelétricas, para onde quase todo o carvão brasileiro é destinado. Para cada tonelada queimada para aquecer a água e movimentar as turbinas dessas geradoras de energia elétrica, 4,5 toneladas de CO₂ são liberadas na atmosfera – não existe forma de geração que emita mais carbono.

Por causa da má qualidade do mineral brasileiro, o carvão usado para outros fins, como na fabricação de aço, é praticamente todo importado de países como Estados Unidos, Austrália, Canadá, Colômbia e China.

Gaseificação do carvão

A gaseificação do carvão tem a finalidade de converter o carvão mineral em combustível sintético gasoso de aplicação direta na produção de energia. O Brasil já domina essa tecnologia.

Os impactos ambientais e riscos aos operários nas usinas são aqueles relacionados à mineração e transporte do minério e, também, aos problemas do processamento, como riscos de incêndio e exposição humana a agentes cancerígenos, e exposição a altas temperaturas.

Liquefação do carvão

O processo de liquefação do carvão é bastante recente e visa transformar o carvão, que é encontrado em estado sólido na natureza, em combustível líquido que mais se assemelha ao petróleo de ocorrência natural. Nos EUA já existem usinas de liquefação de carvão, no entanto o processo é bastante sofisticado

e caro. O Brasil ainda não domina essa tecnologia, embora pesquisas já estejam sendo desenvolvidas nesse sentido.

Uso do Carvão

- Geração de Energia elétrica, por meio de usinas termoelétricas.
- Produção de Calor para processos industriais, tais como a secagem de produtos, cerâmicas e fabricação de vidros.
- Siderurgia, principal combustível utilizado em um alto forno;
- Outros (petroquímico): Do gás produzido pelo carvão podem-se obter fertilizantes, amônia, combustíveis líquidos, lubrificantes, combustível para aviação, diesel, metanol, etc.

5.3 CAVACO DE CAJUEIRO E CASCA DE AMÊNDOAS DE CAJU

Biomassa renovável na geração de energia térmica para a queima cerâmica.

Em entrevista com Dr. Evanildo, responsável técnico e por meio ambiente do Grupo Tavares – principal ceramista do estado do Ceará foi revelado:

“O grupo Tavares utiliza na queima principalmente um Mix de resíduos vegetais tendo por base a trituração de restos de madeira de construção e serrarias, conjugado com outros refugos, tais como: casca de Côco-da-Bahia, de Babaçu, de arroz, de castanha-de-caju, de mamona, borra de oiticica, cavaco de cajueiro e tudo mais que possa ser queimado e se tenha uma fonte relativamente regular. Entretanto, para o início do fogo, na falta dos resíduos ou para regular o poder calorífico do Mix é utilizada diretamente a Lenha oriunda de manejo sustentável certificado e autorizado, nunca lenha nativa sem procedência e documentação.”

O preço final deste Mix não é facilmente mensurável, pois depende da variação de preços e da dosagem de cada resíduo no Mix. Existe uma orientação nesta dosagem, mas sempre está sendo feito substituições para adequar a disponibilidade e isto influencia diretamente no teor calorífico e na quantidade a ser queima variando o custo específico. Contudo, alguns preços de compra de resíduos nos foram revelados:

- Casca de Castanha-de-caju: R\$ 0,16 a R\$ 0,22 por quilo;
- Lenha: 0,20 por “metro-estéreo” (m³, sem compactação – apenas sobreposta)
- Restos de madeira: R\$ 0,12 por kg
- Bagaço: R\$ 0,25 por kg (oriundo do Maranhão)

Saliente-se que segundo o site www.fiec.org.br, o Grupo Tavares vendeu 71 mil toneladas de unidades de créditos de carbono através com o J.P.Morgan.

5.4 CARVÃO VEGETAL

Lenha

O uso do CV na redução do minério de ferro foi substituído pelo carvão mineral quando as florestas da Inglaterra acabaram no século XVIII. No Brasil, a prática se manteve pela ausência do carvão mineral de boa qualidade e pela sensação de que as reservas de madeira nativa são infinitas. Isto explica a destruição de partes importantes da floresta atlântica na região sudeste do país.

Embora algumas florestas tenham sido plantadas para suprir a biomassa das carvoarias, a madeira nativa ainda continuou importante com a consequente degradação ambiental. Sua queima é, hoje, das grandes causadoras da “morte” de diversos rios e do acelerado assoreamento do São Francisco. Na região de Carajás a produção de gusa, quintuplicada em dez anos, causa uma contínua pressão sobre a floresta amazônica.

A produção artesanal do CV é feita com baixíssima eficiência porque no carvoejamento tradicional, a energia original é perdida para a atmosfera sob a forma de gases e voláteis. A produção do CV com tecnologias mais eficientes e usando biomassa produzida para esta finalidade pode significar um importante salto para aumento da eficiência energética e para criar as condições econômicas para substituir a produção de origem extrativa.

5.5 BAGAÇO DE CANA, PELLETS E OUTROS RESÍDUOS SÓLIDOS

Cana de Açúcar

No passado, todas as necessidades de energia das usinas de cana eram supridas por terceiros. Para produzir o calor, inicialmente, era usada a madeira das florestas (lenha), prática que ao longo de séculos foi a principal causa de destruição da mata atlântica nordestina e do norte do Rio de Janeiro. Mais tarde esta indústria passou a consumir também óleo combustível. Enquanto isso, eram queimados nos campos ou em grandes piras os resíduos combustíveis da agroindústria, que contêm 2/3 da energia da cana (a energia restante está no caldo da cana que é transformado em álcool ou açúcar).

Aos poucos, a tecnologia da queima do bagaço foi dominada e a crise do petróleo trouxe uma modernização tal que as usinas conseguiram chegar ao final dos anos 90 autossuficientes em energia. No início deste século, começaram a exportar energia para o setor elétrico, processo ainda em estágio inicial, mas que deve crescer com a queda de barreiras institucionais do setor elétrico a partir do Marco Regulatório (2004) que reconhece a Geração Distribuída. O crescimento da demanda pelo álcool deve aumentar a produtividade e em uma dezena de anos os desperdícios observados devem ser reduzidos substancialmente e suprir, de 10 a 15%, a energia elétrica do país.

A energia contida na cana de açúcar é equivalente à energia hidráulica que dá origem a 90% da energia elétrica do Brasil. Daquela energia, cerca de 2/3 está contida nos resíduos combustíveis da indústria sucro-alcooleira. Uma pequena parte deste material é usado para produzir o vapor e a eletricidade necessários ao processamento do álcool e para gerar uma pequena parcela de energia elétrica para o sistema elétrico. Estima-se que a geração elétrica pode ser ampliada para atender de 10% a 15% da demanda do país, a custos competitivos.

Deve-se esse quadro de ineficiência a fatores que prevaleceram há cerca de duas décadas, quando o setor elétrico receava que o programa do álcool fosse terminar e, como consequência, a capacidade de geração. A legislação elétrica também não facilitava a compra de empreendimentos que não tivessem como objetivo único vender eletricidade.

Estes fatores não mais vigoram ou foram atenuados. O álcool é competitivo mesmo com preços do petróleo bastante inferiores aos atuais. Sua demanda vem crescendo com a introdução dos motores multi-combustíveis e seu emprego como aditivo limpo da gasolina, em muitos países. Além disso, caíram barreiras legais que dificultavam a venda da bioeletricidade por indústrias, como as canavieiras.

As restrições do setor elétrico à compra da energia deste setor também caíram por terra com as leis mais recentes que devem buscar a energia por suas virtudes de baixo preço e confiabilidade.

Esta energia pode ter um papel fundamental na expansão da oferta de energia elétrica, atualmente sujeita a consideráveis incertezas. O desenvolvimento do seu potencial pode ser rápido, desde que os entraves que vêm retardando esse aproveitamento venham a ser superados.

O desafio principal e imediato é criar as condições mínimas para levar as empresas sucro-alcooleiras a participarem dessa atividade capital intensiva, da qual a maioria tem pouca experiência. Assim, em vista da notável expansão da demanda de álcool e, secundariamente, de açúcar, a tendência dessas empresas será investir na sua atividade tradicional e não na geração de excedentes de energia elétrica, caso as medidas necessárias não sejam efetivadas.

Ao longo de mais de dez anos o INEE trabalha para reduzir estas imperfeições de mercado que constituem o principal desperdício de energia do país, condenável sobretudo por ser a biomassa da cana uma energia renovável cujo uso poderia ter evitado, por mais de duas décadas, emissões relacionadas a combustíveis fósseis.

Dentre as iniciativas do INEE buscando estimular o desenvolvimento do potencial de geração de energia elétrica do setor sucroalcooleiro, pode-se citar o Seminário Bioeletricidade - A Segunda Revolução Energética da Cana-de-açúcar, ocorrida em novembro de 2005, no Rio de Janeiro. O objetivo deste evento, coordenado pelo INEE, com apoio do BNDES, foi contribuir para a definição da política operacional deste Banco para responder às demandas dos agentes envolvidos na criação dessa oferta de energia.

6 REFERÊNCIAS

<http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermeletricas/oleocombustivel/>

<http://www.coqueverde.com.br/CVerde.html>

<http://br.advfn.com/commodities/carvao.html>

<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=2558&sid=129>

http://www.inee.org.br/biomassa_sobre.asp?Cat=biomassa

http://www.carvaomineral.com.br/conteudo/gm_estatisticas/estatisticas_2012.pdf

<http://carvao-vegetal.info/>

http://www.cgge.org.br/noticias/viewBoletim.php?in_news=834&boletim=40

<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/SumarioMineral2008/CarvaoMineral.pdf>

<http://www.mundoeducacao.com/geografia/carvao-mineral-no-brasil.htm>

<http://www.brasilecola.com/geografia/carvao-mineral-combustivel.htm>

http://www.suapesquisa.com/o_que_e/carvao_mineral.htm

<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2013/301/carvao-mineral-um-mal-necessario>

ANEXO

Preços, valores energéticos e disponibilidade das principais fontes de energia

Fonte de Energia	Porte Cliente	Preço /Tarifa (nov/13)			Unidade de Venda	Estado Físico	PCI - Poder Calorífico Inferior	Eficiência de Conv. Termica
		Média	Min	Max				
		R\$/ Und	R\$/ Und	R\$/ Und				Custo R\$/Kcal

Elétricas Concessionária (Coelce)

Grupo B (Baixa Tensão)	Pequenos e Médios	0.4316	0.4316	0.4316	kwh	Energia	860	0.5019
Grupo A - Convencional (em Extinção a partir de 2015)	Médios	0.23598	0.23598		kwh	Energia	860	0.2744
Grupo A - Horosazonal Verde	Médios e Grandes	0.22587	0.22587	0.97009	kwh	Energia	860	0.2626
Grupo A - Horosazonal Azul (13,8kV)	Médios e Grandes	0.22638	0.22638	0.36412	kwh	Energia	860	0.2632
Grupo A - Horosazonal Azul (69,0kV)	Grandes	0.21041	0.21041	0.35108	kwh	Energia	860	0.2447
CCEE (Direto)	Grandes (Cliente Livres)	0.13066	0.13066	0.13669	MW	Energia	860	0.1519

Local de Procedência:	Sistema Eletrico Nacional
Estrutura produção e/ou distribuição:	Hidreleétrica, Eólica e Termica
Distribuição:	Rede Elétrica
Tipo Produção e/ou processos:	Capacidade de Produção - Outorgada em Operação: Hidreletrico (68,1%), Termicas (28,6%), Eólicas (1,7%), Nuclear (1,6%), Fotovoltaica (0,004%, = 8 Mw em 42 empreendimentos)
Disponibilidade:	Está prevista para os próximos anos uma adição de 36.574.282 kW na capacidade de geração do País, proveniente dos 152 empreendimentos atualmente em construção e mais 546 outorgadas.
Volume de Produção:	Nacional=125780MWh; Estadual=2552MWh; Regional=31.522MWh
Aplicações:	Geral, principalmente força motriz e iluminação
Estrutura de Custos por porte do Cliente:	Todos os portes de empresa e residências
Gargalos de Fornecimento:	Redes de Transmissão; Volume de água nos reservatórios
Impactos Ambientais:	Dependendo da origem, hidraulica, eólica, térmica etc existe um Impacto Ambiental distinto. No hidraulico, que depende de represamento de cursos d'água o impacto é a intervenção no aspecto geográfico do meio ambiente, afetando a fauna e flora e, em alguns caso, o equilíbrio climático, com sua decorrentes consequencias. A fonte eólica não tem impacto ambiental, somente no aspecto visual da paisagem, podendo assim, afetar o fluxo turístico. As fontes térmicas serão analisadas em cada caso específico adiante. Em todos os casos há uma afetação ambiental quando da construção das linhas de transmissão que necessita de desmatamento em longas áreas.

Fonte de Energia	Porte Cliente	Preço /Tarifa (nov/13)			Unidade de Venda	Estado Físico	Densidade		PCS - Poder Calorífico Superior	PCI - Poder Calorífico Inferior	Eficiência de Conv. Térmica
		Média	Min	Max			Massa Específica	Energética			
		R\$/Und	R\$/Und	R\$/Und			kg/und	kcal/und	Kcal/Unid	Kcal/Unid	Custo R\$/Kcal

Gases - gasoso

Gás Natural (Indústria - 1)	Pequenos (até 200 m³/dia)	1.3986			m³	gasoso	0.740	6137	9190	8293	0.1686
Gás Natural (Indústria - 4)	Medios (10,000 a 30,000 m³/dia)	1.3013									0.1569
Gás Natural (Indústria - 6)	Grandes (+ de 60.000 m³/dia)	1.2457									0.1502
Gás Natural (II - Auto-produção, Cogeração e Termeletridade - 1)	Pequenos (até 70.000 m³/dia)	1.2008									0.1448
Gás Natural (II - Auto-produção, Cogeração e Termeletridade - 4)	Médios (230.000 a 330.000 m³/dia)	1.1217									0.1353
Gás Natural (II - Auto-produção, Cogeração e Termeletridade - 6)	Grandes (+ de 670.000 m³/dia)	1.077									0.1298

Local de Procedência:	Rede de distribuição
Estrutura produção e/ou distribuição:	Plataformas de Extração de Petróleo
Distribuição:	Gasoduto, em pressão contínua
Tipo Produção e/ou processos:	Extração Mineral, em mar e terra
Disponibilidade:	Constante, contudo, o fato de não termos ainda auto-suficiência em gás natural deixa o nosso país sujeito a riscos de desabastecimento. (Sindigas-2007)
Volume de Produção:	Nacional= 25.832.245 mil m³ (2012); Disponibilidade para Consumo: 66%; Estadual=27.552 mil m³ (2012)
Disponibilidade para Consumo:	(4.763) mil m³; Regional= 5.399.408 mil m³ (2012)
Aplicações:	Combustível para fornecimento de calor, Matéria-prima como redutor siderúrgico, Geração de força motriz e eletricidade, Cogeração de alta eficiência energética, Substituto para GLP, óleos combustíveis, lenha, gasolina e álcool
Estrutura de Custos por porte do Cliente:	6 (seis) faixas de consumo, com redução de aproximadamente 2,2% no preço final a cada faixa com maior consumo
Gargalos de Fornecimento:	A rede de distribuição ainda é restrita e não atende todos os consumidores (Ver Mapa em Anexo da rede em Fortaleza)
Impactos Ambientais:	Emissão de (CO2), (NOx), (CO), hidrocarbonetos leves, metano e quantidades mínimas (SOx). Dispensa instalações de desulfurização e eliminação de cinzas, nas UTE utiliza grandes volumes de água.

Fonte de Energia	Porte Cliente	Preço /Tarifa (nov/13)			Unidade de Venda	Estado Físico	Densidade		PCS - Poder Calorífico Superior	PCI - Poder Calorífico Inferior	Eficiência de Conv. Térmica
		Média	Min	Max			Massa Específica	Energética			
		R\$ / Und	R\$ / Und	R\$ / Und			kg/und	kcal/und	Kcal/Unid	Kcal/Unid	Custo R\$/Kcal

Gases - líquido

GLP (butano)	Predominantemente Residencial	3.152			kg	liquido	1.00	11000	11750	11000	0.2866
--------------	-------------------------------	-------	--	--	----	---------	------	-------	-------	-------	--------

Local de Procedência:	Entrega em Domicílio
Estrutura produção e/ou distribuição:	-
Distribuição:	Em geral em botijão de 13kg
Tipo Produção e/ou processos:	Destilação e Craqueamento de Petróleo. Também, pode ser feito a partir do processamento do GN
Disponibilidade:	Constante
Volume de Produção:	Nacional=700 Mil t (2010); Estadual= n/a; Regional= n/a
Aplicações:	Residencial (80% do Consumo): Coção de alimentos, Calefação, Aquecimento de água. Na indústria: secagens de produtos; secagem de grãos em silos, torrefações
Estrutura de Custos por porte do Cliente:	Residencial
Gargalos de Fornecimento:	Distribuição por veículos; Dependência de Importação
Impactos Ambientais:	O GLP é um combustível ecológico, não poluente. Sua combustão não produz resíduos tóxicos (queima limpa); Cada botijão de 13kg equivale a 10 árvores de médio porte em termos de produção energética. Seu uso evita a queima, no Brasil, de 3,5 bilhões de árvores/ano

Fonte de Energia	Porte Cliente	Preço /Tarifa (nov/13)			Unidade de Venda	Estado Físico	Densidade		PCS - Poder Calorífico Superior	PCI - Poder Calorífico Inferior	Eficiência de Conv. Térmica
		Média	Min	Max			Massa Específica	Energética			
		R\$/Und	R\$/Und	R\$/Und			kg/und	kcal/und	Kcal/Unid	Kcal/Unid	Custo R\$/Kcal

Combustíveis Líquidos

Oleo Combustível (tipo 1A Visc. 600 ATE)	Médios e Grandes	1.706			L	Líquido Viscoso	1.000	9844	10130	9844	0.1733
Oleo Combustível (tipo 1B Visc. 600 BTE)	Médios e Grandes	1.706			L	Líquido Viscoso	0.938	10220	10310	9844	0.1733

Local de Procedência: -

Estrutura produção e/ou distribuição: -

Distribuição: Oleodutos, Caminhões, trens e navios (regional)

Tipo Produção e/ou processos: Processamento de resíduos da destilação de frações pesadas do petróleo

Disponibilidade: A produção, por seu caráter residual, é excedente ao consumo, sendo exportado. Também, pela substituição por GN e outros combustíveis tem tido sua comercialização interna reduzida nos últimos anos e seguindo a mesma tendência (sazonal).

Volume de Produção: Nacional= 15 bilhões de litros (2010); Estadual= n/d; Regional= n/d (tonelada)

Aplicações: Em Indústrias para aquecimento de caldeiras e fornos, ou em motores de combustão interna para geração de calor, ou como combustível marítimos

Estrutura de Custos por porte do Cliente: Indústrias de todos os portes para uso em caldeiras (frio)

Gargalos de Fornecimento: Distribuição em Caminhões (Industrial)

Impactos Ambientais: Impactos da exploração de petróleo: risco de derrame e vazamentos, mortalidade de animais por conta de prospecções sísmicas etc (Período)

Fonte de Energia	Porte Cliente	Preço /Tarifa (nov/13)			Unidade de Venda	Estado Físico	Densidade		PCS - Poder Calorífico Superior	PCI - Poder Calorífico Inferior	Eficiência de Conv. Térmica
		Média	Min	Max			Massa Específica	Energética			
		R\$/Und	R\$/Und	R\$/Und			kg/und	kcal/und	Kcal/Unid	Kcal/Unid	Custo R\$/Kcal

Combustíveis Líquidos

FCC -óleo de castanha de caju	Médios e Grandes	0.990			kg	Resina Líquida	0.9856	8871	n/e	9000	0.1100
-------------------------------	------------------	-------	--	--	----	----------------	--------	------	-----	------	--------

Local de Procedência: Brasil, Índia e África

Estrutura produção e/ou distribuição: Fábricas de beneficiamento de castanha de caju, maior parte para consumo próprio no auxílio da queima ou vendido para indústria química

Distribuição: Caminhões em tanques (regional).

Tipo Produção e/ou processos: prensagem da castanha in natura

Disponibilidade: Sazonal

Volume de Produção: Nacional=n/d ; Estadual=n/d ; Regional=n/d (tonelada)

Aplicações: fabricação de tintas, vernizes, esmaltes especiais, inseticidas, fungicidas, pigmentos, plastificantes, isolantes, antioxidantes, adesivos ou aglutinantes , pastilhas de freio e discos de fricção. Na química fina, e na área da saúde

Estrutura de Custos por porte do Cliente: O Brasil é um dos principais produtores mundiais de LCC, exportando-o como matéria-prima industrial para empresas que possuem exclusividade de patentes para seu uso (indústrias de freios a disco e de lonas), principalmente, a norte-americana Cardolite Corp. (frio)

Gargalos de Fornecimento: A quantidade existente e utilizada como combustível é inexpressível e restrita a alguns produtores de castanha (industrial)

Impactos Ambientais: Por seu alto nível de poluentes quando da queima e outros aspectos agressivos ao meio- ambiente não é recomendada sua queima (período)

Fonte de Energia	Porte Cliente	Preço /Tarifa (nov/13)			Unidade de Venda	Estado Físico	Densidade		PCS - Poder Calorífico Superior	PCI - Poder Calorífico Inferior	Eficiência de Conv. Termica
		Média	Min	Max			Massa Específica	Energética			
		R\$/Und	R\$/Und	R\$/Und							kg/und

Combustíveis Sólidos

Coque de Petróleo (Petcoke)	Grandes	1000.00			Ton	Sólido	800	6360	8600	7950	0.1258
Carvão Mineral (CE 4500-SC)	Médios e Grandes	212.450			Ton		1600	7200	n/d	4500	0.0472
Carvão Vegetal	Pequenos							6800		7200	

COQUE DE PETRÓLEO (PETCOKE)

Local de Procedência:	Petrobras comercializa CVP com baixo teor de enxofre (BTE) e a importação direta, pelas indústrias nacionais adquirem CVP com alto teor de enxofre (ATE).
Estrutura produção e/ou distribuição:	Apenas nas refinarias que possuem Unidade de Coqueamento Retardado (UCR). São elas: RPBC (Cubatão/SP), REDUC (Duque de Caxias/RJ), REPLAN (Paulínia/SP), REVAP (São José dos Campos/SP), REFAP (Canoas/RS) e REGAP (Betim/MG)
Distribuição:	Comercializado a granel de 27.000 – 30.000 t., no modal rodoviária, em dois padrões: “in natura”, granulometria de 0-200 mm, nas refinarias: REDUC, RPBC, REVAP, REPLAN e REFAP; ou “beneficiado” por peneiramento, nas granulometrias de 0-10 mm; 10-30 mm; 30-50 mm e 50-80 mm. . Comercializado a granel de 27.000 – 30.000 t
Tipo Produção e/ou processos:	craqueamento térmico de óleos pesados em uma unidade de processo denominada Unidade de Coqueamento Retardado (UCR)
Disponibilidade:	ininterrupta, 75% da produção mundial (89M t/ano) é para uso energético e 25% para uso industrial como redutor substituindo o Carvão Mineral. A produção brasileira em 2007, de 2,3M t, era totalmente destinada para uso como redutor na indústria de alumínio (30% “aluminium grade”) e siderúrgicas (70%), por ser BTE.
Volume de Produção:	Nacional=2,3 -> 7,0 M t ; Estadual=n/d ; Regional=n/d
Aplicações:	Ind de Alumínio (Na Calcinção), Siderúrgica (Redutor) e Energia Termica Nos altos fornos, em PCI(pulverized coal injection). Nos pequenos e médios fornos, em substituição a carvão vegetal. Aplicações na siderurgia são exclusivas dos CVPs sul-americanos.
Gargalos de Fornecimento:	Produção somente em algumas refinarias do país, em geral, perto de siderúrgicas.
Impactos Ambientais:	CONTAMINA CURSOS D'ÁGUA TORNANDO-OS IMPRÓPRIOS PARA USO EM QUALQUER; FINALIDADE, PODENDO SER TÓXICO À FAUNA E A FLORA DO LOCAL DO DERRAME, PRINCIPALMENTE ORGANISMOS AQUÁTICOS

CARVÃO MINERAL (CE 4500-SC)

Local de Procedência:	SC RS PR
Estrutura produção e/ou distribuição:	Mineração
Distribuição:	Em geral em rodoviário e ferroviário
Tipo Produção e/ou processos:	Extração Mineral
Disponibilidade:	ininterrupta
Aplicações:	Indústria siderúrgica como combustível para fornos e, principalmente, como redutor.
Gargalos de Fornecimento:	Extração mineral e auto custo relativo de transporte
Impactos Ambientais:	Degradação do meio ambiente no processo de extração.

Fonte de Energia	Porte Cliente	Preço /Tarifa (nov/13)			Unidade de Venda	Estado Físico	Densidade		PCS - Poder Calorífico Superior	PCI - Poder Calorífico Inferior	Eficiência de Conv. Termica
		Média	Min	Max			Massa Específica	Energética			
		R\$/Und	R\$/Und	R\$/Und					kg/und	kcal/und	Kcal/Unid

Biomassa

Bagaço de Cana (50% água)				kg		120	227.5		1800	
Pellets de Cana de Açúcar a 20%	Todos os portes				sólido	1000	3641	3641		
Pellets de Cana de Açúcar a 20%					sólido	1400	5097	3641		
Pellets de Cana de Açúcar a 20%					sólido	1200	4369	3641		
Cavaco de Cajueiro	Medios	100.000		Ton	sólido	345	862.5		2500	0.0400
Casca Amendoa de Caju	A quantidade existente é inexpressível para análise de custos								4700	

BAGAÇO DE CANA (50% ÁGUA)

Gargalos de Fornecimento: Sazonalidade da safra

PELLETS DE CANA DE AÇÚCAR A 20%

Aplicações: Na própria usina de beneficiamento da cana e seus produtos.

Gargalos de Fornecimento: craqueamento térmico de óleos pesados em uma unidade de processo denominada Unidade de Coqueamento Retardado (UCR)

Disponibilidade: Diminui os efeitos da sazonalidade enquanto pode ser melhor armazenado sem deterioração e perda do poder calorífico.

Volume de Produção: Nacional=2,3 -> 7,0 M t ; Estadual=n/d ; Regional=n/d

Impactos Ambientais: O cultivo da cana de açúcar é o que causa o impacto ambiental. O aproveitamento do bagaço, in natura ou em briquetes, em si, é um mitigador deste impacto, pois substitui a queima de outros combustíveis mais poluente e dilui o impacto do plantio da cana, dando melhor aproveitamento energético.

PELLETS DE CANA DE AÇÚCAR A 20%

Impactos Ambientais: O cultivo da cana de açúcar é o que causa o impacto ambiental. O aproveitamento do bagaço, in natura ou em briquetes, em si, é um mitigador deste impacto, pois substitui a queima de outros combustíveis mais poluente e dilui o impacto do plantio da cana, dando melhor aproveitamento energético.

PELLETS DE CANA DE AÇÚCAR A 20%

Impactos Ambientais: O cultivo da cana de açúcar é o que causa o impacto ambiental. O aproveitamento do bagaço, in natura ou em briquetes, em si, é um mitigador deste impacto, pois substitui a queima de outros combustíveis mais poluente e dilui o impacto do plantio da cana, dando melhor aproveitamento energético.

CAVACO DE CAJUEIRO

Gargalos de Fornecimento: Sazonalidade da safra, pois em geral é feita uma poda em períodos específicos para dar maior produtividade ao cajueiro. Entretanto, a área plantada tem sido reduzida pela inviabilidade da mão-de-obra e do preço da castanha no mercado internacional.

Impactos Ambientais: A substituição de matas nativas por grandes áreas de cajueiro afeta a fauna e impacta no aparecimento de pragas típicas, muito embora, o cajueiro seja uma espécie bastante resistente. Por outro lado, é fonte de renda e fator de retenção do nordestino a terra.

CASCA AMÊNDOA DE CAJU

Gargalos de Fornecimento: Sazonalidade da safra

Impactos Ambientais: A substituição de matas nativas por grandes áreas de cajueiro afeta a fauna e impacta no aparecimento de pragas típicas, muito embora, o cajueiro seja uma espécie bastante resistente. Por outro lado, é fonte de renda e fator de retenção do nordestino a terra.

