

ENERGIA SOLAR NA PRODUÇÃO DE GESSO - RENOVANDO DEFINIÇÕES.

Milton Matos Rolim – miltonrolim@itep.br

Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITE/OS, Centro Tecnológico do Araripe.

Naum Fraidenraich – nf@ufpe.br

Olga de Castro Vilela – ocv@ufpe.br

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Energia Nuclear.

Resumo. Este artigo faz uma discussão sobre as definições de energia renovável e não renovável, buscando esclarecer que a definição de sustentabilidade está acima destas. Se classificada a energia como combustível e não combustível, a matriz energética brasileira se apresenta com mais de 80% de origem combustível, como a maioria dos países. Com as definições de energia renovável e não renovável, a matriz brasileira é dada por quase 50% da chamada energia renovável. Energias não combustíveis, como a eólica e a solar ficam atreladas as outras, combustíveis, como o álcool, lenha ou carvão vegetal, de tal forma que não tem evidenciadas suas vantagens em relação a estas fontes originárias de biomassa cultivada para fins energéticos. Analisando como energia combustível e não combustível a matriz energética do Brasil estaria em um patamar próximo da matriz mundial. Uma segunda discussão diz respeito à possibilidade da utilização de energia solar na produção de gesso no Sertão do Araripe Pernambucano, onde são produzidos mais de 90% do gesso brasileiro. A realidade de devastação da Caatinga, pela utilização de lenha, onde mais de 80% são de origem ilegal, está provocando a redução da mata nativa, comprometendo o bioma local, para suprir as fábricas de gesso com combustível (lenha). Uma medida urgente, para redução do impacto ambiental e viabilização da continuidade das atividades do pólo gessífero, com a preservação da Caatinga, pode ser a utilização de energia solar concentrada para produção de calor de processo.

Palavras-chave: Energia Solar, Sustentabilidade, produção de gesso, Energia Solar Concentrada.

1. INTRODUÇÃO

A geração de energia de forma sustentável é um dos temas mais discutidos na atualidade. As decisões sobre as formas de geração (fontes) e mudanças nos hábitos de consumo (conservação) determinarão se o nosso futuro será sustentável ou não. Na busca de melhor direcionar as ações visando sustentabilidade utilizam-se os conceitos de energia renovável e fóssil (não renovável). O termo fóssil, adequado para se referir ao petróleo, gás natural e carvão, expressa hoje uma dimensão de seus atributos, aos quais devemos acrescentar, dentre outros o fator de emissão de carbono. Seus efeitos poluentes são claramente diferenciados: o coque de petróleo é o maior emissor de CO₂ e outros contaminantes, entre os derivados de petróleo. Já o gás natural emite bem menos CO₂ que o coque e é praticamente isento de poluentes, como o enxofre e outros. A Tab. 1, extraída de RECICLECARBONO, 2012, apresenta os valores de emissão de carbono por unidade de energia gerada, onde o Gás Natural pode ser comparado com outros combustíveis.

Tabela 1. Comparação da Emissão de CO₂, por fonte de energia (Extraída de RECICLECARBONO, 2012).

Combustíveis	Unidade	Conteúdo de energia por combustível (TJ/unidade)	Fator de emissão de carbono por combustível (t C/TJ)
Óleo Diesel	1000 m ³	35,52	20,20
	10 ⁶ l	35,52	20,20
Óleo Combustível	10 ⁶ l	40,15	21,10
	1000 t	40,15	21,10
Carvão Vapor (sem esp.)	1000 t	11,93	25,80
3100	1000 t	12,35	25,80
3300	1000 t	12,98	25,80
3700	1000 t	14,65	25,80
4200	1000 t	16,75	25,80
4500	1000 t	17,79	25,80
4700	1000 t	18,63	25,80
5200	1000 t	20,52	25,80
5900	1000 t	23,45	25,80
6000	1000 t	23,86	25,80
Gás Natural Seco	10 ⁶ m ³	36,84	15,30
Gás de Coqueria	10 ⁶ m ³	18	29,50

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do BEN/MME e do IPCC

O termo renovável é utilizado para definir as fontes capazes de se regenerar à medida em que são consumidas, e portanto, caso respeitadas as condições necessárias para esta regeneração, são consideradas inesgotáveis. Uma fonte de energia como o petróleo (fóssil) tem um ciclo de milhões de anos e, portanto não pode ser considerada renovável, pois não existe tempo para recomposição, mesmo se consumido em uma velocidade muito inferior à atual. Já o biocombustível, ou a biomassa, recebe a classificação de renovável. Entretanto, quando consumida em uma velocidade maior que aquela em que é produzida pela natureza (i.e. madeira de desmatamento), faz com que a sua utilização não seja sustentável.

Um exemplo de não sustentabilidade da utilização de biomassa pode ser dado no caso específico do Pólo Gesso do Araripe Pernambucano. A lenha sob o rótulo de energia renovável é explorada de forma predatória e a Caatinga vem sendo devastada para produção de gesso, sem reposição ou recuperação de áreas degradadas, contribuindo para o processo de desertificação. Neste caso específico a não sustentabilidade da utilização de biomassa fica evidente. A lenha, sob o rótulo de energia renovável continua sendo explorada de forma predatória e a Caatinga vem sendo devastada para produção de gesso sem, ou com pouca, reposição ou recuperação de áreas degradadas, contribuindo para o processo de desertificação.

Neste trabalho é apresentada uma discussão sobre a situação atual de consumo de energia do pólo gesso do Araripe e proposta uma alternativa sustentável para o atendimento de sua demanda local.

2. PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL

A Tab. 1 apresenta os valores da produção de energia primária nos anos de 2007 e 2008, no Brasil, constantes do Balanço Energético Nacional (BEN, 2009).

Tabela 2. Energia Renovável e Não Renovável (BEN, 2009)

	Fonte	2007(%)	2008(%)
01	Energia Não Renovável	51,4	51,6
	Petróleo	40,6	39,7
	Gás Natural	8,1	9,0
	Carvão vapor	1,0	1,1
	Carvão Metalúrgico	0,1	0,1
	Urânio (U308)	1,6	1,7
02	Energia Renovável	48,6	48,4
	Energia Hidráulica	14,4	13,4
	Lenha	12,8	12,4
	Produtos da Cana	18,1	19,0
	Outras renováveis	3,3	3,6

As fontes renováveis chegaram a 48,4% de toda a energia produzida no Brasil em 2008, conforme o Balanço Energético Nacional (BEN, 2009). Entretanto, em termos de perspectiva futura, o Brasil precisa investir em fontes renováveis, como a energia eólica e solar, que agredem muito menos o meio ambiente (Luna A et al, 2010). Com a finalidade de destacar outras dimensões das fontes primárias de energia será utilizada a terminologia seguinte: Energia Combustível e Energia não combustível. Esta divisão então é subdividida em renovável e não renovável. A Tab. 2 seria então apresentada na forma da Tab. 3.

Tabela 3. Energias Combustíveis e Não Combustíveis.

	Fonte	2007(%)	2008(%)
01	Energia Combustível	80,7	81,3
	Renovável	30,9	31,4
	Lenha	12,8	12,4
	Produtos da Cana	18,1	19,0
	Não Renovável	49,8	49,9
	Petróleo	40,6	39,7
	Gás Natural	8,1	9,0
	Carvão vapor	1,0	1,1
	Carvão Metalúrgico	0,1	0,1
02	Energia não Combustível	19,3	18,7
	Renovável	17,7	17,0
	Energia Hidráulica	14,4	13,4
	Outras renováveis (pode incluir combustível)	3,3	3,6
	Não Renovável	1,6	1,7
	Urânio (U308)	1,6	1,7

Atualmente mais de 80% da energia do Brasil é oriunda de fontes combustíveis. A maior fonte não combustível, a hidráulica, não tem como atender a demanda total por energia e já se encontra em um estágio em que o potencial que poderá ser acrescentado, implicará em um custo ambiental cada vez maior. No caso do Nordeste Brasileiro, o potencial hídrico está praticamente esgotado.

Identifica-se desta maneira a necessidade de mudança das fontes combustíveis para não combustíveis, justificada pela natureza do processo de combustão, intrinsecamente um produtor de CO₂. Além disso, dependendo da fonte, a combustão pode ser um grande gerador de poluição atmosférica, como as emissões de enxofre, que produzem a chuva ácida, cinzas e outros poluentes.

Fontes importantes, especialmente a solar e eólica, representavam em 2007 e 2008 uma parcela muito pequena da nossa matriz energética, aparecendo no BEN, 2009 apenas em “outras renováveis”, das quais a eólica correspondia a 1,24% da matriz energética e a solar não aparece. Esta divisão destaca a tecnologia de conversão inerente às fontes de energia utilizadas. Uma vez separadas desta maneira, a divisão em renovável e não renovável é mantida, mas visualizando-se melhor as possíveis tecnologias envolvidas.

O aumento da participação da energia solar e eólica apresenta-se no momento como uma necessidade inadiável, cujos fundamentos tem sido largamente expostos em conferências internacionais e embora isto já aconteça, se materializa a um ritmo não compatível com os problemas decorrentes da acumulação de carbono na atmosfera terrestre.

3. PROCESSO DE TRANSIÇÃO DA MATRIZ ENERGETICA

Um programa de transição de energia combustível para energia não combustível, em especial a solar que precisa se tornar de uso comum, virá modificar substancialmente as fontes e formas de uso dos energéticos no presente.

Os transportes são quase que totalmente tocados por máquinas à combustão e a maior parte da produção de energia elétrica também. No Brasil, a mudança para a energia não combustível, pode se beneficiar da posição privilegiada de poder dispor de petróleo suficiente para fazer a transição de forma econômica e socialmente sustentável. Acredita-se que a discussão parte daqui, ou seja, como faremos a transição dos combustíveis para não combustíveis, no menor tempo e com o menor risco possível, do ponto de vista ambiental, social e econômico.

Aumentar a utilização de energias renováveis oferece oportunidades significativas para a Europa reduzir efeito estufa e garantir seu fornecimento de energia. No entanto, o aumento considerável na utilização de biomassa proveniente da silvicultura, agricultura e resíduos para produção de energia pode colocar uma pressão adicional sobre as terras agricultáveis e a biodiversidade, bem como no solo e recursos hídricos. Também pode neutralizar outras políticas e objetivos ambientais, como a minimização de resíduos ou a atividades agro-ecológicas. A bioenergia deve ser analisada com cuidado já que pode representar mais um perigo para sustentabilidade Ambiental, Econômica e Social, que uma solução, EEA (2006).

É interessante observar que o aumento da utilização da energia renovável como oportunidade, sinaliza a possibilidade de problemas graves para a sustentabilidade, sobre tudo no que se refere à biomassa, energia combustível. Os solos e as plantas são dois dos maiores armazéns de CO₂ nas terras cultiváveis, contendo duas vezes mais carbono que a nossa atmosfera. Transformar floresta, terreno turfoso ou pastagens em massa para a produção de biocombustível iria liberar mais CO₂ do que reduzi-lo. (AEA, 2011). Um estudo, realizado em conjunto com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), explica que os atuais preços elevados dos alimentos são em grande parte um resultado de fatores de curto prazo. Mas em médio prazo, maiores preços do petróleo e aumento da demanda por biocombustíveis poderia causar um aumento estrutural dos preços dos alimentos. De acordo com as projeções atuais, esses fatores podem promover aumentos dos preços dos alimentos em torno de 10% a 50% acima dos preços médios dos últimos dez anos, (OCDE).

A pergunta que fica é a seguinte: pode-se ter energia de fonte não combustível na quantidade necessária? Se não houver modificação dos equipamentos e processos para receber este tipo de energia (não combustível), não será possível. Mas se pudermos mudar a tecnologia então teremos uma melhor visão do potencial destas energias, como pode ser visualizado na Fig. 1, adaptada de HICOW (2012).

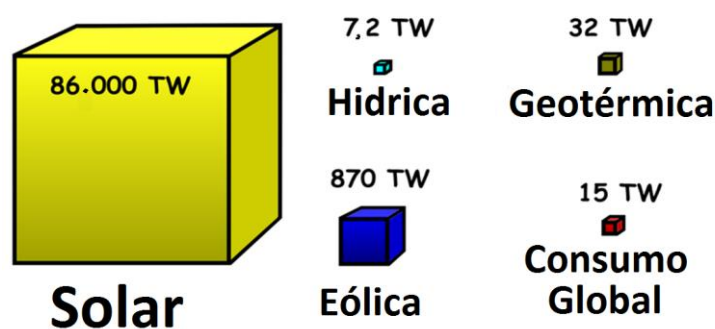


Figura 1 – Potencial das Energias não combustíveis (Adaptado de HICOW 2012)

Na Fig. 1 podemos observar que, em termos de ordem de grandeza, seria necessário utilizar aproximadamente 2,0% do potencial da energia eólica ou aproximadamente 0,02% do potencial da energia solar, para atender nossa necessidade mundial atual de energia.

Isto tudo indica que nosso problema não é o de falta de fontes de energia não combustível, mas sim de tecnologia que possibilite sua utilização.

Deste ponto de vista, fica mais clara a importância do desenvolvimento da tecnologia solar e eólica. A escolha entre uma ou outra fonte não combustível (solar, eólica ou outra) dependerá de bom senso, utilizando-se a mais adequada para cada localidade ou processo em questão.

A biomassa, como energia, não deve ser totalmente descartada, em especial aquela oriunda de resíduos agrícolas, que através de processo de biodigestão, além de produzir biofertilizante, libera como resíduo o metano (CH_4), perfeitamente compatível com aquelas aplicações do gás natural (GN) ou liquefeito de petróleo (GLP). Mas devemos ter em mente que políticas ambientais sérias buscam reduzir a quantidade de resíduo gerado.

4. MATRIZ ENERGÉTICA DO GESSO

A Cadeia Produtiva da região do Araripe apresenta as seguintes características: conjunto de empresas de micro, pequeno e médio porte que oferecem cerca de 12.000 empregos diretos e aproximadamente 60.000 indiretos; empresas locais: mineração da gipsita; indústria de beneficiamento; empresas de transformação, comercialização e distribuição do gesso e produtos derivados; construção civil; indústrias de máquinas e ferramentas; fabricantes de explosivos; transportadoras; oficinas mecânicas; hotéis; indústria química; e fabricantes de embalagens; Faturamento de US\$300 milhões/ano PRO-APL (2005).

A principal fonte de energia calorífica do pólo gesseiro é a lenha. No Nordeste Brasileiro, 80% da lenha utilizada é de origem ilegal (desmatamento) (Reigenlhaupt e Pareyn, 2010). A lenha plantada, além de necessitar de um período de 6 a 15 anos para o primeiro corte, custaria duas a três vezes o valor daquela oriunda de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS).

4.1 Custo do calor para produção de gesso.

Segundo Peres et al., (2008) o consumo teórico de energia para desidratação da gipsita é 154 Mcal por tonelada de gesso produzida. No pólo gesseiro do Araripe a eficiência térmica varia de 9,4% para lenha em forno tipo panela até 45% no forno rotativo (tubular) com óleo BPF. Isto significa um consumo de 1.638 a 342 Mcal por tonelada de gesso produzida. Segundo PROJETEC (2010), os fornos tubulares (3T) podem chegar a 63,42% de eficiência, com óleo BPF, ou seja consumo de apenas 243 Mcal por tonelada de gesso produzida.

O custo da produção do gesso utilizando lenha é uma incógnita, levantamentos junto às empresas vão de R\$ 10,00 a R\$ 26,00 reais, em consumo de lenha, por tonelada de gesso produzida. Já o valor informado pelo Sindicato da Indústria do Gesso resulta em torno de R\$ 17,00, por tonelada de gesso, Rolim (2011).

Devido ao elevado índice de lenha oriunda de desmatamento ilegal, valor incerto das eficiências dos fornos, inexistência de PMFS que estejam funcionando, em longo prazo, ou plantações de biomassa para combustível, na região, não é possível estimar o preço real da lenha legalizada, de fornecimento regular, e na quantidade demandada pelo pólo gesseiro do Araripe.

Por outro lado a produção de gesso com gás natural comprimido (GNC) ou gás liquefeito de petróleo, tem valores coerentes, quando se comparam as fontes de informação. O GNC está em torno de R\$ 28,00 e o GLP de R\$ 34,00, por tonelada de gesso produzida, Rolim (2011).

Conforme Valverde et al. (2004), o preço do estéreo de lenha em pé, tem se elevado conforme Fig. 2, a qual demonstra a valorização da biomassa entre os anos de 2002 e 2004. Uma possível explicação é a concorrência pela biomassa para usos mais nobres, como a fabricação de móveis e outros produtos.

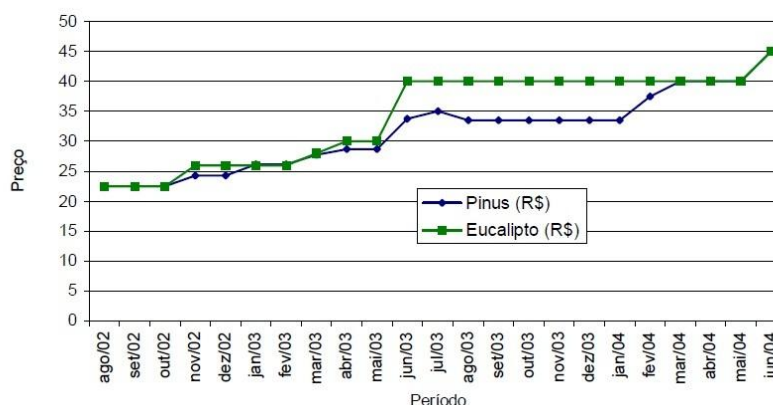


Figura 2 – Preço médio do metro estéreo da madeira de reflorestamento em Itapeva-SP – (R\$/st em pé).

Figura extraída de (Valverde et al., 2004)

4.2 Possibilidade de utilização de energia solar.

A região semi-árida do Brasil apresenta níveis elevados de radiação solar: 5,5 kWh/m².dia de valor médio anual, com valores médios mensais que variam entre 4,5 e 6,0 kWh/m².dia, ao longo do ano, ou seja um recurso com bom potencial de utilização.

Conforme Sargent and Lundy (2003), a participação nos custos, dos diversos componentes de uma central solar de coletores parabólicos lineares estaria distribuída, entre 2010 e 2020, nos percentuais da Fig. 3.

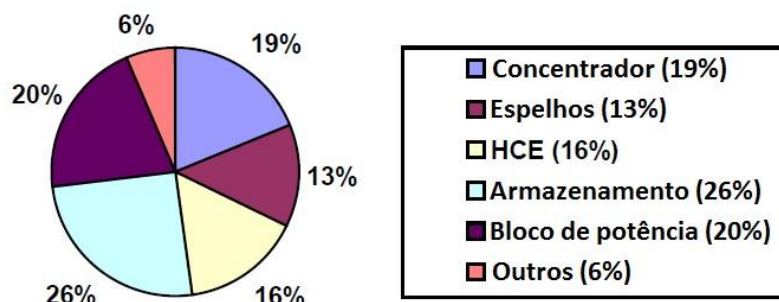


Figura 3 – Distribuição de custos (Adaptado de Sargent and Lundy, 2003)

Como pode ser observado o bloco de potência corresponde a 20% do custo, logo se tratando do uso do calor diretamente, o bloco de potência é retirado reduzindo para 80% do custo total. Outro aspecto a considerar é que a energia elétrica é produzida, a partir da energia térmica, com uma eficiência total em torno de 32% que, junto com a retirada do bloco de potência, reduziria o custo do MWh térmico para 25,6% do custo do MWh elétrico.

Conforme NREL (2011), o preço da energia elétrica gerada em plantas de coletores parabólicos lineares em 2009 eram de USD 140,00 a USD 180,00 o MWh. Desta forma o custo do MWh térmico com as considerações anteriores são da ordem de USD 35,84 a USD 46,08 por MWh térmico.

O valor de 0,291 MWh por tonelada de gesso produzida com a tecnologia a combustível atualmente utilizada é um valor de referência (no caso do uso de fluido térmico a expectativa é de menor consumo), que leva a um custo de produção de gesso com energia solar entre USD 10,43 e USD 13,41 por tonelada de gesso produzida.

Considerando o valor de 1,73 reais por dólar em 02/02/2012, chega-se ao intervalo de R\$ 18,00 a R\$ 23,17 por tonelada de gesso. Este valor já demonstra que produzir gesso com energia solar tem custo menor que o GNC (R\$ 28,00 por tonelada) e o GLP (R\$ 34,00 por tonelada).

4.3 Algumas considerações sobre o custo com energia solar.

O custo de produção de gesso através da utilização de energia solar, estimado na seção anterior, é um valor superestimado, por ter sido realizado com base nos equipamentos mais sofisticados utilizados para geração de eletricidade, com o fluido térmico atingindo a temperatura de 390°C. Para temperatura máxima (estimada) de 250°C para produção de gesso com energia solar, é esperado um custo bem inferior, pela utilização de equipamentos menos sofisticados e de menor custo, como o “CAPSOL - Captador solar cilindro parabólico para aplicações térmicas até 250°C”, em desenvolvimento em Almeria - Espanha. Por outro lado é conhecido que o custo da energia térmica de origem solar é uma função crescente da temperatura.

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

As definições de energia renovável e não renovável devem ser completadas pelos atributos relativos à sustentabilidade ou não da energia.

Sugere-se, também, introduzir na sua denominação, a tecnologia de conversão da forma primária de energia. No presente divide-se em energia combustível e não combustível, sem detrimento de que, no futuro, possam ser desenvolvidos outros processos de conversão.

A avaliação dos custos de produção de calor para produção de gesso, através de energia solar ou gás, mostra a competitividade da energia solar.

A utilização de coletores solares, para produção de gesso, pode ser uma solução de curto prazo para reduzir o desmatamento na região do Araripe Pernambucano, contribuindo para preservação do bioma Caatinga e manutenção do microclima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEA, 2011. Se o uso da bioenergia aumentar demais — A substituição do petróleo pela bioenergia não é isenta de riscos. Acessado em 12/03/2012. <http://www.eea.europa.eu/pt/articles/se-o-uso-da-bioenergia-aumentar-demais-2014-a-substituicao-do-petroleo-pela-bioenergia-nao-e-isenta-de-riscos>
- BEN, 2009.- Balanço Energético Nacional, MME.
- EEA, 2006. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment. EEA Report No 7/2006. Disponível em http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_7.
- EurObserver. Biofuels Barometer: http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro185.pdf.
- HICOW, 2012. Potential energy source - Solar Power: a Renewable Source of Energy. Acessado em 12/01/2012, em <http://www.hicow.com/renewable-energy/energy/solar-power-2221878.html>
- Luna, A.; Spitzcovsky, D.; Felipe Matula, F.; Bergamodo, L. RROnline*. Acessado em 30/10/11 em (<http://noticias.bol.uol.com.br/economia/2010/06/12/crise-financeira-e-chuva-impulsionam-uso-de-energias-renovaveis-no-pais.jhtm>).
- NREL, 2011. 2010 Solar Technologies Market Report. Acessado em 02/02/2012 no endereço eletrônico <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51847.pdf>
- OECD, 2008. Economic assessment of biofuel support policies. Organisation for Economic Development and Cooperation, Paris.
- Peres, L.; Benanchour, M.; Santos, V. A., 2008. Gesso: Produção e Utilização na Construção Civil – Recife: Sebrae, 2008.
- PRO-APL, 2005. Produção e Difusão de Inovações para a Competitividade de Arranjos Produtivos Locais - APLs em Pernambuco.
- PROJETEC, 2010. Estudo de viabilidade técnicoeconômica do processo de produção e logística do gesso fabricado a partir da gipsita do Araripe de Pernambuco. Relatório Final.
- RECICLECARBONO, 2012. No endereço <http://www.reciclecarbono.com.br/biblio/calculoco2.pdf>. Acessado em 18/03/2012.
- Riegelhaupt, E. M. e Pareyn, F. G. C., 2010 – A questão energética e o manejo florestal da Caatinga. In: Gariglio, M. A. et al. organizadores. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. p. 65 – 75. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.
- Rolim, M. M., 2011. Informações coletadas em empresas, atendidas pelo Centro Tecnológico do Araripe – ITEP.
- Sargent and Lundy, 2003. Assessment of Parabolic Trough and Power Tower Solar Technology cost and Performance Forecasts. Prepared for Department of Energy and National Renewable Energy Laboratory. Chicago – USA.
- Valverde, S. R.; Soares, N. S.; Silva, M. L., Jacovine, L. A. G. e Neiva, S. A., 2004. O Comportamento do Mercado da Madeira de eucalipto no Brasil. Revista Biomassa & Energia, v. 1, n. 4, p. 393-403, 2004. Acessado em 20/03/2012, no endereço http://renabio.org.br/arquivos/p_o_brasil_1439.pdf.

SOLAR ENERGY IN GYPSUM PRODUCTION - RENEWING DEFINITIONS.

Abstract. *This article first inquires about definitions of renewable and non renewable, seeking to clarify that the definition of sustainability is above them. If the energy classified as non-combustible and combustible, the Brazil's energy matrix presents more than 80% as combustible, as most countries. With the definitions of renewable and non renewable, the Brazilians energy sources are given by almost 50% of so-called renewable energy. Non-combustible energy such as wind and solar are linked to other combustibles such as alcohol, wood or charcoal. So, non combustible energy has not pointed out its advantages in relation to these sources of biomass grown for energy purposes. Looking for energy combustible and non combustible Brazil's energy matrix would be at a level close to the global matrix. Secondly an inquire about the possibility of using solar energy in the production of gypsum in the Araripe Region in Pernambuco-Brazil, where it is produced more than 90% of Brazilian gypsum. The reality of the devastation of the Caatinga, the use of firewood, where more than 80% are of illegal origin, is causing a reduction in native forest biome, to supply the gypsum industry with fuel (wood). Urgent action to reduce the environmental impact and feasibility of continuing activities of gypsum industry, with the preservation of Caatinga may be the use of concentrated solar energy in the process heat.*

Keywords: Solar Energy, Sustainability, gypsum production, Concentrate Solar Power.