



GERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DA CASCA DE ARROZ: UMA ANÁLISE AMBIENTAL

Flávio Dias Mayer (UFSM)
flaviodymayer@yahoo.com.br

Carlo Castellanelli (UFSM)
castellanelli@bol.com.br

Ronaldo Hoffmann (UFSM)
hoffmann@ct.ufsm.br

O efeito estufa, assim como outros impactos ambientais e sociais que o nosso planeta enfrenta, estão intimamente associados à elevação do consumo de energia. Adquire, portanto, importância fundamental o estudo e a análise da utilização de fontes renováveis. Este trabalho visa analisar as vantagens ambientais advindas do uso da casca de arroz como fonte energética em um projeto de geração termelétrica, sua relação com o protocolo de Quioto, redução de emissões, e ainda benefícios deste tipo de projeto para as empresas que o adotarem.

Palavras-chaves: Biomassa, Cogeração de energia, Efeito Estufa

1. Introdução

O panorama estabelecido no cenário atual sinaliza que as fontes de energia renováveis devem assumir papel crescente na matriz energética mundial, forçada pela perspectiva de redução das reservas de combustíveis fósseis e, cada vez mais, por questões ambientais. Entre as inúmeras fontes renováveis de energia, a biomassa mostra-se como uma alternativa bastante promissora, comparada a energia eólica, solar e, principalmente, à energia advinda dos combustíveis fósseis.

Neste contexto a utilização de fontes alternativas de energia, em particular a biomassa (resíduos de cana de açúcar e de madeira, além da casca de arroz), aparecem como uma oportunidade de particular importância para colaborar na oferta de energia do sistema interligado do Brasil, na forma de geração descentralizada e próxima aos pontos de consumo, através de equipamentos e combustível nacionais (exemplo resíduos de processo), vantagens estas que, aliadas aos benefícios ambientais amplamente conhecidos, fazem com que a biomassa seja uma opção estratégica para o país, que só depende de políticas adequadas para a sua viabilização.

A geração termoelétrica com biomassa residual, neste caso a casca de arroz, traz impactos positivos ao meio ambiente, onde podemos destacar a mitigação de emissão de carbono da atmosfera, resultando em um balanço neutro do carbono durante o processo de produção de energia elétrica, contribuindo para redução do efeito estufa. Isso ocorre porque todo gás carbônico produzido durante este processo é absorvido pela plantas, que serão utilizadas novamente no processo mantendo a concentração do gás carbônico atmosférico inalterável.

Explica Hoffman (1999), que a região sul do Brasil, por exemplo, tem um bom potencial em fontes de biomassa. A oferta da biomassa no estado do Rio Grande do Sul apresenta uma grande vantagem: ela está disponível nos locais com demanda de energia reprimida, o que viabiliza a instalação de centrais termelétricas à biomassa, uma vez que o transporte deste combustível constitui-se num dos maiores problemas. Exemplo disso é o município de São Pedro do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, que com uma produção agrícola aproximada de 380 mil sacas de arroz (processa algo em torno de 480 mil sacas), aparecendo como um pólo regional da indústria arroseira, tendo um excesso deste material residual.

O presente trabalho visa apresentar as vantagens ambientais advindas da utilização de biomassa residual, especificamente casca de arroz, em um sistema de geração termelétrica modular em uma indústria de beneficiamento de arroz. Este estudo se baseia em uma Micro Central Termelétrica (MCT) instalada na empresa Doeler Alimentos Ltda de São Pedro do Sul, Rio Grande do Sul.

2. A biomassa e o Protocolo de Quioto

Com objetivo de enfrentar o desafio do aquecimento global foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), sendo que esta adotou o chamado Protocolo de Quioto, que visa um processo de estabilização das emissões de GEE (Gases de efeito estufa) por parte dos países desenvolvidos, limitando essas em 5,2% abaixo das registradas em 1990. A Tabela 1 apresenta os principais indicadores de emissão de dióxido de carbono (CO₂) para diferentes países.

Indicador	Brasil	EUA	Japão	Mundo
-----------	--------	-----	-------	-------

	América Latina				
t CO ₂ /hab	1,77	19,66	9,47	1,98	3,89
t CO ₂ /tep ¹ OIE	1,62	2,47	2,33	1,9	2,36
t CO ₂ /mil US\$ de PIB ²	0,27	0,6	0,4	0,3	0,6
t CO ₂ /km ² de superfície	36,3	614,9	3.197,8	46,0	119,3

Fonte: Balanço Energético Nacional (2006)

Nota: ¹ tonelada equivalente de petróleo (tep)

² US\$ em valores correntes de 1995

Tabela 1: Principais indicadores de emissão de CO₂: Brasil, Países e Regiões Selecionados (2002)

Para alcançar tal objetivo, o Protocolo de Quioto dispõe de mecanismos comerciais ou de flexibilização, para facilitar que os países desenvolvidos cumpram suas metas de corte nas emissões. Esses mecanismos são: Implementação Conjunta (Joint Implementation), Emission Trade e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (Clean Development Mechanism - CDM). O MDL permite que os países desenvolvidos financiem projetos de redução ou comprem os volumes de redução resultantes de iniciativas implementadas nos países em desenvolvimento não-industrializados, como é o caso do Brasil.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo tem dois objetivos: diminuir o custo global de redução de emissões de gases lançados na atmosfera e que produzem o efeito estufa (GEE) e, ao mesmo tempo, também apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. Esses objetivos simultâneos refletem a necessidade de ação coordenada entre países desenvolvidos (Anexo 1) e em desenvolvimento (não-anexo 1), que, apesar de posicionamentos distintos, dividem o objetivo comum de reduzir o acúmulo de GEE.

O princípio básico do MDL é simples. Ele permite que países Anexo I invistam nos países Não-Anexo I em oportunidades de redução de emissões de GEE de baixo custo e que recebam créditos pela redução obtida nas emissões. Aqueles países podem então aplicar esses créditos nas metas fixadas para 2008-2012, reduzindo assim os cortes que teriam de ser feitos nas próprias emissões.

Como muitas das oportunidades de redução de emissões são mais baratas e disponíveis em países em desenvolvimento, isso aumenta a eficiência econômica para alcançar as metas iniciais de redução de emissões de GEE. Desta forma, a contribuição das emissões de GEE para as mudanças climáticas é a mesma, independentemente de onde elas ocorram, o impacto no meio ambiente global é o mesmo.

Ao mesmo tempo em que essa característica permitiu maior flexibilidade para os países, também tem levado a que os investimentos em projetos de MDL direcionem-se aos países que apresentam maior potencial de redução de emissões, estruturas institucionais capacitadas e fluxo de recebimento de capital externo, conforme citado por Haites (2004), e a focar-se em projetos que se revelam mais atrativos sob uma análise custo-benefício.

Se esse mecanismo de redução é mais barato para os países desenvolvidos, os países em desenvolvimento também se beneficiam, não apenas com o aumento do fluxo de investimentos, mas também com a exigência de que os investimentos compensem as emissões de GEE ao mesmo tempo em que promovam os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Assim, o MDL permite o envolvimento dos países Não-Anexo I num período em que outras prioridades limitam os recursos para atividades de redução de emissões de GEE, e encoraja-os

a fazê-lo ao sinalizar com a perspectiva de que a prioridade ao desenvolvimento será incorporada como parte da solução. Mais genericamente, o objetivo do MDL de promover iniciativas para o desenvolvimento destes países reconhece que apenas por meio do crescimento econômico em longo prazo será possível a participação de todos os países na proteção ao clima. O MDL serve como ferramenta auxiliar para que projetos de geração de energia que possam promover reduções de impactos ambientais se tornem realizáveis, como é o caso da geração termelétrica a partir do resíduo casca de arroz.

3. As empresas e a variável ambiental

Após as duas grandes Guerras, a variável ambiental entra em cena e muitas empresas passam a incorporar tais preocupações em suas estratégias de negócios. Segundo Donaire (1995), um dos componentes importantes dessa reviravolta nos modos de pensar e agir foi o crescimento da consciência ecológica, na sociedade, no governo e nas próprias empresas, que passaram a incorporar essa orientação em suas estratégias.

As empresas começam, então, a presenciar o surgimento de outros papéis que devem ser por elas desempenhados. Essa mudança baseia-se, principalmente, no fato de se verificar que o crescimento econômico e mesmo o Produto Interno Bruto (PIB) não são e nunca serão medidas justas para analisar a performance social. Pois, apesar do sucesso do sistema capitalista na utilização eficiente da ciência e da tecnologia, quando os seus resultados econômicos são confrontados com outros resultados sociais, tais como a redução da pobreza, degradação de áreas urbanas, controle da poluição, diminuição das iniquidades sociais etc., percebe-se que há ainda muito a ser feito (CAIDEN e CARAVANTES, 1988).

Atualmente, as áreas de preocupação ambiental incluem a poluição da água, do ar, visual e sonora, assim como a poluição por resíduo sólido e perigoso. É preciso, a qualquer custo, otimizar o uso da energia, da água e da matéria-prima como forma de manutenção da biodiversidade do planeta, com a manutenção da qualidade dos mananciais, do solo e do ar, mediante conservação e uso parcimonioso das fontes de energia não renováveis.

Ferraz et al. (1995), demonstram que, dada a capacitação produtiva e tecnológica existente no país, a questão ambiental oferece a oportunidade de constituir-se em uma das bases de renovação da competitividade das empresas brasileiras. Contudo, faz-se necessária a adoção de uma postura pró-ativa com relação ao meio ambiente, por parte dos empresários. Esta atitude pró-ativa pode construir, a médio e longo prazo, vantagens competitivas de difícil superação pelos competidores

Todas estas questões, ou janelas de oportunidade, podem ser analisadas à luz do pensamento de Hamel e Prahalad (1995). Estes autores sugerem que os empresários precisam desenvolver, urgentemente, uma visão do futuro. Além de desenvolver esta visão, é preciso que o futuro seja criado pela empresa. Ou seja, deliberadamente a empresa precisa criar hoje as assimetrias de mercado que lhe favorecerão no futuro. Conforme Hamel e Prahalad (1994), o truque consiste em ver o futuro antes que ele chegue.

Dessa forma, a geração de energia através do aproveitamento dos resíduo casca de arroz torna-se uma oportunidade para que as empresas desenvolvam uma vantagem competitiva, contribuindo de forma efetiva para evitar danos ao meio ambiente, e alavacando sua marca através de ações ambientalmente corretas, ao mesmo tempo em que observa-se uma diminuição significativa dos custos de produção devido a geração própria de eletricidade e calor de processo (cogeração).

4. Impactos ambientais advindos da geração de energia

O consumo de energia fornecido pelas concessionárias pode aumentar a ponto do sistema não conseguir acompanhar tal demanda, assim, novas usinas para a geração de energia terão de ser construídas. A construção de novos parques geradores traz consigo enormes impactos sócio-ambientais. Exemplos disso são as desapropriações de terras e o alagamento de grandes áreas com destruição da fauna e da flora pelas represas de usinas hidroelétricas. No caso de usinas termoeletricas ou nucleares os danos ambientais e prejuízos ao convívio humano tendem a ser ainda piores.

Leite (2005), afirma que a implantação de hidrelétricas pode gerar impactos ambientais na hidrologia, clima, erosão e assoreamento, sismologia, flora, fauna e alteração da paisagem. Soma-se a isso a inundação de cidades, ocasionando o deslocamento de populações, o eventual mau uso da água, que é um bem de múltipla utilização, e a possibilidade de emissão de gás metano, pela decomposição orgânica gerada pelos alagamentos.

Além disso, segundo Koifman (2001), há 156 áreas geograficamente distribuídas no país caracterizadas por afetarem, presente ou futuramente, assentamentos indígenas através da expansão do setor elétrico – 65% das quais situadas na Região Norte. As principais reclamações destas comunidades dizem respeito aos efeitos diretos acarretados pelo alagamento originado com a construção das barragens hidroelétricas: submersão de territórios sagrados (como cemitérios), proliferação de mosquitos (ampliando a difusão da malária e de outras doenças infecciosas), escassez de caça, restrição das terras para a agricultura, e a criação de condições facilitadoras da invasão de terras indígenas.

Hidrelétricas são frequentemente promovidas pelas autoridades governamentais como uma fonte “limpa” de energia, em contraste com termoeletricas, por exemplo (SOUZA, 1996). Embora a contribuição da queima de combustíveis fósseis para o efeito estufa seja bem conhecida, hidrelétricas não estão livres de impactos. Represas hidroelétricas emitem gases de efeito estufa, tais como gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄). A razão impacto/benefício varia muito entre diferentes represas, dependendo da produção de energia.

Os investimentos necessários para compensar os impactos sofridos pela população local e pelo meio ambiente na construção de uma usina hidroelétrica são elevados. Além disso, estudos recentes mostram que a grande reserva de biomassa depositada no fundo dos reservatórios deteriora-se, liberando gases como o dióxido de carbono e o metano. (ENERGIA NUCLEAR, 2002). Além das hidrelétricas, a geração termelétrica convencional, que utiliza combustíveis fósseis como o carvão mineral, petróleo e gás natural, geram enormes impactos ambientais, dentre eles a emissão de gases de efeito estufa e a formação de chuva ácida, também chamada de deposição atmosférica.

O agravamento do efeito estufa se deve a emissão de gases com capacidade de retenção da radiação infravermelha proveniente do sol, principalmente o dióxido de carbono (CO₂). Da mesma forma, a queima de combustíveis fósseis emite óxidos de enxofre (SO_x) e de nitrogênio (NO_x), que, por reações químicas que acontecem na atmosfera, se transformam em ácido sulfúrico (H₂SO₄) e nítrico (HNO₃), respectivamente. Estas substâncias são responsáveis pela acidificação da água de lagos e rios, causando danos a fauna e a flora, além de prejuízos à estruturas e monumentos (LORA, 2004).

Apesar destas restrições ambientais, a oferta interna de energia elétrica no mundo ainda é predominantemente não-renovável (figura 1), sendo que os países Não-Anexo I (desenvolvimento) possuem 83% da eletricidade gerada por fontes não-renováveis. Valor um pouco menor (69%) é apresentado pelos países do Anexo I (desenvolvidos), signatários do Protocolo de Quioto. Em destaque está o Brasil, cuja estrutura da oferta interna de energia

elétrica apresenta grande participação de fontes renováveis, como hidráulica e biomassa. A produção de eletricidade por termelétricas é bastante reduzida e destina-se basicamente a complementação de carga ou geração em sistemas isolados, principalmente na região Amazônica.

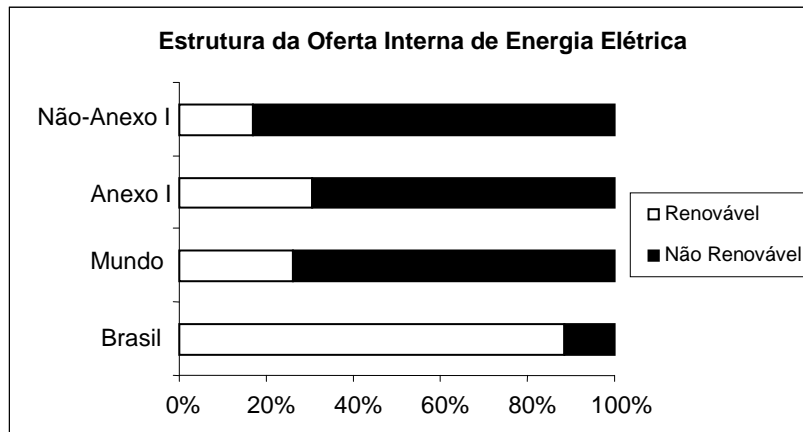


Figura 1: Estrutura da Oferta Interna de Energia Elétrica (2004)

No caso dos países do Anexo I, o alto grau de eficiência alcançado nos sistemas de geração de energia elétrica (figura 2) e o esgotamento de fontes alternativas tradicionais fizeram com que esses países atingissem um limite do total de emissões de GEE, não atingindo as metas acordadas no Protocolo. Deste modo, estes países, através dos mecanismos comerciais, passaram a adquirir Créditos de Redução de Emissões (CERs), provenientes da quantificação das emissões de GEE evitadas por outros países.

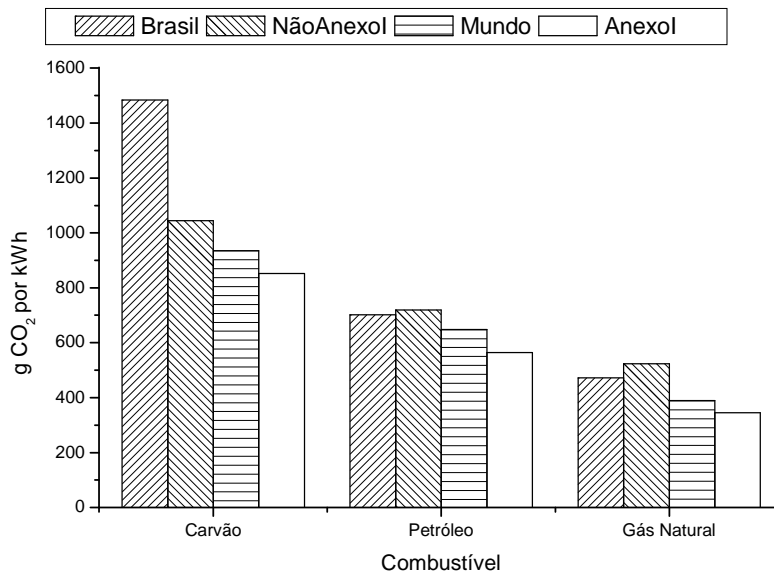


Figura 2: Fator de emissão de CO₂ por kilowatt-hora produzido

5. O Processo de geração de energia através da casca de arroz

Uma das vias tecnológicas para valorização da biomassa e conversão de seu potencial energético em energia elétrica, utilizada neste projeto, é através de um sistema do tipo

Rankine, o mesmo utilizado na geração térmica convencional com combustíveis fósseis, e pode ser resumido da seguinte forma: queima ou combustão do resíduo, geração de vapor, turbinagem do vapor e geração de eletricidade.

O aproveitamento energético em questão utiliza um processo especialmente desenvolvido pela empresa PTZ - Fontes Alternativas de Energia, para atender estabelecimentos industriais de médio e pequeno portes, que apresentam produção de resíduos passíveis de serem queimados através de uma termelétrica compacta, no sistema turn-key, para a geração de eletricidade de pequenas potências, até 2.000 kW. O diferencial da tecnologia utilizada está no sistema modular, em que o conjunto turbogerador concebido é suportado por um chassi, que serve como reservatório de óleo lubrificante, facilitando muito a sua instalação e formando um conjunto chamado de Micro Central Termoelétrica MCT).

6. Metodologia

Foi instalada, na empresa Doeler Alimentos Ltda, uma Micro Central Termoelétrica que utiliza a casca de arroz como combustível. Esta empresa situa-se no município de São Pedro do Sul, pólo regional de produção e beneficiamento de arroz do estado do Rio Grande do Sul, e por isso escolhida pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) como local ideal para a implantação deste projeto.

Dentro destas perspectivas até aqui apresentadas, executou-se um projeto demonstrativo de geração de energia térmica e elétrica, custeado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq. Partiu-se de uma unidade descentralizada que emprega biomassa vegetal, em processo térmico que supre as necessidades próprias de uma empresa, mediante substituição, especificamente, em uma unidade que já opera com tecnologia de baixa eficiência (7 a 9 %, na locomóvel), por outra de maior eficiência (15% ou mais com turbina a vapor ou ciclo Rankine), alterando a base tecnológica de geração de potência, sem a desconexão total da primeira. Foram analisadas as vantagens ambientais advindas deste projeto através de revisões bibliográficas e metodologias I.D – *Grid connected renewable electricity generation* e III.E – *Avoidance of methane production from biomass decay through controlled combustion*, ambas disponibilizadas pela UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change.

7. Resultados

A geração termelétrica a partir da casca de arroz reduz a emissão de gases de efeito estufa devido a dois fatores: substituição da eletricidade disponível na rede elétrica que apresenta geração a partir de combustíveis fósseis, como o carvão mineral e gás natural, e por eliminar a emissão de metano proveniente da decomposição da casca em aterros. Além disso, a contribuição de cada um destes gases (CO₂ e CH₄) para o total de emissões evitadas pelo projeto está de acordo com a utilização que foi dada a casca durante o período chamado “*Base Line*” (linha de base).

Em um primeiro caso, se a casca produzida pela empresa era pouco utilizada na secagem do arroz, por exemplo, e o resto era depositado em aterro, a parcela de emissões correspondente ao metano será grande, devido à decomposição de uma quantidade substancial de matéria orgânica e pelo fato do metano possuir um poder de efeito estufa 21 vezes maior que o do dióxido de carbono. Neste caso, teremos um volume grande de CO₂ equivalente evitado pelo projeto.

Em um segundo caso, se a casca foi largamente utilizada no período de linha de base, o metano evitado pelo projeto será praticamente nulo, diminuindo em muito o volume total de

CO₂ equivalente evitado pelo projeto. Segundo Pretz (2006), o incremento na viabilidade dos empreendimentos termelétricos ocasionada pela entrada dos créditos de carbono pode variar de 25 a 30% no primeiro caso, e de 10 a 15% no segundo caso.

Quanto aos impactos ambientais, no caso específico a casca de arroz, o fato de o município em questão processar algo em torno de 480 mil sacas de arroz e a casca corresponder a 22% da massa total do grão Cunha (1986), calcula-se que são depositadas em aterros, somente em São Pedro do Sul, 4.800 toneladas de resíduos, o que implica em gasto com transporte para que as cascas sejam depositadas no solo, onde têm um período longo de decomposição, cerca de 5 anos. Na maioria dos engenhos de arroz, quase todo esse material tinha como destino as lavouras e o fundo de rios, num descarte prejudicial e criminoso. No caso da Doeler Alimentos, a casca vem sendo depositada em um aterro próximo ao engenho, permitindo a sua utilização na caldeira quando necessária.

Outro fator importante é a diversificação da matriz energética do país, substituindo os combustíveis fósseis geradores de efeito estufa. A MCT instalada em São Pedro do Sul consumirá 1.560 toneladas de casca de arroz anualmente, substituindo parcialmente a energia elétrica disponível no Sistema Interligado Nacional (SIN) consumida pela empresa, perfazendo um total de 1.533MWh por ano. Isto irá contribuir para a redução das emissões de gases do efeito estufa, calculadas, utilizando-se a metodologia I.D – *Grid connected renewable electricity generation*, em 710 toneladas equivalentes de CO₂, considerando-se um fator de emissão de 0,463 tCO₂/MWh, apresentado no Documento de Concepção do Projeto aprovados nos termos da Resolução nº1, na Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC, 2006), além de evitar a emissão de dióxido de enxofre (SO₂), causador de chuva ácida, tendo em vista que a biomassa apresenta teor de enxofre desprezível.

No âmbito da mitigação da emissão de gases do efeito estufa, foi calculada a quantidade de metano ou dióxido de carbono equivalente que deixou de ser emitida pela implementação da MCT através da metodologia III.E- *Avoidance of methane production from biomass decay through controlled combustion*. O metano resultante da decomposição de matéria orgânica (1.560 toneladas de casca de arroz), foi estimado em 186 toneladas por ano ou 3.900 tCO₂eq/ano, sabendo-se que o poder de efeito estufa do CH₄ é 21 vezes maior que o do CO₂. A diminuição na utilização de eletricidade da rede e a mitigação da emissão de metano, calculados de forma conservativa, representam uma redução anual de 4.612 tCO₂eq.

8. Conclusão

O século XX foi marcado pelo uso do combustível fóssil, inclusive pelo desenvolvimento de indústrias ligadas a sua utilização. Mas é fato comprovado que as reservas fósseis não poderão atender a demanda indefinidamente. Com isso, a tendência para o futuro é que outras formas de energia renováveis e ainda não plenamente exploradas, ganhem importância cada vez maior no cenário mundial. Somado a isso o elevado preço da energia elétrica, fornecida pelas concessionárias brasileiras, implica custos altíssimos principalmente à empresas que possuem uma demanda elevada de energia.

Observa-se que com o aumento da necessidade de fornecimento de energia elétrica, a busca por fontes de energia quase sempre encontra resposta nos combustíveis fósseis, que no caso do Brasil, é composto principalmente do gás natural. Porém, a partir do momento em que se analisa os processos de geração como um todo, desde a viabilidade econômica até o levantamento de impactos ambientais, presume-se que a biomassa deveria ser prioritária, tendo em vista os benefícios ambientais comprovados, além de um retorno financeiro

considerável, especialmente com a entrada de recursos provenientes da comercialização de créditos de carbono.

A casca do arroz está dentre os produtos que se destacam no âmbito do aproveitamento e utilização, como forma alternativa na produção de energia. O aproveitamento total do grão surge como o resgate do aproveitamento de subprodutos, pois se baseia no fato de utilizar o resíduo de uma atividade econômica, vindo a constituir-se no desencadeamento de outra. Tendo o produto arroz como elemento norteador do presente trabalho, o processo de utilização da casca na produção de energia nos remete para o fato de que um produto sazonal - o arroz - gera um insumo energético, ou seja, a casca, de maneira a estar disponível de forma homogênea no decorrer não só do período de safra, mas no curso do ano todo.

São necessárias iniciativas no sentido de conscientizar a população em geral, e os empresários, de que projetos como esse tendem a contribuir efetivamente para a sociedade como um todo sendo capazes de gerar benefícios econômicos, sociais e principalmente ambientais. Ainda é de suma importância para as empresas que buscam uma contínua redução de custos e novas alternativas para alavancar sua marca e/ou imagem através de estratégias ambientais.

Referências

- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA.** *Balanco Energético Nacional 2006: Ano base 2005: Resultados Preliminares / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética.* - Rio de Janeiro: EPE, 2006.
- CAIDEN, G. & CARAVANTES, G.R.** *Reconsideração do conceito de desenvolvimento.* Caxias do Sul: EDUCS, 1988.
- COMISSÃO INTERMINISTERIAL DE MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA (CIMGC)** – *Documentos de Concepção do Projeto aprovados nos termos da resolução n° 1.* Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima>, Acesso em 17, mar 2007.
- CUNHA, JOSE C. C., et al.** *Relatório do projeto de pesquisa “aproveitamento energético da casca de arroz”.* Porto Alegre: CIENTEC – FINEP, 1986. 170p.
- DONAIRE, D.** *Gestão ambiental na empresa.* São Paulo: Atlas, 1995.
- ENERGIA NUCLEAR.** *Energia nucleolétrica no mundo: Roteiro Básico.* Eletronuclear. [Online] <http://www.eletronuclear.gov.br>, 2002.
- FARRET, F.A.; ZANCAN, M.D.; CANHA, L.N.; PARIZZI, J.B.; POPOV, V.A. & GONZATTI, F.** *Experimental Basis and Methodology for Fuel Cell Fed Converters Connected to Distribution Networks to Improve the Load Curve.* IEEE 36th Annual Power Electronics Specialists Conference. p. 1642-1646. Recife – Brazil. 2005.
- FERRAZ, J.C.; KUPFER, D. & HAGUENAUER, L.** *Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria.* Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- HAITES, E.** *Estimating the market potential for the Clean Development Mechanism: review of models and lessons learned: PCFPlus Report 19.* Washington DC: World Bank, IEA e IETA, Jun 2004.
- HAMEL, G. & PRAHALAD, C. K.** *Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã.* Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- HOFFMAN, R.** *Método Avaliativo da Geração Regionalizada de Energia, em potências inferiores a 1MW a partir da gestão de resíduos de Biomassa – O caso da Casca de Arroz.* Dissertação de Doutorado, PROMEC-UFRGS, Porto Alegre, RS – 1999.
- KOIFMAN, S.** *Geração e transmissão da energia elétrica: impacto sobre os povos indígenas no Brasil.* Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(2):413-423, mar-abr, 2001.

LEITE, M. A. *Impacto Ambiental das Usinas Hidrelétricas*. II Semana do Meio Ambiente. UNESP. Ilha Solteira, junho 2005.

LORA, E. E. S.; NASCIMENTO, M. A. R. *Geração Termelétrica: planejamento, projeto e operação (volume 2)*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2004, 2 vol., 1296p.

PRETZ, R. *Potencial Bioenergético do Setor Arrozeiro do Rio Grande do Sul: Uma Abordagem Termelétrica*. Dissertação de Doutorado, PROMECUFRGS, Porto Alegre, RS – 2001.

PRETZ, R. *Informação privada*. Agosto de 2006.

SOUZA, J.A.M. de. *Brazil and the UN Framework Convention on Climate Change. p. 19-21. In: International Atomic Energy Agency (IAEA). Comparison of Energy Sources in Terms of their Full-Chain Emission Factors: Proceedings of an IAEA Advisory Group Meeting/Workshop held in Beijing, China, 4-7 October 1994. IAEA-TECDOC-892, IAEA, Vienna, Áustria. 1996.*