



MIRELA FAVA

**USO DE BIOMASSA PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

INCONFIDENTES- MG

2009

MIRELA FAVA

**USO DE BIOMASSA PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do curso de Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Orientador: M.Sc. Felipe Moreton Chohfi

INCONFIDENTES – MG

2009

MIRELA FAVA

**USO DE BIOMASSA PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

Data de aprovação: 27 de novembro de 2009.

ORIENTADOR: M.Sc. Felipe Moreton Chohfi

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Inconfidentes, MG

Professora Luciana Moreira da Fonseca

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia- Campus Inconfidentes, MG

**Dra. Nora Andrea Merino
FEQ- UNICAMP- Campinas, SP.**

“O amor revela as qualidades sublimes e ocultas do que ama, - o que nele há de raro, de excepcional: nesse aspecto facilmente engana quanto ao que nele há de habitual.”

(Friedrich Nietzsche)

“Só há duas maneiras de viver a vida: a primeira é viver como se os milagres não existissem. A segunda é vive-la como se tudo fosse um milagre.” (Albert Einstein).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que sempre me deu forças para continuar e sempre iluminou o meu caminho.,

Agradeço aos meus pais, Franco e Elizabet, por sempre me apoiarem, em dando as devidas broncas e mandando eu arrepisar e arrasar, aos meus irmãos por serem compreensivos e por me ajudar em horas que eu mais precisei.

Agradeço ao meu namorado Mário por sempre estar do meu lado, me acalmando e me ajudando mesmo não sabendo nada sobre o assunto.

Agradeço ao meu professor Felipe por ter aceitado ser o orientador do meu tcc.

Agradeço a todos os meus amigos do curso que já formaram, e que sempre demonstraram carinho e amizade.

A todos o meu agradecimento.

Dedico a todos aqueles que um dia acreditaram em mim e nunca me deixaram de lado, a todos aqueles que mesmo em horas inoportunas nunca me abandonaram. À Deus e a vocês, o meu muito obrigado.

RESUMO

O uso de biomassa para produção de energia vem ganhando espaço nos últimos anos por consistir em uma alternativa abundante e de baixo potencial poluidor. No entanto, quando não implementada de forma adequada pode gerar sinais de insustentabilidade como degradação do solo, corpos hídricos, biodiversidade e segurança alimentar. Este trabalho visa avaliar a sustentabilidade do uso de biomassa para produção de energia em substituição aos combustíveis fósseis. Por fim serão feitas considerações finais no que concerne à eficiência do uso de biomassa em garantir um futuro sustentável no Brasil e no mundo e suas atuais deficiências.

Palavras-chave: biomassa, energia, impactos ambientais, desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

The use of biomass for production of energy has got more and more space in the last few years for consisting of an abundant alternative and of low polluting potential. When not implemented in the appropriate form, however, it can produce signs of unsustainability like degradation of the soil, hydric bodies, biodiversity and food security. This work aims at the sustainability of biomass usage for production of energy instead of fossil fuels. Finally some considerations will be done concerning the efficiency of biomass usage in reassuring a sustainable future in Brazil and worldwide as well as its current deficiencies.

Keywords: biomass, energy, environmental impacts, sustainable development.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO.....	2
2.1 Objetivo geral.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1 Histórico da Biomassa.....	3
3.2 Aproveitamento atual de biomassa no Brasil.....	4
3.3 Biomassa.....	5
3.3.1 Fontes de biomassa.....	6
3.3.1.1 Cultivos Energéticos/ Cultivos Anuais.....	6
3.3.1.2 Resíduos de Biomassa.....	6
3.3.2 Tipos de Biomassa.....	8
3.3.2.1 Tecnologia tradicionais de uso da biomassa (Biomassa Tradicional).....	8
3.3.2.2 Tecnologias aperfeiçoadas de uso da biomassa (Biomassa Aperfeiçoada).....	8
3.3.2.3 Tecnologias modernas de uso da biomassa (Biomassa Moderna).....	9
3.4 Desenvolvimento sustentável.....	9
3.5 Impactos e aspectos Ambientais da Produção de Energia a partir de Biomassa.....	12
3.5.1 Uso do solo e degradação.....	12
3.5.2 Poluição dos recursos hídricos.....	13
3.5.3 Emissões à atmosfera.....	15
3.5.4 Biodiversidade.....	16
3.5.5 Desmatamento.....	17
3.6 Emissão de Gases de Efeito Estufa e o Sequestro de Carbono.....	18
3.7 Vantagens da produção de energia a partir de biomassa.....	19
3.8 Biocombustíveis para geração de energia.....	20
3.8.1 Bagaço de cana-de-açúcar.....	20
3.8.2 Dendrocombustíveis.....	20
3.8.3 Biogás.....	21
3.9 Sustentabilidade.....	21
3.9.1 Etanol.....	21
4 CONCLUSÕES.....	23
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Nos recentes anos o nosso planeta vem demonstrando sinais de escassez de recursos naturais apontando para um desafio atual capaz de promover a sustentabilidade ambiental, social e econômica. O termo da Comissão do Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum”, conceituou o significado de desenvolvimento sustentável como : “um desenvolvimento que alcança as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de alcançar as suas próprias necessidades“.

Para ser sustentável os recursos naturais necessários para substituição dos combustíveis fósseis deverão ser renováveis e abundantes de forma a assegurar sua estabilidade. A biomassa, ou seja, qualquer material orgânico advindo da fotossíntese previamente ou não processado por seres vivos, detém características únicas que a fazem ser produzida na mesma taxa de seu consumo. Além disso, no setor energético, a biomassa pode substituir o petróleo em grandes quantidades tanto no setor de transportes como na produção de energia elétrica renovável.

Uma era pós-carbono se aproxima, na qual a economia se contrapõe com o desafio de substituição dos componentes fósseis do setor energético que a humanidade tem sido dependente ao longo das últimas décadas. No entanto, muitas questões concernentes à substituição dos combustíveis fósseis por biomassa ainda devem ser respondidas, dentre elas deve ser avaliada adequadamente o seu real impacto em promover uma transição sustentável.

A potencialidade desta prática será avaliada permitindo obter conclusões e considerações finais sobre a sustentabilidade de uso de biomassa para produção de energia.

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivos:

2.1 Objetivo geral

A construção de conhecimentos que permitam avaliar a viabilidade do uso de biomassa na substituição dos combustíveis fósseis para produção de energia no que concerne ao alcance do desenvolvimento sustentável;

2.2 Objetivos específicos

Visando o alcance do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- a) Levantar bibliografia no que concerne ao estado da arte de uso da biomassa para produção de energia assim como suas vantagens, barreiras e impactos ambientais;
- b) Concluir sobre o uso de biomassa para produção de energia e o alcance do desenvolvimento sustentável.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Histórico da Biomassa

Ocorreram ao longo da história várias crises de petróleo, nas décadas de 70 e 90, e juntamente com estas crises crescia também a preocupação com o meio ambiente, havendo assim uma busca maior de fontes de energia limpa (HILL, 2000; SCHUCHARDT et al.; 2001 *apud* POUSA G., SANTOS ^a, SUAREZ P., 2007). No Brasil durante a década de 40 surgiu a tentativa de se obter energia através da exploração de óleos e gorduras. São diversos os registros de estudos acerca do uso de óleos vegetais puros em motores (BORGES, G.P., 1944 *apud* POUSA G., SANTOS ^a, SUAREZ P., 2007), ou de hidrocarbonetos produzidos pelo craqueamento térmico de triglicerídeos (OTTO, 1945 *apud* POUSA G., SANTOS ^a, SUAREZ P., 2007). A biomassa desde o descobrimento do fogo foi uma fonte de energia de muita importância, sendo a principal fonte de energia até a Revolução Industrial onde o carvão passou a ser a mais importante, surgindo assim também outras fontes alternativas que acompanharam a crescente demanda de produtos industrializados (INFANTE & VEIRAS, 2003 *apud* COUTO, COUTO L., WATZLAWICK, CÂMARA, 2004).

Antigamente, principalmente nos países subdesenvolvidos restos de culturas já eram utilizados para se obter energia, mas era obtido através da combustão ineficiente. Em 1850, a biomassa representava 85% do consumo mundial de energia e, antes de 1850 a biomassa era praticamente a única forma de energia usada pelo homem, além da força dos ventos (para navegação), animais domesticados (na agricultura) e pequenas quantidades de carvão para aquecimento residencial (GOLDEMBERG, 2009).

Com a Revolução Industrial no fim do século XVIII, surgiram as máquinas movidas a vapor, a utilização do carvão que era pequena nessa época, apenas utilizada para produzir energia doméstica, se expandiu e a exploração do carvão mineral aumentou para 15% em 1850 e cresceu para 50% no final do século XIX. A partir daí a produção de energia no século XX foi dominada por combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) que representavam

ainda no início do século XXI, cerca de 80% de toda a energia produzida no mundo. O gás e o petróleo passaram a ser a fonte de energia principal, pois apresentava várias vantagens com relação à biomassa e outros tipos de fontes energéticas. Eram recursos naturais obtidos em estado líquido e gasoso com maior facilidade para ser transportado. E a biomassa era vista como um combustível primitivo, pois na sua obtenção era gerado impactos ambientais diversos, passando a sim a ser conhecido como um combustível de países pobres e subdesenvolvidos (GOLDEMBERG, 2009).

Atualmente a biomassa representa a quarta fonte de energia em nível global e também é considerada o principal combustível, utilizado por 75% da população mundial. No setor energético em países subdesenvolvidos a biomassa também contribui com uma grande parcela para a produção de energia (PARLAMENTO EUROPEU, 2004 *apud* COUTO, COUTO L., WATZLAWICK, CÂMARA, 2004).

3.2 Aproveitamento atual de biomassa no Brasil

Atualmente no Brasil a matriz energética é bem diversificada, os combustíveis fósseis são os mais utilizados principalmente para abastecer o setor de transportes. Na geração de eletricidade a fonte energética mais utilizada é a hidroelétrica. A biomassa é utilizada na produção de etanol como combustível e também na geração de eletricidade com a queima do bagaço da cana, e também através do biogás (GUARDABASSI, 2006).

A biomassa é utilizada em diversos setores da economia brasileira, no setor industrial a biomassa é utilizada no setor de papel e celulose, utilizando recursos dendroenergéticos como combustível em processos de gaseificação (VELÁZQUEZ, 2000 *apud* SILVA, GARRAFA, NAVARENHO, GADO, YOSHIMA, 2004), no setor de açúcar e álcool são utilizados os sistemas de cogeração (COELHO, 1999, *apud* SILVA, GARRAFA, NAVARENHO, GADO, YOSHIMA, 2004) e também no setor de bebidas, nas indústrias que processam sucos de frutas. Nas serrarias são utilizados resíduos de madeira para produção de calor e eletricidade (VARKULYA JR, 2004 *apud* GUARDABASSI, 2006).

No Brasil, a forma de biomassa mais utilizada é o bioetanol, que é utilizado no setor de transportes, e é um biocombustível obtido através da cana-de-açúcar.

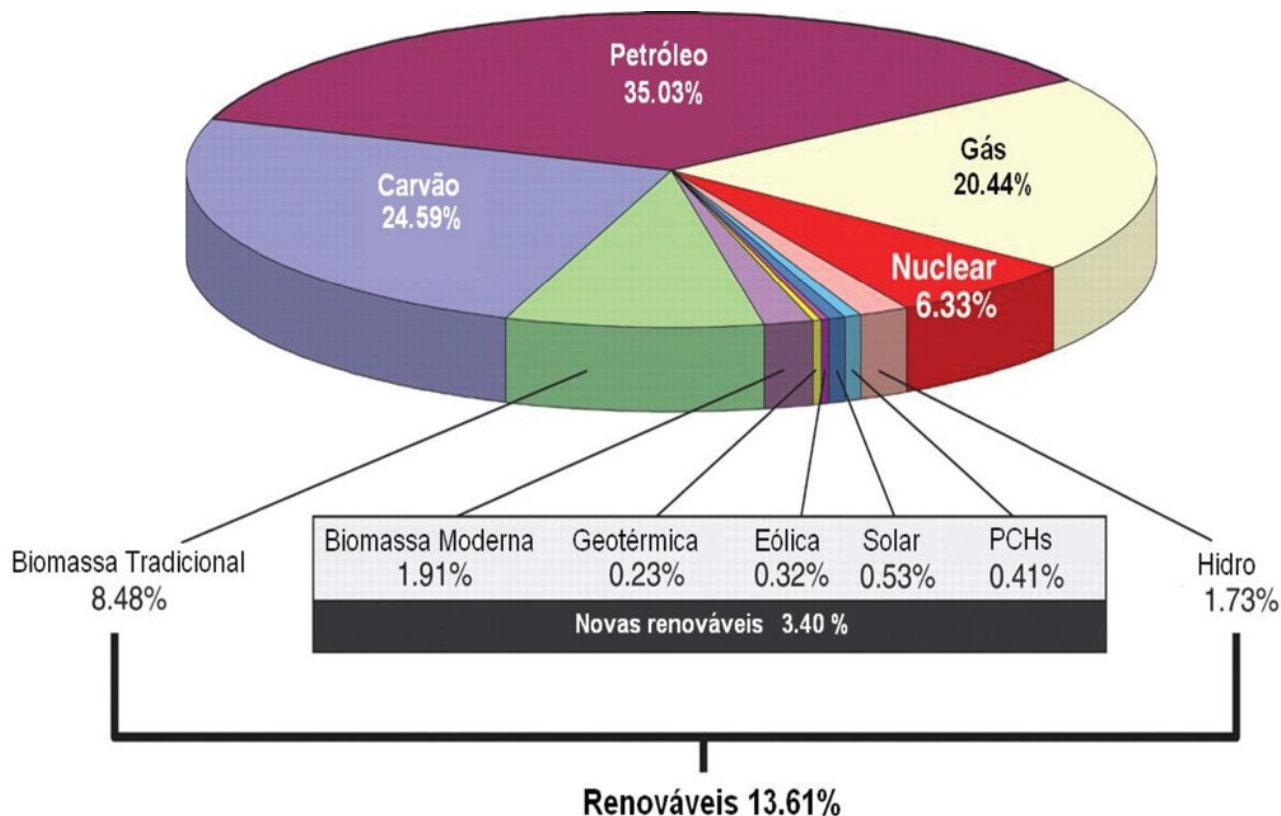


Figura 1. Oferta de energia primária no Brasil em 2004 (GOLDEMBERG, 2007).

3.3 Biomassa

Nosso planeta Terra possui na sua superfície uma região onde se desenvolvem todos os organismos: a biosfera. Esta região se divide segundo o tipo de alimentação consumido: a região autotrófica, onde se desenvolvem as plantas; e a região heterotrófica, onde se inserem os seres que, direta ou indiretamente, sobrevivem através do consumo das plantas clorofiladas (COUTO et al., 2004).

A massa que constitui a biosfera é denominada biomassa. A biomassa engloba todos os seres vivos e também o conjunto dos produtos orgânicos gerados por estes seres vivos como dejetos, mas que não se encontram completamente decompostos em moléculas elementares. Essa biomassa contém energia química que é proveniente da conversão da energia luminosa graças à fotossíntese realizada pelas plantas. A massa total dos organismos por unidade de superfície ou volume é chamada de biomassa e pode ser aproveitada como insumo energético (COUTO et al., 2004).

A biomassa é constituída pelo material produzido por todos os seres vivos (animais, vegetais, fungos e protistas) em seus mais variados processos, isto é, a matéria orgânica viva, desde quando fixa energia solar nas moléculas constituintes de suas células, e esta energia é

armazenada em todas as etapas da cadeia alimentar, ou trófica. (COUTO et al., 2004).

A Biomassa pode ser classificada segundo sua origem como:

- Biomassa natural: São produzidas pela natureza sem que exista intervenção humana, como as florestas. A utilização dessa biomassa é a mais adequada porque tem um maior aproveitamento energético e com rápida degradação dos ecossistemas naturais.
- Biomassa residual: São geradas por qualquer tipo de atividade humana, principalmente nos processos produtivos dos setores agrícolas, florestal, assim como as produzidas nos núcleos urbanos.
- Biomassa produzida em plantações energéticas: Neste caso os cultivos energéticos são realizados com a finalidade de produzir biomassa capaz de ser transformada em combustível (VIANNA et al., 2000).

3.3.1 Fontes de biomassa

A biomassa é encontrada nos vegetais nativos ou plantados e nos resíduos agropecuários, urbanos e de algumas indústrias.

3.3.1.1 Cultivos Energéticos/ Cultivos Anuais

As culturas energéticas são aquelas que, a partir da biomassa que geram, permitem a produção de produtos energéticos, nomeadamente biocombustíveis, energia eléctrica e térmica (BRÁS, 2005). Essas culturas podem ser divididas em:

- a) **Sacarídeos:** cana de açúcar, sorgo sacarino, beterraba açucareira.
- b) **Amiláceos:** mandioca, babaçu, sorgo granífero, batata doce, milho.
- c) **Oleaginosas:** Este termo engloba um grande número de plantas produtoras de óleos vegetais, com composição química muito variada. As principais oleaginosas utilizadas que possuem potencial para uso energético são o dendê, abacate, coco, babaçu, girassol, colza, mamona, amendoim, soja, algodão, etc (VIANNA et al., 2000).

3.3.1.2 Resíduos de Biomassa

A biomassa também pode ser obtida nos subprodutos das atividades agrícolas, pastoris, florestais, agroindustriais e urbanas que possuem potencial energético. A utilização energética dos resíduos apresenta grandes vantagens, sobretudo dos restos de lavoura de esterco de animais criados extensivamente e sua dispersão, que acarretam dificuldades de

coleta e transporte (VIANNA et al., 2000). Esses resíduos podem ser classificados em:

a) Resíduos agropastoris:

Compreendem os resíduos agrícolas e os resíduos pastoris, estes são provenientes da colheita e do processamento de culturas. A exploração desses resíduos deve ser feita de modo consciente pois estes resíduos protegem o solo da erosão e ajudam a repor os nutrientes extraídos pelos vegetais.

b) Resíduos florestais:

Historicamente, a biomassa de origem florestal é tida como uma importante fonte de energia (MALIK et al., 2001; CHHABRA et al., 2002 *apud* ALVAREZ, OLIVEIRA, V.R; OLIVEIRA, A.R; PIRES, DRUMOND, 2008). As características que a biomassa florestal possui, permite que a mesma seja utilizada como fonte de energia, sendo considerada também uma alternativa viável (VIANNA et al., 2000). Recursos dendroenergéticos são produtos diretos e indiretos da madeira, como: madeira, resíduos de exploração e resíduos industriais (serragem, maravalhas, tocos e ponteiros, licor negro etc.) (NOGUEIRA et al., 2000 *apud* por MÜLLER, COUTO, 2006). A energia pode ser obtida pela queima da madeira produzindo o carvão, aproveitamento de resíduos da exploração e aproveitamento de óleos essenciais, alcatrão e ácido pirolenhoso (COUTO et al., 2000).

c) Resíduos agroindustriais

Geralmente nas agroindústrias são produzidos resíduos com um alto valor energético. A biomassa da agroindústria pode ser utilizada na substituição de energia comprada a vapor ou eletricidade. Entre os setores cujos resíduos gerados em larga escala são possíveis de tratamento, visando aproveitar o potencial energético, merecem destaque:

- Indústria de açúcar e álcool;
- Matadouros e frigoríficos;
- Cervejarias;
- Curtumes;
- Fábricas de doces e conservas;
- Indústria de pesca;
- Beneficiamento da madeira;
- Indústria de papel e celulose.

d) Resíduos urbanos

Estes resíduos compreendem os sólidos, como o lixo e os líquidos, como o esgoto. O

aproveitamento desses resíduos pode gerar energia e impedir que poluam o meio ambiente (VIANNA et al., 2000).

3.3.2 Tipos de Biomassa

Nos trabalhos mais recentes a biomassa tem sido classificada conforme o tipo de tecnologia utilizada na sua obtenção.

3.3.2.1 Tecnologia tradicionais de uso da biomassa (Biomassa Tradicional)

A biomassa tradicional tem sido motivo de preocupação para profissionais das áreas ambientais e sociais, pois esse tipo de biomassa é utilizado pelas populações mais pobres que em geral não tem acesso a outros tipos de fonte de energia, e geralmente é explorada de uma maneira predatória e não-sustentável, ocasionando vários impactos sociais e ambientais (LEAL, 2005).

A biomassa tradicional é obtida através da combustão direta de madeira, lenha, carvão vegetal, resíduos agrícolas, resíduos de animais e urbanos, para cocção, secagem e produção de carvão (KAREKESI et al., 2005 *apud* GUARDABASSI, 2006).

A biomassa é submetida a altas temperaturas num contexto em que se registra um excesso de oxigênio. É o método tradicional de produção de calor nos processos domésticos e industriais ou de energia elétrica (BRÁS, 2005).

3.3.2.2 Tecnologias aperfeiçoadas de uso da biomassa (Biomassa Aperfeiçoada)

Neste tipo de tecnologia a conversão energética da biomassa é realizada através de processos mais aperfeiçoados e que apresentam uma maior eficiência de combustão direta de biomassa, tais como fogões e fornos. (KAREKESI et al., 2005 *apud* GUARDABASSI, 2006).

A conversão também pode ser realizada com ou sem processos físicos de secagem, classificação, compressão, corte/quebra etc (RODRIGUES, CAMARGO, 2008). Existe um processo chamado pirólise onde a biomassa é submetida a altas temperaturas (cerca de 500°C) na ausência de oxigênio. É utilizado na produção de carvão vegetal e na produção de combustíveis líquidos semelhantes aos hidrocarbonetos (BRÁS, 2005).

Uma tecnologia aperfeiçoada é a pirólise que é um processo de conversão térmica que implica na ruptura de ligações carbono-carbono e na formação de ligações carbono-oxigênio.

Mais apropriadamente a pirólise é um processo de oxidação-redução na qual uma parte da biomassa é reduzida a carbono, entretanto, a outra parte, é oxidada e hidrolisada dando origem a fenóis, carboidratos, alcoóis, aldeídos, cetonas e ácidos carboxílicos. Esses produtos

primários combinam-se entre si para dar moléculas mais complexas tais como esteres, produtos poliméricos, etc. (ROCHA et al. 2004).

3.3.2.3 Tecnologias modernas de uso da biomassa (Biomassa Moderna)

A conversão energética da biomassa através de tecnologias modernas produz eletricidade e também os biocombustíveis.

Elas incluem gaseificação, métodos de produção de calor e eletricidade (cogeração), recuperação de energia de resíduos sólidos urbanos e gás de aterros sanitários além dos biocombustíveis para o setor de transportes (etanol e biodiesel) (GOLDEMBERG, 2008). No processo de gaseificação a biomassa é submetida a temperaturas muito altas e submetida a quantidade limitada de oxigênio, fazendo com que ocorra uma combustão completa. Se nesse processo for utilizado ar obtém-se um gás pobre que pode ser utilizado na produção de vapor de água ou na geração de eletricidade. Ou então na utilização de oxigênio puro, obtém-se um gás de síntese que pode ser transformado em combustível líquido (BRÁS, 2005).

A gaseificação é definida como a conversão da biomassa, ou de qualquer combustível sólido, em um gás energético, através da oxidação parcial a temperaturas elevadas. Esta conversão pode ser realizada em vários tipos de reatores, tais como reatores de leito fixo e de leito fluidizado.

A gaseificação é realizada através de uma conversão termoquímica de um combustível seja ele sólido ou líquido, é realizada a altas temperaturas, na faixa de 850 – 1500°C (ALDERUCCI et al., 1993 *apud* COELHO, 1999). O produto principal é um gás combustível composto de CO, CO₂, H₂, CH₄, traços de hidrocarbonetos pesados, água, nitrogênio e várias outras substâncias - pequenas partículas de coque, cinza, alcatrão, ácidos e óleos, que são consideradas contaminantes (BAIN et al., 2004 *apud* COELHO, 2007).

A gaseificação é um processo de conversão termoquímica da biomassa, realizado a elevadas temperaturas, em que as substâncias orgânicas (sólidas ou líquidas) são convertidas em produtos gasosos, principalmente CO, H₂, CO₂ e vapor d'água, observando-se também a formação de hidrocarbonetos leves e outros compostos voláteis e condensáveis como produtos secundários (GRABOWSKI, 2004).

3.4 Desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável tem a ideia de manter o progresso humano e seu desenvolvimento em todo o planeta e não somente no presente mas, para as gerações futuras. O conceito de desenvolvimento envolve a ideia de que devemos atender as nossas

necessidades, mas sem comprometer os recursos naturais para que possam ser utilizados pelas gerações futuras para atender as suas futuras necessidades. (ROSSETTO, 2003).

O desenvolvimento sustentável é a existência de harmonia entre a exploração de recursos naturais e desenvolvimento, utilizando do aprimoramento do desenvolvimento tecnológico com o intuito de visar a sustentabilidade ambiental do desenvolvimento no presente e no futuro, e ao mesmo tempo poder atender as necessidades humanas (ROSSETTO, 2003).

Quando falamos em desenvolvimento sustentável muitas vezes as pessoas pensam que a palavra desenvolvimento e a palavras meio ambiente se opõem, mas no conceito de desenvolvimento sustentável essas duas palavras estão interligadas e a sua harmonia traz benefício para a vida humana (MAGALHÃES, 2006).

O termo desenvolvimento sustentável começou a ser usada a partir da década de 80, na conferência mundial sobre a conservação e o desenvolvimento da IUCN (OTTAWA, CANADÁ, 1986) e foi considerado um novo paradigma com os seguintes princípios:

- Integrar conservação da natureza e desenvolvimento;
- Satisfazer as necessidades humanas e fundamentais;
- Perseguir equidade e justiça social;
- Buscar a autodeterminação social e respeitar a diversidade cultural.
- Manter a integridade ecológica. (GUTTERRES, 2003).

Desenvolvimento sustentável é alcançar a estabilidade dos estoques de recursos, e simultaneamente manter os processos ecológicos necessários a manter a produtividade (fonte) e as funções assimilativas (PEARCE et al., 1988 *apud* ROSSETTO, 2003).

Maneira de perceber as soluções para os problemas globais, que não se reduzem apenas à degradação do ambiente físico e biológico, mas que incorporam dimensões sociais, políticas e culturais, como a pobreza e a exclusão social. (BARBIERI, 1997 *apud* ROSSETTO, 2003).

A tabela 1 a seguir destaca as “cinco dimensões de sustentabilidade do ecodesenvolvimento” citada por SACHS (2001):

Quadro 1. Dimensões de sustentabilidade do ecodesenvolvimento.

Dimensão	Componentes	Objetivos
Sustentabilidade Social	<ul style="list-style-type: none"> -Criação de postos de trabalho que permitam a obtenção de renda individual adequada (à melhor condição de vida, à maior qualificação profissional). -Produção de bens dirigida prioritariamente às necessidades básicas sociais. 	Redução das desigualdades sociais.
Sustentabilidade econômica	<ul style="list-style-type: none"> -Fluxo permanente de investimentos públicos e privados (estes últimos com especial destaque para o cooperativismo). - Manejo eficiente dos recursos. -Absorção, pela empresa, dos custos ambientais -Endogeneização: contar com suas próprias forças. 	Aumento da produção e da riqueza social, sem dependência externa.
Sustentabilidade Ecológica	<ul style="list-style-type: none"> -Produzir respeitando os ciclos ecológicos dos ecossistemas. -Prudência no uso de recursos naturais não renováveis. -Prioridade à produção de biomassa e à industrialização de insumos naturais renováveis. -Redução da intensidade energética e aumento da conservação de energia. -Tecnologias e processo produtivos de baixo índices de resíduos. -Cuidados ambientais 	Melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes recursos energéticos e naturais para as próximas gerações.
Sustentabilidade espacial/geográfica	-Desconcentração espacial (de atividades; de população).	Evitar excessos de aglomerações
Sustentabilidade cultural	<ul style="list-style-type: none"> -Soluções adaptadas a cada ecossistema. -Respeito à formação cultural comunitária. 	Evitar conflitos com potencial progressivo.

3.5 Impactos e aspectos Ambientais da Produção de Energia a partir de Biomassa

A biomassa pode ser considerada a melhor opção para substituição sustentável dos combustíveis fósseis no setor energético no futuro. Por outro lado, a produção de energia a partir de biomassa apresenta ainda diversos impactos ambientais e outras barreiras que deverão ser consideradas para que esta transição possa ocorrer de forma sustentável. Os impactos e aspectos ambientais da produção de energia a partir de biomassa trata das questões a serem consideradas para que esta transição se faça de modo sustentável.

3.5.1 Uso do solo e degradação

A cultura da cana-de-açúcar por ser considerada uma monocultura e que ocupa grandes extensões, tem sido questionada por movimentos sociais e ambientalistas como geradoras de desigualdades sociais no campo. A falha que existe na estrutura fundiária brasileira que regula e limita o uso das propriedades tem contribuído para a expansão das monoculturas. Impactos sobre a da agricultura familiar e mudanças no padrão de produção agrícola têm sido verificados em regiões do estado de São Paulo que se especializaram na produção de cana-de-açúcar (GUEDES et al., 2006 *apud* RODRIGUES, ORTIZ, 2006). A expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região Sudeste tem contribuído na redução de áreas de cultivos de tomate, amendoim das águas e laranja (RODRIGUES & ORTIZ, 2006).

A busca de novas áreas para produção de cana-de-açúcar tem provocado a ocupação direta de novas áreas, áreas de vegetação natural. Com a expansão do cultivo da cana-de-açúcar as produções agropecuárias tem sido deslocada para outras áreas, gerando a destruição de habitats e impactos relevantes sobre a biodiversidade (RODRIGUES & ORTIZ, 2006).

Outro grande impacto ambiental ocasionado pela monocultura da cana-de-açúcar observado por QUARTAROLI (2005) é a ocupação do uso do solo que foi extremamente modificada entre os anos 1988 e 2003. Grandes áreas foram ocupadas pelo plantio da cana-de-açúcar.

A expansão acelerada do setor preocupou os órgãos ambientais governamentais, os quais exigiram estudos rigorosos de impacto ambiental, e o tempo de um licenciamento ambiental de uma nova destilaria passou a ser de 2 anos ou mais (PEREIRA, 2006).

A comunidade ambientalista tem se preocupado com a expansão da monocultura sobre o Cerrado. Muitas ONG's tem se colocado contra a instalação de novas usinas e de infraestrutura energética, como no Mato Grosso do Sul. Os produtores esperam uma forte expansão em direção ao Cerrado, bioma já extremamente ameaçado, que pode-se estender às

bordas da Amazônia (KITAYAMA, 2006 *apud* RODRIGUES, ORTIZ, 2006).

Os principais impactos sobre o solo da produção agrícola da cana-de-açúcar em grande escala e a produção industrial de etanol são a redução da disponibilidade hídrica decorrente da captação superficial de água e a indução de processos erosivos – e conseqüente assoreamento – dos corpos d'água superficiais. Além disso, apresenta riscos de contaminação do solo e dos recursos hídricos, pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e pela disposição inadequada do vinhoto (RODRIGUES & ORTIZ, 2006).

O uso do fogo na produção canavieira é uma prática tradicional, mas essa prática compromete a produtividade da terra, pois interfere nas suas características edáficas (BORGES, 2009). O uso do fogo na agricultura é altamente prejudicial a terra, pois causa alterações climáticas devido a destruição da cobertura florestal nativa levando a uma alteração no ciclo das chuvas ocasionando assim a desertificação do solo. Essa supressão da vegetação nativa que serve de proteção aos recursos hídricos é eliminada intensificando ainda mais os processos de erosão e assoreamento (BORGES, 2009). No solo, o fogo altera as suas composições químicas, físicas e biológicas prejudicando a ciclagem dos nutrientes e causando a sua volatilização (BORGES, 2009).

Segundo um seminário realizado em Nairóbi, desertificação é um fenômeno de sistemas no qual intervém o clima, o solo, a flora, a fauna e o homem e poderia ser definida como uma sequência de modificações regressivas do solo, da vegetação e do regime hídrico, conduzindo à deterioração biológica dos ecossistemas em consequência de pressões criadas por fatores climáticos e pelas atividades do homem agindo em conjunto ou separadamente.”

A degradação ambiental ocasionada pela cultura da cana foi aumentada quando houve um desenvolvimento tecnológico na sua produção, aumentando a área de cultivo e a intensificação do uso do solo (MACHADO, 2006). O processo de coivara, que é a queima da cana, degrada o solo, e a utilização de agrotóxicos na produção canavieira também intensificam o processo de desertificação do solo (MACHADO, 2006).

Durante a queimada da palha da cana-de-açúcar, a temperatura a 1,5 cm de profundidade do solo chega a mais de 100° e atinge 800° centígrados a 15 cm acima da terra, esse aumento da temperatura afeta gravemente a atividade biológica do solo, diminuindo drasticamente a sua fertilidade (MACHADO, 2006).

3.5.2 Poluição dos recursos hídricos

No ciclo de produção industrial do etanol de cana-de-açúcar os principais efluentes

líquidos que podem, eventualmente, serem lançados aos corpos d'água são (CETESB, 2002):

Vinhoto (resíduos da destilação do melaço fermentado para obtenção do álcool), que apresenta altas DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio);

Água da lavagem das dornas (recipientes de fermentação), com composição semelhante ao vinhoto, porém mais diluído (cerca de 20% de vinhoto);

As águas de lavagem da cana antes da moagem, que têm teores consideráveis de sacarose, principalmente no caso da cana queimada, e matéria mineral e vegetal (terra e pedregulhos aderidos);

As águas provenientes dos condensadores barométricos e dos evaporadores que contem açúcares arrastados em gotículas;

Água de remoção química (com soda ou solução de ácido clorídrico) de incrustações, cuja composição varia muito, porém apresenta predomínio de fosfatos, sílica, sulfatos, carbonatos e oxalatos;

Destes poluentes o mais importante em volume e que causa maior impacto ambiental negativo é o vinhoto por conter na sua propriedades químicas alta quantidade de DBO e DQO e com um grande volume produzido, da ordem de 11 a 14 litros por litro de álcool (RODRIGUES & ORTIZ, 2006). UCHIMURA (2006) cita as características físico-químicas médias do vinhoto gerado em uma destilaria instalada em Alagoas:

Quadro 2. Características físico-químicas médias do vinhoto (UCHIMURA, 2006).

PH	3,73
Sólidos totais (g/L)	25,2
Sólidos voláteis (g/L)	19,3
DQO (mg/L)	31350
DBO (mg/L)	17070
Nitrogênio (mg/L)	412
Fósforo (mg/L)	109
Sulfato (mg/L)	897
Potássio (mg/L)	1473

Quadro 3. DBO e DQO (SEMASA- SP) 2003.

Parâmetros	ETE Bueno	ETE Araraquara
DQO	435	377
DBO	880	754

A gestão adequada desses efluentes é de extrema importância pois é claro o seu potencial de impacto negativo sobre os recursos hídricos. É fundamental que exista um planejamento para tratamento de efluentes para que não comprometam os cursos d'água do entorno das plantas de produção de etanol (RODRIGUES & ORTIZ, 2006).

As queimadas realizadas na produção canavieira faz com que seja necessário um uso maior de agrotóxicos e herbicida, para o controle de pragas e de plantas invasoras, sendo que esta prática, agrava ainda mais o meio natural, afetando os microrganismos do solo e contaminando o lençol freático e os mananciais (BORGES, 2009).

A vinhaça é um perigoso poluente, pois as bactérias aeróbicas presentes no caldo consomem vorazmente o oxigênio das águas, matando a vida nos rios. A vinhaça pode ser jogada em áreas de sacrifício, em geral grandes tanques de estocagem do produto. Neste caso, prejuízo ambiental se dá com a contaminação dos lençóis freáticos e com o seu transbordamento o que volta a ameaçar os rios (GONÇALVES, 2008).

3.5.3 Emissões à atmosfera

Na colheita tradicional de cana é realizada a queima dos campos. Segundo OMETTO et al. (2005), os impactos à saúde e ao meio ambiente das emissões provenientes das queimadas de canaviais na região Sudeste do Brasil, são fortemente negativos. Segundo os autores as queimadas dos canaviais têm impactos sérios sobre o meio ambiente a saúde das populações vizinhas, entre outras razões, porque:

- Eitem eteno à atmosfera, além de outros hidrocarbonetos que são precursores da formação do ozônio troposférico, principal substância componente do *smog* e responsável por aumentos na frequência de problemas respiratórios em seres humanos;
- Eitem à atmosfera ácidos e compostos que podem ser convertidos em ácidos que, uma vez depositados na água e solo aumentam a acidez do meio; a acidificação apresenta consequências como declínio florestal, mortandade de peixes, corrosão de metais e desintegração de revestimento de superfícies metálicas e de

materiais minerais de construção;

- Emitem à atmosfera compostos tóxicos que atingem fauna e população humana por meio da respiração de ar com concentrações eventualmente elevadas.

No processo industrial: as destilarias são também fonte de emissões atmosféricas, embora em grau relativamente reduzido. A queima do bagaço de cana em caldeiras para geração de calor ou co-geração de calor e eletricidade emite material particulado, que deve ser controlado por filtros, e Óxidos de Nitrogênio (NO_x), precursor de ozônio troposférico, que pode ser controlado pela manutenção e regulagem adequada das caldeiras, ou nos casos mais críticos por filtros de lavagem de gases (MACHADO, 2006).

As queimadas causam a liberação, para a atmosfera, de grandes concentrações de monóxido de carbono e dióxido de carbono, esses gases afetam a saúde e reduzem as atividades fotossintéticas dos vegetais, prejudicando a reprodução e produtividade de diversas culturas (BORGES, 2009).

3.5.4 Biodiversidade

O processo histórico de introdução da cana-de-açúcar no Brasil nos séculos XVI a XVII foi desastroso para a biodiversidade da Mata Atlântica, o bioma foi reduzido a menos de 7% de sua área original pela ação desta cultura, da cultura do café e também pela pecuária e corte de madeira (RODRIGUES & ORTIZ, 2006). Atualmente a expansão da produção de cana-de-açúcar tem sido motivada pelo mercado brasileiro dos motores bi-combustíveis, e esse processo acelerado da ocupação de novas áreas de cultivos pode chegar ao cerrado, aumentando assim a pressão sobre a biodiversidade já bastante afetada. Outra grande preocupação do ponto de vista ambiental é a produção de etanol no Maranhão, estado que tem suas terras cobertas pelo bioma amazônico (RODRIGUES & ORTIZ, 2006).

O avanço sobre o sul da ampla região do cerrado e sobre terras maranhenses poderá ter impacto negativo sobre a biodiversidade, já que a prática corrente de monocultura da cana-de-açúcar com amplo uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos (RODRIGUES & ORTIZ, 2006). Uma outra questão muito polêmica nas regiões de produção consolidada de cana-de-açúcar é com relação aos 20% de reserva de biodiversidade que a legislação brasileira obriga a cada propriedade agrícola. Algumas associações de produtores chegam a propor mecanismos de compensação por meio dos quais contribuiriam financeiramente para o estabelecimento de áreas de conservação da biodiversidade e se aliviarão da obrigação de reconstituição das áreas de reserva legal no interior de suas propriedades (RODRIGUES &

ORTIZ, 2006).

A utilização da cana geneticamente modificada também prejudica a biodiversidade, levando a extinção das pragas e de seus inimigos naturais (RODRIGUES & ORTIZ, 2006).

As queimadas realizadas na produção da cana-de-açúcar eliminam os predadores naturais de algumas pragas, provocando descontrole dessas pragas e exigindo assim a utilização cada vez maior de agrotóxicos (BORGES, 2009). A fauna também é agredida pela prática da queimada dos canaviais pois matam os diversos animais que vivem no canais ou estão lá para se alimentarem ou reproduzirem. Essa prática tem destruído um número ainda incalculável de espécimes da fauna nativa, a saber, desde insetos até mamíferos, devido ao fato de que, por não encontrarem mais as matas nativas que foram destruídas para implantação dos canaviais, tem como único abrigo o próprio canavial, que serve para sobrevivência e a procriação dessas espécies (BORGES, 2009).

O fogo elimina boa parte dos insetos pragas da cultura, ele elimina também a maioria dos seus predadores naturais, como a mosca do Amazonas e a mosca Cubana, que combatem a Broca da cana-de-açúcar (*Diatrea saccharalis*), a principal praga dessa cultura, provocando o desequilíbrio ecológico, que por sua vez torna necessário o uso de agrotóxicos (GONÇALVES, 2008).

3.5.5 Desmatamento

A destruição da vegetação florestal nativa do Brasil e, em especial, no Estado de São Paulo, tem ocorrido nos diversos ciclos de implantação de culturas e pastagens sendo o ultimo deles o da monocultura canavieira. Como exemplo, temos a região de Ribeirão Preto que até a década de 1970 tinha 22% de cobertura florestal ativa, sendo que com o estímulo do PROALCOOL essa área foi reduzida para menos de 3% nos dias atuais. Mesmo com essa cobertura florestal irrisória para manter o equilíbrio ecológico da região, o fogo continua invariavelmente atingindo os últimos e pequenos remanescentes de vegetação nativa (MACHADO, 2006).

Os canaviais não são plantados em áreas distantes, isoladas de outras culturas ou vegetações. Quando são realizadas as queimadas na época de estiagem, o fogo atinge vegetações nativas. A alta temperatura alcançada na queimada destrói também a vegetação da borda (BORGES, 2009).

3.6 Emissão de Gases de Efeito Estufa e o Sequestro de Carbono

Sabe-se que o aumento na concentração dos gases de efeito estufa tem acarretado sérias mudanças climáticas, e a utilização de combustíveis renováveis na matriz energética é uma solução pra frear o uso de combustíveis fósseis (RAMOS et al., 2006). O elevado rendimento fotossintético observado na produção da cana-de-açúcar e o processo eficiente de sua conversão em biocombustível, a utilização de bioetanol obtido dessa matéria-prima permite reduzir, de forma importante, as emissões de gases de efeito estufa, em comparação com o uso do combustível fóssil (gasolina), para um mesmo efeito útil final em veículos (BNDES & CGEE, 2008).

A poluição do ar das grandes cidades é, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo. Nos Estados Unidos, os combustíveis consumidos por automóveis e caminhões são responsáveis pela emissão de 67% do monóxido de carbono - CO, 41% dos óxidos de nitrogênio - NO_x, 51% dos gases orgânicos reativos, 23% dos materiais particulados e 5% do dióxido de enxofre – SO₂ (LIMA, 2005).

O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono no qual o CO₂ é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor. Um estudo conjunto do Departamento de Energia e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos mostra que o biodiesel reduz em 78% as emissões líquidas de CO₂ (LIMA, 2005).

Para cada quilograma de diesel não usado, um equivalente a 3,11 kg de CO₂, mais um adicional de 15% a 20%, referente à sua energia de produção, deixará de ser lançado na atmosfera. Foi também estimado que a redução máxima na produção de CO₂, devido ao uso global de biodiesel, será de, aproximadamente, 113-136 bilhões de kg por ano (PETERSON, HUSTRULID, 1998 *apud* RAMOS et al., 2003).

O Brasil poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL. Existe, então, a possibilidade de venda de cotas de carbono por meio do Fundo Protótipo de Carbono - PCF, pela redução da emissões de gases poluentes, e também de créditos de sequestro de carbono, por meio do Fundo Bio de Carbono - CBF, administrados pelo Banco Mundial (LIMA, 2005).

A queima de energéticos oriundos da cana-de-açúcar apresenta balanço de carbono nulo, pois o carbono emitido pela combustão desses materiais é absorvido e fixado pela cana-de-açúcar durante seu crescimento. No entanto, a queima desses combustíveis emite óxidos de nitrogênio; isto ocorre porque o nitrogênio faz parte da constituição química dos vegetais.

Esse problema pode ser reduzido aplicando-se lavadores de gases e filtros, já disponíveis comercialmente no país (SILVA, 2004).

Após a adoção do etanol como um importante combustível no setor de transportes a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) constatou que os níveis de emissões de monóxido de carbono foram imediatamente reduzidos em cerca 50% (GUARDABASSI, 2006).

3.7 Vantagens da produção de energia a partir de biomassa

A produção de eletricidade a partir de biomassa, no Brasil, se dá essencialmente pelo aproveitamento de resíduos (de cultivo ou de processos industriais) (COUTO, MÜLLER, 2006).

A utilização de biomassa para aproveitamento energético é de notável importância, é considerada uma fonte alternativa de energia e também uma solução de um grande problema ambiental e econômico que é a disposição final de resíduos gerados nas mais diversas atividades do setor agrícola brasileiro (COUTO & MÜLLER, 2006).

Aumentar a diversificação da matriz energética de um país e reduzir sua dependência de combustíveis fósseis é uma medida estratégica importante para a garantia de suprimento de energia. Desta maneira não se fica tão vulnerável às oscilações dos preços do petróleo e às instabilidades políticas dos países produtores (MACHADO, 2005).

Outra vantagem é a diversificação da matriz energética incluindo fontes alternativas de energia, e também consideradas sustentáveis. Essa fonte de energia pode ser considerada um dos potenciais de MDL (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo) como fontes alternativas de energia: co-geração, gás natural e biomassa (TSUKAMOTO FILHO, 2003).

Outra vantagem do uso da biomassa é que ela apresenta uma particularidade em relação às outras fontes energéticas: o resultado do processo de conversão pode gerar três tipos de combustíveis diferentes (sólido, líquido ou gasoso), sendo considerado uma vantagem em relação às outras fontes energéticas, uma vez que confere certa flexibilidade de adaptação tecnológica de acordo com a situação. A biomassa pode ser encontrada de várias formas como potencial energético como: os resíduos culturais agrícolas e florestais (provenientes das atividades de cultivo – manutenção, tratamentos culturais e colheita), resíduos industriais (resultantes do processamento da matéria-prima usadas em serrarias, produção de cana-de-açúcar, produção de celulose e papel etc.), plantios energéticos e florestas nativas (COUTO MÜLLER, 2006).

A utilização da biomassa como insumo energético tem vantagens como o fato de ser uma fonte renovável e descentralizada, que promove a geração de empregos no meio rural e renda adicional. Atualmente a utilização da biomassa é uma tendência mundial movida pela atual necessidade de reduzir o uso de derivados de fontes fósseis, tornando países menos dependentes de países exportadores, e também pela necessidade de redução de emissões de gases de efeito estufa (COUTO & MÜLLER, 2006).

3.8 Biocombustíveis para geração de energia

No Brasil os vários setores de produção produzem resíduos que podem ser utilizados como fonte de energia, alguns deles são: os resíduos agrícolas como o bagaço da cana-de-açúcar, resíduos dendroenergéticos, biogás, dentre outros (GUARDABASSI, 2006).

3.8.1 Bagaço de cana-de-açúcar

O bagaço de cana-de-açúcar é a biomassa de maior representatividade na matriz energética brasileira, sendo responsável pelo suprimento de energia térmica, mecânica elétrica das unidades de produção de açúcar e álcool. O teor energético de bagaço é de 30% a 40% da energia total da planta (BRAUNBECK & CORTEZ, 2005). A tecnologia mais favorável para a produção de energia elétrica é a gaseificação de biomassa integrada à turbina a gás (BIG/GT) (GUARDABASSI, 2006).

3.8.2 Dendrocombustíveis

A energia gerada através de resíduos madeireiros é denominada dendroenergia, podendo a madeira utilizada como combustível ser proveniente de florestas energéticas ou processos industriais (NOGUEIRA & LORA, 2003). A exploração de florestas plantadas visa exclusivamente a conversão da madeira em energia. Se a utilização dessa madeira for proveniente de florestas nativas é necessário que exista um manejo para garantir a sustentabilidade do processo de exploração florestal (VARKULYA JR, 2004 *apud* GUARDABASSI, 2006).

Nas serrarias e movelarias, apesar do possível aproveitamento de resíduos de madeira, constituídos por serragem e lenha, ainda não é efetiva a produção de energia elétrica (GUARDABASSI, 2006).

3.8.3 Biogás

O biogás é um dos produtos da decomposição anaeróbia (ausência de oxigênio gasoso) da matéria orgânica, que se dá através da ação de determinadas espécies de bactérias. O biogás é composto principalmente por metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂).

Atualmente o biogás tem sido utilizado como uma alternativa economicamente atrativa e ambientalmente correta (GUARDABASSI, 2006).

O biogás é um combustível resultante da fermentação anaeróbica da matéria orgânica. A proporção de cada gás na mistura depende de vários parâmetros, como o tipo de digestor e o substrato a digerir (GUARDABASSI, 2006).

O biogás pode ser aproveitado de duas formas, através da queima direta para produção de calor (cocção, aquecimento ambiental etc). O segundo caso diz respeito à conversão de biogás em eletricidade. Assim, os sistemas que produzem o biogás, podem tornar a exploração pecuária auto-suficiente em termos energéticos, assim como contribuir para a resolução de problemas de poluição de efluentes (GUARDABASSI, 2006).

3.9 Sustentabilidade

Um sistema sustentável de produção e do uso da biomassa depende dos cuidados adotados em todas as etapas do processo, desde o campo até a atividade final. A sustentabilidade pode ser definida como a “possibilidade dos sistemas energéticos se manterem saudáveis, estáveis e produtivos” (NOGUEIRA, 2005).

3.9.1 Etanol

A sustentabilidade do combustível é atestada quando o processo de sua fabricação é considerado renovável e sustentável até a obtenção do produto final. Na parte agrícola do processo, a área a ser plantada deve ter autorização do órgão ambiental. É proibida a remoção de matas ciliares em um extensão de 30m a partir da margem (para cursos d'água com até 10 metros de largura) e também é exigido que 20% da área seja preservada (Reserva Legal) com vegetação nativa. A utilização de água na produção canavieira é bastante baixa, a cana-de-açúcar não necessita ser irrigada. Oitenta e sete por cento do uso da água acontece em quatro processos: lavagem da cana, condensadores/multijatos na evaporação e vácuos, resfriamento de dornas e condensadores de álcool (GUARDABASSI, 2006).

Outro aspecto sobre a sustentabilidade do setor sucroalcooleiro é que a expansão da

cultura se dará nas áreas degradadas da região do cerrado (MACEDO, 2005). O Cerrado é considerado um ecossistema de grande importância e rico em biodiversidade, e o avanço da cultura neste bioma ocasionará uma série de impactos negativos (GUARDABASSI, 2006).

4 CONCLUSÕES

Com essa revisão bibliográfica realizada pode-se concluir que para a biomassa ser considerada uma fonte de energia sustentável deve ser analisado vários fatores como a questão econômica, espacial e ambiental. Atualmente com essa crescente necessidade de mudança nos paradigmas da sociedade com relação a utilização de energia renovável, tem crescido muito os estudo sobre a utilização da biomassa na produção de energia.

Vários são os aspectos positivos da utilização da biomassa, ela é uma fonte de energia renovável e que pode ser substituída em partes no setor energético. Também deve-se levar em consideração os impactos ambientais negativos causados na produção da biomassa e na sua transformação em energia. Existindo um planejamento desde a produção da biomassa no campo até seu uso final é possível considerar que é uma energia sustentável.

A utilização de combustíveis fósseis tem sido muito discutida, pelo fato de contribuir com a poluição atmosférica e conseqüentemente com o aquecimento global. Muitos são os incentivos para que exista uma mudança na matriz energética, substituindo a utilização de combustíveis fósseis por fontes alternativas de energia.

A biomassa é considerada uma fonte de energia de grande importância e pouco impacto ambiental, sendo também uma alternativa para países e desenvolvimento que dependem da importação de combustíveis fósseis.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDERUCCI, V. et al. **Potential biomass resources of Sicily for electric-power generation.** *Applied Energy*, v. 45, n.3, p. 219-240, 1993.

BAIN, R. L. **Biomass Gasification Overview.** NREL National Renewable Energy Laboratory. US DOE United State Department of Energy, 2004, 48 pg.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: as estratégias de mudança da agenda 21.** Petrópolis: Vozes, 1997.

BORGES, G.P. **Aproveitamento de Óleos Vegetais Brasileiros como Combustíveis.** *Anais Assoc. Quím. Brasil.* 3, 206-209, 1944.

BORGES. **Os Impactos à Saúde Humana e ao Ambiente no Processo de Avanço das Lavouras de Cana-de-Açúcar em Área de Agricultura Familiar – Um estudo de riscos socioambientais e desenvolvimento rural, FAPESP.** Trabalho proposto para o GT 3 do II Colóquio Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural.

BRÁS, MIRANDA, HIPÓLITO, DIAS Biomassa e produção de energia. **Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Milho**, 2005.

COELHO, S. T. **Mecanismos para implementação da cogeração de eletricidade a partir de biomassa. Um modelo para o estado de São Paulo.** 1999. 278 p. Tese (Doutorado em Energia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GOLDEMBERG J. **Biomassa e energia.** Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, Brasil, 2009, acessado em 15/09.

GONÇALVES, **Workshop** Impactos da evolução do setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo, Campinas, 2008.

GUARDABASSI, M.P. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia perspectivas para países em desenvolvimento** Dissertação (Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo., 2006.

GUEDES, S. N. R.; *et al.* **Mercado de Terra e de Trabalho na (Re)Estruturação da Categoria Social dos Fornecedores de Cana de Ribeirão Preto.** In. AGRIC/SP. São Paulo, v 53, nº 1, 2006. 9. 107-122.

GUTTERRES. **Desenvolvimento Sustentável em Curtumes**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

HILL, K. **Fats and oils as oleochemical raw materials.** *Pure Appl. Chem.* 72, 1255-1264, 2000.

INFANTE, F. S.; VEIRAS, G. P. **Aprovechamiento de la Biomassa Forestal producida por la Cadena Monte- Industria.** Parte I: Situação actual y evaluación de sistemas de tratamiento. *Revista CIS-Madera*, n. 10, p. 6-25, 2003.

KAREKESI et al, 2005 **Status of Biomass Energy in Developing Countries and Prospects for International Collaboration.** In GFSE-5 Enhancing International Cooperation on Biomass. Background Paper. Áustria, Maio 2005.

KITAYAMA, O. **Fontes renováveis de energia: etanol e bioeletricidade – situação atual e perspectivas;** Fórum Regional Integração Energética da América Latina e do Caribe. Rio de Janeiro, 02 de Março de 2006.

LIMA. **BIODIESEL: Um novo combustível para o Brasil,** 2005.

MACHADO. **O processo histórico do desmatamento do nordeste brasileiro: impactos ambientais e atividades econômicas,** 2006. Dissertação (Mestrado em Gestão e políticas Ambientais)-Universidade Federal de Pernambuco.

MAGALHÃES. **O advogado como portagonista do desenvolvimento sustentável: diagnóstico das estruturas acadêmica e jurisdicional de Fortaleza-CE para formação e atuação deste profissional.** Fortaleza, 2006.

MALIK, R.K.; GREEN, T.H.; BROWN, G.F.; BEYL, C.A.; SISTANI, K.R.; MAYS, D.A. **Biomass production of short-rotation bioenergy hardwood plantations affected by cover crops.** *Biomass and Bioenergy*, v.21, n.1, p. 21-33, 2001.

NOGUEIRA, L. A. H. et al. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações.** Brasília: ANEEL, 2000. 144 p.

OTTO, R.B. Gasolina derivada dos óleos vegetais. *Bol. Div. Inst. Óleos.* 3, 91-99, 1945.

Parente, E.J.S. **Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado,** 1ª ed. Unigráfica, Fortaleza, 2003.

PARLAMENTO EUROPEU, 2004 acesso em 17 de outub. de 2009 Disponível em: <www.europarl.eu.int/workingpapers>

PEARCE, D.W., BARBIER, E., MARKANDIA, A. **Sustainable development and ostbenefit analysis.** London Environmental Economics Centre, 1988.

PETERSON, C. L.; HUSTRULID, T. **Cabon Cycle for Rapeseed Oil Biodiesel Fuels.** *Biomass and Bioenergy*, v.14, n.2, p.91-101, 1998.

RODRIGUES, CAMARGO, **Bagaço de cana-de-açúcar como potencial para co-geração de energia elétrica e etanol celulósico,** São Joaquim da Barra 2008.

RODRIGUES, ORTIZ. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana de**

açúcar no Brasil, Outubro 2006.

ROSSETTO, A.M. **Proposta de um sistema integrado de gestão do ambiente urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina.

SCHUCHARDT, U; RIBEIRO, M.L; GONÇALVES, A.R.A. **A indústria petroquímica no próximo século: como substituir o petróleo como matéria-prima**. *Química Nova*. 24, 247-251, 2001.

SILVA, GARRAFA, NAVARENHO, GADO, YOSHIMA. **A biomassa como alternativa energética para o Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais dezembro 2004 N° 2.

VARKULYA JR., . **Aproveitamento dos resíduos de serraria na geração de energia elétrica no Município de Ulianópolis, Estado do Pará: Estudo de caso para o incentivo à exploração florestal sustentável da Amazônia**. São Paulo, 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia , São Paulo.

VELÁZQUEZ, S. M. S. G. **A cogeração de energia no segmento de papel e celulose: Contribuição à matriz energética do Brasil**. 2000. 205 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

VIANNA , VIEIRA, NASCIMENTO. **Manual de Aplicação de Sistemas Descentralizados de Geração de Energia Elétrica para projetos de Eletrificação Rural – Energia Biomassa – versão 1, ano 2000**.