

Análise da sustentabilidade do biodiesel com uso da Análise de Custos Completos

Analysis of the sustainability of biodiesel using Analysis of Complete Costs

Artur S. Moret^{1,2}
Gean C. S. Sganderla²
Sinclair M. G. Guerra³
José M. C. Marta⁴

¹Fundação Univ. Fed. de Rondônia - UNIR
amoret@unir.br

²Grupo de Pesq. Energ. Renov. Sustentável – GPERS - UNIR
gpers@unir.br

³Universidade Federal do ABC

⁴Universidade Federal de Mato Grosso

Abstract: This article aims at analysing sustainability in many dimensions such as Environmental, Social and Economics. Each dimension is defined and represented by four elements. In the environmental dimension, atmospheric emissions, the CDM application, the use of the ground and residual inputs are analysed; in the social dimension, family agriculture, job promotion and money, social organization and participation and energy requirements are analysed; the economic dimension is analysed through energy balance, costs avoidance, side products and investments in the productive chain. Each analysis element will be divided into five levels (2, 4, 6, 8 and 10), which will be related to the current situation of the analysis element.

Keywords: Biodiesel, sustainability, complete assessment of costs.

Resumo: Neste texto faz-se um recorte para analisar a sustentabilidade, abordando-a como resultado da sinergia das dimensões ambientais, sociais e econômicas. Cada dimensão incorpora quatro elementos de análise que melhor as definem e representam. Na dimensão ambiental analisam-se as emissões atmosféricas, a aplicação de MDL, o uso do solo e dos insumos residuais; na dimensão social mensuram-se a agricultura familiar, a geração de emprego e renda, além da participação e organização social e atendimento energético; na dimensão econômica avaliam-se o balanço energético, os custos evitados, o aproveitamento dos subprodutos e os investimentos na cadeia produtiva. Da mesma forma, cada elemento de análise será discriminado em cinco níveis (2, 4, 6, 8, 10) que serão relacionados com a situação atual do elemento de análise.

Palavras chave: Biodiesel, sustentabilidade, avaliação de custos completos.

1 Introdução

No senso comum o biodiesel é um combustível renovável e sustentável. Sendo renovável, indica a presença de matérias-primas e insumos renováveis no seu processo de fabricação. Isso decorre da possibilidade desses fatores de produção serem gerados e reproduzidos por processo agrícola ou coleta, quando se plantam e se colhem as matérias-primas e insumos. Portanto, pode-se afirmar que se trata de combustível renovável como referencial. Entretanto, a sustentabilidade ocorre quando a capacidade de manter sua existência tem volume capaz de suportar o consumo de maneira adequada. Tratam-se, portanto, de conceitos diferentes. O conceito renovável está relacionado com a regeneração da oferta independente de estoques das matérias-primas e insumos de sua fabricação. Já a sustentabilidade prescinde de conceitos mais abrangentes, mesmo que renovável seja um deles.

A sustentabilidade não pode ser compreendida como o simples acúmulo ou justaposição dos descritores que compõem cada indicador. Reportam-se a um novo conceito abrangente que incorpora avanços no que tange às concepções econômicas, ambientais, ecológicas, sociais, técnicas, políticas, financeiras. Ou seja, consiste em buscar a mudança de paradigma baseado em três gerações de direitos humanos: político, civil e cívico; direitos econômicos: sociais, culturais e trabalho digno; direitos coletivos relativos ao meio ambiente e ao desenvolvimento [1].

Sob a perspectiva sustentável, a cadeia produtiva do biodiesel permite que se avalie o produto a partir de critérios sociais, ambientais e econômicos, e não apenas com base em análises convencionais de custo-benefício, justificando-se, portanto, a discussão de externalidades positivas e negativas na avaliação.

Este texto aborda a análise da Sustentabilidade do Biodiesel, como um combustível renovável, a partir da ferramenta Análise de Custos Completos, que pode ser compreendida como:

“...um método pelo qual considerações ambientais podem ser integradas nas decisões de um determinado negócio. É uma ferramenta que incorpora custos ambientais e custos internos, com dados de impactos externos e custos-benefícios de atividades sobre o meio ambiente e a saúde humana [2]. A ACC propõe considerar, na avaliação e tomada de decisões de um determinado empreendimento, todos os custos envolvidos na realização do mesmo determinando assim a sua viabilidade de aplicação. No contexto desta ferramenta os impactos ambientais, econômicos e sociais ganham importância igualitária na avaliação da sustentabilidade [3]”.

A cadeia produtiva do biodiesel pode ser caracterizada pelas etapas de produção: a) coleta ou plantio de oleaginosas ou gorduras residuais como matéria-prima ou insumo produtivo; b) extração química ou mecânica do óleo, separando-o da parte residual; c) produção agroindustrial de álcool usado como insumo na transesterificação; d) transesterificação ou produção do biodiesel; e) logística das diversas etapas do processo; f) distribuição e comercialização do biodiesel e dos subprodutos e coprodutos nos mercados específicos [4] e [5].

Dessa maneira, as matérias-primas para a produção de biodiesel são óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais. O óleo vegetal, como se sabe, pode ser extraído de



plantas oleaginosas de onde se extraem: bagas de mamona, polpa de dendê, amêndoas do coco de babaçu, sementes de girassol, caroço de algodão, grãos de amendoim, sementes de canola, polpa de abacate, grãos de soja, nabo forrageiro e muitas outras partes de vegetais, em forma de sementes, amêndoas ou polpas [6] havendo, ainda, as matérias-primas de origem residual como: óleos de fritura usado, sebo animal, escumas de esgoto sanitário e ácidos graxos residuais do setor industrial [5].

A análise permite incorporar na discussão de sustentabilidade e renovação a possibilidade de substituição do petróleo pelo biodiesel. Ou seja, o óleo mineral finito, substituído pelo biodiesel em volumes similares, considerando especialmente a redução da petrodependência. Permite, ainda, atuar na diversificação da matriz energética brasileira considerando as externalidades positivas, com benefícios ambientais, econômicos e sociais, cujos principais elementos são: a) a implantação gradual e sem adaptações onerosas em toda a frota movida a diesel através de políticas de energia; b) a criação de novos mercados para as oleaginosas, possibilitando a geração de novos empregos, principalmente na agricultura familiar, agregando valor a esses produtos com a transformação em biodiesel; c) perspectivas de redução da emissão de poluentes, especialmente no meio urbano; d) alternativa de comercialização de créditos de carbono através de mecanismos de desenvolvimento limpo – MDL, relativos ao Protocolo de Kyoto.

Some-se ainda o fato de que a base para a produção de biodiesel está na agricultura para fins energéticos ou agroenergia. Tal atividade está baseada em matérias-primas diversas, com mercados não consolidados de energia, podendo complementar-se, inclusive, na cadeia de produtos historicamente consolidados. Portanto, a produção do biodiesel trará impactos diversos na produção agrícola e mercado agrícola, o que implica modificações em um sistema de produção estabelecido.

2 Sustentabilidade como referência para um desenvolvimento mais justo

A Comissão Brundtland, CMMAD [10], aborda a questão da sustentabilidade social reafirmando uma idéia global das necessidades humanas e agrega variáveis não econômicas como saúde e educação. Isto significa que a solidez dos sistemas de saúde e educação em uma sociedade pode tornar os indivíduos mais produtivos. Dessa forma, o crescimento econômico pode aumentar o desenvolvimento social. Nessa visão, para haver desenvolvimento sustentável é preciso que o sistema da sociedade atenda às necessidades essenciais de todos.

Ao considerar a sustentabilidade como um conceito dinâmico, SACHS [1] incorpora no eco-desenvolvimento um processo de mudanças. Afirma que o conceito de Desenvolvimento Sustentável apresenta cinco dimensões de sustentabilidade: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural. Ao evidenciar as dimensões culturais e geográficas, SACHS [1] reconhece as diferenças e particularidades que interferem na sustentabilidade.

Considerando a multiplicidade de fatores necessários para compor a sustentabilidade, diversos autores apresentam temáticas variadas relativas ao mesmo conceito. Assim, RUTHERFORD [7] referencia as econômicas, ambientais e sociais. HARDI [9] considera as dimensões de bem-estar relativo aos direitos humanos, econômicos e ecológicos; dimensões de riqueza material e desenvolvimento econômico,

equidade e aspectos sociais, meio ambiente e natureza, democracia e direitos humanos. Becker [8] registra que os indicadores sociais devem traduzir aspectos de equidade, intragerações em quantidades mensuráveis ou em termos operacionais. O relatório da Comissão Brundtland, CMMAD [10], destaca parâmetros para a sustentabilidade ambiental dos elementos que mantêm a integridade global do ecossistema como a qualidade do ar, dos solos, das águas e dos seres vivos. Recomenda também a criação de tecnologias para reduzir a pressão sobre o meio ambiente. Para CAVALCANTI [11], na perspectiva da sustentabilidade ambiental ocorre um tipo de processo econômico que produz bens e serviços, sempre levando em conta a simultaneidade dos custos associados. Portanto, os custos considerados são internos à atividade, ou seja, dizem respeito a sua contabilidade interna. Os custos ditos privados, como aqueles inerentes à destruição de uma paisagem bela ou da extinção de uma espécie, constituem-se em externalidades que são excluídas do cálculo econômico.

A Comissão de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, originada da Comissão Brundtland, destaca indicadores de sustentabilidade temáticos relativos a fatores de impacto social como: a) Combate à pobreza; b) Dinâmica demográfica e sustentabilidade; c) Promoção do ensino, da conscientização e do treinamento; d) Proteção e promoção das condições de saúde humana; e) Promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos. Ao tratar do tema ambiental amplia-se a capacidade de recuperação do planeta através da utilização do potencial encontrado nos diversos ecossistemas, ao mesmo tempo em que se mantém o nível mínimo de deterioração dos mesmos [1]. Nesse sentido, tal Comissão indica reduzir a utilização de combustíveis fósseis com objetivo de diminuir a emissão de substâncias poluentes, adotando políticas de conservação de energia e de recursos. Da mesma maneira, substituir recursos não renováveis por renováveis e ampliar a eficiência em relação aos recursos utilizados. Propõe, ainda, outros indicadores de sustentabilidade ambiental utilizando os princípios temáticos: a) Combate ao desflorestamento; b) Conservação da diversidade biológica; c) Manejo ambientalmente saudável da biotecnologia; d) Proteção da atmosfera; e) Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com esgotos; f) Manejo ecologicamente saudável das substâncias químicas; g) Manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos; h) Manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos; i) Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos; j) Proteção dos oceanos e de todas as classes de mar e áreas costeiras; l) Abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos recursos da Terra; m) Gerenciamento de ecossistemas frágeis: combatendo a desertificação e a seca; n) Gerenciamento de ecossistemas frágeis: desenvolvimento sustentável de montanhas; o) Promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável.

Para Rutherford [7], os economistas se aproximam das questões relativas à sociedade e ao meio ambiente pela discussão dos conceitos de sustentabilidade forte e fraca. Nessa classificação, o conceito de sustentabilidade forte admite que todos os níveis de recursos devem ser mantidos, enquanto no conceito de sustentabilidade fraca admite-se a troca entre os diferentes tipos de capitais, na medida em que se mantenha o seu estoque [12].

O uso de indicadores para avaliar a sustentabilidade ocorre desde a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente – Rio 92, conforme registra o documento final: a Agenda 21. O capítulo 40 enuncia que “(...) os indicadores comumente utilizados (para Desenvolvimento e Crescimento), como o Produto Nacional



Bruto (PNB) ou as medições das correntes individuais de contaminação ou de recursos, não dão indicações precisas de sustentabilidade”.

Considerou-se, a partir de então, que os métodos de avaliação da interação entre os diversos parâmetros setoriais do meio ambiente e o desenvolvimento são imperfeitos ou se aplicam com deficiência. Portanto, é preciso elaborar indicadores de desenvolvimento sustentável que utilizem base sólida para adotar as decisões de todos os níveis que contribuam para a sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados do meio ambiente e do desenvolvimento [13].

Após minucioso estudo sobre os indicadores, HARDI [9] e RIBEIRO [14] os classificaram como necessários para o processo de tomada de decisões, pois contribuem para o entendimento do que significa Desenvolvimento Sustentável em termos operacionais. Nesse sentido, descritores, medidas e indicadores passaram a ser instrumentos exploratórios, traduzindo o conceito de Desenvolvimento Sustentável em termos práticos. Tais instrumentos de planejamento criaram vínculos entre as atividades de hoje e as alternativas futuras. Procurando verificar os estágios dos esforços rumo aos objetivos e metas de desenvolvimento sustentável, os instrumentos utilizados foram praticamente os mesmos adotados para avaliações de desempenho.

Para MITCHELL [15], um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade. De acordo com SIENA [16], entende-se indicador como um instrumento que permite a avaliação de um sistema e que determina o nível ou a condição em que esse sistema deve ser mantido para que seja sustentável. Para esses autores os indicadores podem ser utilizados para operacionalizar conceitos e definir padrões de sustentabilidade.

Atento às medidas e especificidades locais e globais dos indicadores, RIBEIRO [14] trata de aspectos dessa temática considerando: 1) a mensuração da sustentabilidade do desenvolvimento, a ser claramente definida, especificando o propósito para o qual foram construídos, ou seja, identificar o fenômeno que se deseja medir e avaliar; 2) a especificação e definição de desenvolvimento sustentável em cada etapa da análise. Portanto, fazer a mensuração e depois comparar a um valor de referência, é um compromisso inter e intragerações e 3) Os indicadores devem tratar a questão local sem ignorar o aspecto global.

Os indicadores estão divididos em três grupos de sustentabilidade, a saber: 1º) resposta social, indicando as atividades a se realizarem no interior da sociedade - o uso de minérios, a produção de substâncias tóxicas, a reciclagem de material; 2º) pressão ambiental, indicando as atividades humanas que influenciam diretamente o estado do meio ambiente, considerando os níveis de emissão de substâncias tóxicas; e 3º) qualidade ambiental, indica o estado do meio ambiente, na qual se examina, por exemplo a concentração de metais pesados no solo, os níveis pH nos lagos. Atualmente a maioria dos indicadores de sustentabilidade, desenvolvidos e utilizados atualmente pertencem ao grupo dos indicadores de pressão ambiental ou de qualidade ambiental.

O Índice de Bem-estar Econômico Sustentável ajusta a medida do consumo em função de fatores sociais e ambientais. Este índice contempla os fatores econômicos, sociais e ambientais para ajustar o PIB (Produto Interno Bruto) ao conceito de desenvolvimento, como por exemplo, desigualdades na distribuição de rendimentos ou custos decorrentes dos impactos ambientais diversos. O objetivo deste indicador é avaliar o estado do bem-estar humano, levando em consideração fatores econômicos, sociais e ambientais,

adaptando a tradicional análise do PIB como fator de bem-estar. O público-alvo deste indicador são os agentes ao nível social, ambiental e econômico [17].

O Índice de Intensidade Material por Serviço Prestado (MIPS) tem como pressuposto a existência de uma relação direta entre o uso de recursos e o impacto ambiental causado. Nesse índice a noção de equidade global é incorporada em termos da distribuição de recursos necessária para se alcançarem condições materiais satisfatórias de desenvolvimento em países pobres [17].

O indicador Currículo de Desenvolvimento Sustentável parte de uma avaliação sistêmica que visa maximizar o gerenciamento de recursos em sua totalidade, incluindo-se capital humano e social, ambiental e financeiro. Dando atenção à conversão de recursos físicos em sistemas sociais, otimização dos processos de conversão e distribuição dos recursos na sociedade, conhecem-se os princípios socioecológicos [17].

Criado para avaliar o desenvolvimento sustentável, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) inclui indicadores, além do estoque monetário como no PIB e PIB “per capita”, como a escolarização e a expectativa de vida. Para o cálculo do IDH esses três componentes recebem o mesmo peso pela premissa de que são igualmente importantes para o desenvolvimento humano. Para o cálculo do IDH, um valor mínimo e um máximo são fixados para o desempenho de cada indicador.

O Índice de Exclusão Social (IESO), apresentado por POCHMANN et al [18], procura avaliar – por meio do cruzamento de diferentes indicadores relacionados ao padrão de vida (pobreza, emprego, renda, educação, juventude, e homicídios) – os seguintes aspectos: 1) grau de pobreza dos chefes de família; emprego e renda; 2) taxa de emprego formal e renda; 3) desigualdade de renda; educação; 4) taxa de alfabetização da população acima de cinco anos e 5) média de escolaridade dos chefes de família; Juventude; 6) porcentagem de jovens na população e Homicídios; 7) número de homicídios por 100 mil habitantes, os autores conceberam o índice de exclusão social. A escala deste índice vai de zero (0) a um (1) sendo que as piores condições estão próximas de zero e as melhores condições estão próximas de um.

O Índice Gini, que inicialmente procurava a concentração de fatores como a terra, atualmente representa o grau de concentração de renda e mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos conforme a renda domiciliar *per capita*. O Coeficiente de Gini é uma medida de desigualdade desenvolvida pelo estatístico Italiano Corrado Gini em 1912. É utilizada para calcular a desigualdade na distribuição da renda, mas pode ser utilizada para qualquer distribuição. O índice consiste em um número entre 0 e 1, onde 0 corresponde à igualdade de renda e 1 corresponde à completa desigualdade na distribuição da renda. O índice de Gini é o coeficiente expresso em pontos percentuais (é igual ao coeficiente multiplicado por 100).

Os Índices de Sustentabilidade da Cepal foram criados por organismos da Organização das Nações Unidas – ONU. Com eles se introduzem o “Estudo Sostenibilidad Energética en la América y el Caribe” avaliando-se o aporte de fontes de energia renováveis. Os estudos partem da idéia de que pode haver sustentabilidade e renovação para as fontes de produção de combustíveis e eletricidade. Assim, atendem-se às múltiplas inter-relações dos sistemas energéticos, em diferentes dimensões do processo de desenvolvimento, que podem ser identificadas como um conjunto de índices relacionados com a estrutura e as variáveis desses sistemas. Esse relacionamento



corresponde aos aspectos vinculados com as mencionadas dimensões de sustentabilidade [19].

Sob tal perspectiva, temos os índices que se seguem: 1 - Índice de renovabilidade (IR) - é a relação entre a oferta total do conjunto das energias renováveis e a Oferta Total de Energia Primária (OTEP); 2 - Índice de renovabilidade "per capita" (IRC) - é a relação entre a oferta de energia primária de todas as fontes renováveis e a população de um país; 3 - Índice de sustentabilidade residencial (ISR) - é a relação entre o consumo de lenha e o consumo de derivados de petróleo ou hidrocarbonetos secundários (querosene, gás liquefeito de petróleo) do setor residencial; 4 - Índice de dependência hidroenergética na oferta total renovável (IDH) - é a relação entre a oferta de hidroenergia e a oferta de energia primária composta pelas energias renováveis; 5 - Índice de dependência dendroenergética na oferta total renováveis (IDD) - é a relação entre a oferta total de lenha com a oferta de energia primária renovável total; 6 - Índice de Consumo Contaminante (ICC) - mede a relação entre as emissões totais de CO₂ (em milhões de toneladas) emitidas para a atmosfera e o consumo final total de um país ou local (em milhões de Barris Equivalentes de Petróleo - kBEP); 7 - Índice de geração de eletricidade contaminante (IGC) - se refere a relação entre a quantidade de CO₂ emitida no processo de geração total de eletricidade; 8 - Índice de Dominância do petróleo (IDP) - este índice é medido como a relação entre a oferta de energia primária de petróleo e a oferta total de energias renováveis, este índice mostra a importância que o petróleo tem dentro da oferta total de energia, em contraste com a disponibilidade e uso de energias renováveis.

Por fim, indicadores utilizados por BERMANN [20] consideram as relações formadoras dos índices de sustentabilidade da energia sendo indicados como relações de sustentabilidade na perspectiva de energia e equidade, sintetizadas em cinco relações: 1) Participação da dendroenergia como fonte energética para cocção, tomando como discussão os problemas de saúde associados à utilização de lenha, as questões de gênero associadas à coleta de lenha, que geralmente cabe as crianças e mulheres; 2) Taxa de eletrificação dos domicílios que indica e organiza dados sobre a forma pela qual domicílios urbanos e rurais encontram satisfação às suas necessidades de energia elétrica conforme os tipos de uso final; 3) Posse de equipamentos eletrodomésticos básicos, considera a aquisição e posse de bens duráveis básicos, necessários para assegurar um padrão mínimo de qualidade de vida a partir da disponibilidade de eletricidade nos domicílios; 4) Taxa de carência energética buscando a definição de uma cesta básica energética. A dimensão de carência energética representa um desafio no sentido de assegurar bases equitativas de acesso e satisfação das necessidades energéticas e 5) Gastos energéticos em função da renda familiar relaciona ao nível de comprometimento da renda com gastos na satisfação das necessidades energéticas.

3 Avaliação de Custos Completos - ACC

A Avaliação de Custos Completos - ACC é um método desenvolvido para contabilizar os custos provenientes de impactos ambientais de um empreendimento [21] e [22] que permite analisar a viabilidade do projeto. Posteriormente, passou a avaliar os custos completos e a serem utilizados para custos de fatores inerentes ao empreendimento incluindo os sociais e políticos. Trata-se, pois, de abordagem sistêmica para identificação e caracterização de custos, como ferramenta de busca para explicitar e avaliar custos internos, externos e de impactos sócio-ambientais sobre o meio ambiente e na saúde humana. Ou seja, um meio de integração de considerações

ambientais no processo de tomada de decisão [23].

Por meio da avaliação dos custos completos na produção de energia elétrica com óleo Diesel [3] é possível analisar as questões, ambiental, técnico-econômica, política e social. O resultado global da avaliação mostra que o biodiesel apresenta vantagens ambientais e sociais. Concluiu-se, pois, que o desenvolvimento de programas e leis, favorecendo a difusão do biodiesel, pode ampliar sua viabilidade econômica e aumentar suas aplicações. Em estudo de caso para dados obtidos com recursos energéticos da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, no estado do Amazonas [24], foram avaliados e classificados por ordem de custo completo os seguintes recursos: energia solar, eólica, biodiesel, biomassa, motor diesel, gás natural, motor GN, microturbina GN. Assim, através da ACC, podem ser identificados e tratados algumas variáveis necessárias ao processo de decisão, e se presta à aplicação de metodologias com vistas ao desenvolvimento sustentável, por propiciar o tratamento de elementos que tradicionalmente não tomam parte nos planejamentos [24].

Ao desenvolverem a ACC para realização de inventário das tecnologias e recursos disponíveis na região Administrativa de Araçatuba-SP, Céu e Nyimi [25] observam os elementos componentes dessa técnica, classificando-os em caráter indicativo e informativo com vista ao desenvolvimento sustentável. Para esses autores, a ACC permite estabelecer multicritérios para os quais foram utilizados as perspectivas técnico-econômica, ambiental, social e política. Os recursos avaliados no inventário foram: energia solar; energia hidráulica; energia eólica; biomassa; petróleo e derivados; carvão mineral; gás natural; energia nuclear. Os autores concluíram que, se avaliados os custos considerados, o potencial de sustentabilidade é maior para a alternativa energia solar.

Quadro 1: Externalidades positivas e negativas associadas ao biodiesel.

Categorias	Externalidades	
	Positivas	Negativas
Sociais	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de empregos; - Renda adicional para produtores; - Viabiliza o auto-atendimento de combustível para pequenos produtores (microeconomia); - Diminuição da petrodependência (macroeconomia); - Seqüestro de carbono da atmosfera. 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentração de renda; - Concentração de áreas produtivas de matéria-prima; - Concentração de tecnologias.
Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito positivo sobre o ciclo do carbono; - Diminuição na emissão de GEE; - Redução significativa das emissões de compostos de enxofre comparado ao diesel; - Redução das emissões de hidrocarbonetos aromáticos (cancerígeno) em 75%; - No balanço geral diminui o smog potencial; - Biodegradabilidade alta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento das emissões de NOx; - Utilização de monoculturas.
Econômicas	<ul style="list-style-type: none"> - Balanço de pagamentos; - Economia de divisas com importações; - Diversificação da matriz energética. - Desenvolvimento de novos mercados para oleaginosas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo geração; - Dependência de matéria-prima; - Produção de alimentos (suplementar)

Fonte: Sganderla, 2008 [26].

Muitos aspectos devem ser observados na produção e no uso do biodiesel para se compreender as interferências e gargalos da cadeia produtiva, quais sejam: 1) Produção de insumos, dentre os quais estão os ácidos graxos, catalisadores e álcool; 2) Aproveitamento econômico dos coprodutos e subprodutos (glicerina, torta e farelos, óleos residuais nobres); 3) Tecnologias de transformação dos insumos; 4) Agregação de valor aos subprodutos; 5) Tratamento e destinação dos resíduos no processo de transformação; 6) Externalidades ambientais; e 7) Interferências positivas na geração de emprego e renda em cada elo da cadeia produtiva. A produção e utilização de biodiesel para geração de energia insere-se num contexto de descentralização do desenvolvimento, de ocupação estratégica do território, de valorização dos recursos disponíveis no espaço, de incentivo à iniciativas locais, de abertura de novas perspectivas econômicas para o desenvolvimento sustentável, de promoção social, de redução de dependências externas, de democratização e de preservação.

Quadro 2: Aspectos considerados na análise de sustentabilidade produção de biodiesel.

Rotas e escolhas	Análise de sustentabilidade
Rota metálica	- Diminuição do caráter renovável do biocombustível gera petrodependência e riscos ambientais e de saúde na produção.
Rota etílica	- Renovabilidade do biocombustível.
Produção em grande escala	- Concentração de renda; - Concentração da produção de insumos; - equidade.
Desenvolvimento tecnológico baseado em equipamentos de grande escala	- A grande escala promove concentração da produção de biodiesel, concentração de renda, problemas com a agricultura familiar (logística), custos com o transporte de matéria-prima. - A produção em pequena escala promove geração de empregos, renda, ocupação e oportunidades.
Culturas agrícolas de grandes dimensões	- A monocultura prejudica a biodiversidade, intensifica problemas de uso do solo e promove desmatamento indesejado;
Produção a partir de soja e de mamona	- Subprodutos da extração de óleo de mamona com baixo Aproveitamento (toxicidade); - Utilização da soja como insumo para óleos promove a concentração de terras (600 kg de óleo por ha), e diminuição do emprego e renda (mecanização); - <i>Commodities</i> , regulação pelo mercado.
Processo com baixa participação da agricultura familiar	- Concentração de renda; Diminuição da equidade e de oportunidades; - Pouco impacto na qualidade de vida; - Baixa participação e captação de benefícios pela agricultura familiar.
Uso de óleos vegetais que tem na cadeia commodities	- Quando se utiliza matéria-prima de produtos em com preço submetido às forças de mercado, e importações de derivados de petróleo. Ex: dendê e soja.
Não aproveitamento das características locais para a produção de insumos	- A produção de etanol no Brasil é concentrada em algumas regiões, a utilização de outros insumos (mandioca, milho, etc.) promove diversificação, e uso das propriedades e trabalhadores da agricultura familiar. - Concentração de áreas pode gerar extensas áreas de monocultura, a despeito da diversidade de oleaginosas nas varias regiões.

O quadro 1 trata das externalidades associadas ao biodiesel. Nessa perspectiva consideram-se as categorias sociais, ambientais, econômicas e as suas externalidades positivas e negativas. Esses descritores permitem, considerando as externalidades construir números índices capazes de indicar prioridades ou outras decisões.

O quadro 2 propõe alguns aspectos para a análise da sustentabilidade do biodiesel. Ao expor as diversas rotas tecnológicas, permite indicar descritores de sustentabilidade através da análise. Com isso, a cadeia de produção passa a evidenciar os produtos, subprodutos e co-produtos na cadeia do biodiesel.

4 Materiais e métodos

As etapas que se seguem propõem a ACC: 1) estudo de possíveis impactos de cada alternativa, 2) montagem das matrizes de avaliação, 3) definição dos pesos do Fator de Influência (FIR), 4) dimensionar a Valoração Relativa (VR) através de questionário fechado, 5) aplicação da matriz de avaliação e 6) discussão dos resultados globais e percentuais [26]. Esses passos da avaliação para a implantação são:

i - fazer avaliação preliminar ou triagem inicial dos elementos a serem estudadas;

ii - definição dos elementos de análise a partir da revisão bibliográfica; os elementos de análise se constituem na discriminação em temas que representem, no conjunto, a dimensão de análise, que pode ser representada por: dimensão j_i - j representa a dimensão de análise; i representa o elemento de análise- dimensão 1 (elemento 11, elemento 12, elemento 13, ... elemento 1n), dimensão 2 (elemento 21, elemento 22, elemento 23, ... elemento 2n), dimensão 1 (elemento 31, elemento 32, elemento 33, ... elemento 3n);

iii - o FIR representa atribuir um fator de influência relativa (FIR) do elemento de análise, com pesos variando de 1 (baixa influência) a 4 (influência determinante). A primeira etapa vai medir a importância do FIR na tomada de decisão para cada elemento de análise;

iv - para cada elemento é atribuída um nível de VR, com uma pontuação associada, variando de 2 (ruim) a 10 (bom). Essa valoração é um valor atribuído na elaboração dos critérios, que localiza o objeto de estudo dentro de um rol de situações classificadas em cada elemento de análise [26]; o VR será determinado a partir de pesquisa realizada com os atores e esse valor será o mais relevante estatisticamente, elaborado com ferramenta estatística adequada;

v - a partir dos níveis de valoração relativa descrevem-se e classifica-se o desempenho de cada elemento considerado. A valoração final de cada elemento ou item é obtido multiplicando-se a classificação de valoração relativa (VR) pelo fator de influência (FIR) atribuído ao elemento de análise (Equação 1). Nas matrizes de avaliação serão ordenados os elementos de análise associados a cada dimensão, o peso de cada área (dimensão) é obtido a partir da somatória dos itens referentes à mesma. As combinações que tiverem maior pontuação (peso) são consideradas mais vantajosas ou viáveis do ponto de vista das áreas ou dimensões abordadas;



vi - Após a valoração de cada item, e comparação dos valores obtidos em cada dimensão avaliada com a obtenção de conclusões específicas, é necessário avaliar o panorama global dos elementos de análise. Não é possível somar pontuações em áreas diferentes, sendo necessária uma ponderação, para que as três dimensões sejam consideradas em grau igualitário de importância. O total ponderado (Equação 2) é calculado a partir da divisão entre o valor obtido e o valor máximo possível de ser obtido em cada dimensão, que equivale a 100%, através de regra de três simples.

$$valor_j = \frac{\sum_{i=1}^i FIR_i * VR_i}{PM} \quad (1)$$

onde j representa a dimensão de análise; i representa o elemento de análise; VR representa a valoração relativa e FIR representa o fator de influência;

$$Valor\ ponderado_j = \frac{valor_j * 100}{PM} \quad (2)$$

onde j representa a dimensão de análise; PM representa a pontuação máxima da dimensão; Valor representa a pontuação encontrada na dimensão j e o valor ponderado representa o total ponderado ou calculado em percentagem na dimensão j.

5 Resultados

Os resultados em seus diversos aspectos são discutidos a seguir.

5.1 Pressupostos de sustentabilidade

Os pressupostos são questões balizadoras e definidores para a aplicação da metodologia, ou seja, que vão dar os indícios para a determinação do FIR e do VR.

- A sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel requer a inclusão da agricultura familiar na produção de insumos ou matéria-prima;
- A produção de biodiesel deve ter um balanço energético substancialmente positivo, ou seja, o *output* energético precisa ser pelo menos duas vezes maior que o *input*, desta forma o biocombustível terá maior sustentabilidade;
- A produção de matéria-prima para produção de biodiesel não deve concorrer por áreas produtivas com a produção de alimentos, garantindo segurança alimentar;
- A produção e uso dos biocombustíveis pressupõem a diminuição na emissão de gases poluentes e gases de efeito estufa, minimizando os efeitos deletérios desses gases, melhorando a qualidade do ar e potencializando a obtenção de créditos de carbono através de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL.
- A sustentabilidade do biodiesel pressupõe a diminuição na concentração de renda e de oportunidades entre regiões produtivas, potencializando o desenvolvimento regional.
- A sustentabilidade do biodiesel deve prescindir o aumento das áreas de monocultura, abrindo portas para a produção descentralizada da matéria-prima e utilização de espécies oleaginosas perenes nativas, aproveitando as características edafoclimáticas de cada região.
- A sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel

pressupõe a diminuição da petrodependência, portanto é necessário priorizar insumos renováveis. Ex: utilização de etanol em detrimento do metanol de origem fóssil.

- Para a sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel, a produção de matéria-prima para produção de biodiesel não deve aumentar as áreas de desmatamento.
- A sustentabilidade como uma construção social, ambiental e econômica da cadeia produtiva do biodiesel pressupõe a geração de empregos e renda distribuída.
- A utilização dos co-produtos e subprodutos diversos gerados na produção de biodiesel garante a sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel, gerando oportunidades econômicas, diminuindo os gargalos da formação de resíduos e desenvolvendo atividades econômicas paralelas.
- O acesso à energia nas suas diversas finalidades ou usos finais potencializa a melhoria na qualidade de vida, portanto a produção de biodiesel deverá melhorar o acesso à energia nas áreas de produção de oleaginosas.

5.2 Elementos de análise

As discriminações dos elementos de análises são apresentadas a seguir e aquele escolhido para definir o VR estará sublinhado no texto.

Emissões atmosféricas - Abordado na dimensão ambiental, este elemento agrega critérios referentes às emissões evitadas; Tipologia das emissões e impactos na emissão de poluentes associados à produção, e queima do biodiesel. 2- Aumento no nível de emissões, 4- Manutenção dos níveis de emissão, 6- Nível regular de emissões atmosféricas, 8- Diminuição dos GEE, gases poluentes e compostos de enxofre e 10- Não poluente.

Potencial para MDL – Elemento avaliado na dimensão ambiental agrega os critérios para aplicação dos elementos da cadeia produtiva do biodiesel, em mecanismos de desenvolvimento limpo – MDL, evidenciando fatores que interferem para a aplicação. 2- Impossibilidade de participação, 4- Não aplicação de MDL, 6- Ausência de projetos nos MDLs, 8- Adequação de projetos para participação nos MDLs e 10- Aplicação do MDL na cadeia produtiva do biodiesel.

Uso do solo – Este elemento de análise evidencia as atividades produtivas, impactos ambientais associados ao uso do solo na produção de matéria-prima oleaginosa e demais insumos, da cadeia produtiva do biodiesel. 2- Desmatamento de novas áreas para cultivo de oleaginosas, 4- Monocultura de oleaginosas anuais e cultura intensiva, 6- não existe, 8- Extrativismo e aproveitamento das particularidades regionais no cultivo das oleaginosas e 10- Recuperação de áreas degradadas com oleaginosas e proteção dos biomas brasileiros.

Uso de insumos residuais – Utilizado para evidenciar o perfil de utilização de insumos residuais, o grau de aproveitamento e diversificação no uso de matérias-primas para produção de biodiesel. 2- Não utilização dos insumos residuais na cadeia do biodiesel, 4- não existe, 6- Pouca utilização de insumos residuais na cadeia do biodiesel, 8- Política de incentivo à utilização dos insumos residuais na cadeia produtiva do biodiesel e 10- Uso integral dos insumos residuais.

Agricultura familiar – Este elemento de análise, situado na

dimensão social, expõe os critérios para participação da agricultura familiar nas diversas atividades da cadeia produtiva do biodiesel, relacionando com a participação do agronegócio e políticas do selo combustível social. 2- Centralização da produção no agronegócio, 4- não existe, 6- Participação mínima para aquisição do selo combustível social, 8- Participação combinada do agronegócio e agricultura familiar e 10- Cadeia produtiva descentralizada, participação mínima de 6% da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel.

Geração de emprego e renda – Este elemento da dimensão social relaciona a geração de emprego e participação na renda no campo com a demanda por biodiesel. 2- Baixa produção de emprego e renda, 4- Geração de emprego e renda baixa e concentrada em regiões ou setores, 6- Geração de emprego e renda proporcional ao mínimo para aquisição do selo combustível social, 8- Geração de emprego e renda proporcional ao crescimento da demanda por biodiesel e 10- Geração de empregos alta e renda distribuída.

Participação e organização social – Este elemento da dimensão social demonstra a participação e organização social das comunidades e organizações diretamente envolvidas no processo produtivo, evidenciando a influência das políticas públicas neste processo. 2- Produtores rurais desorganizados. 4- Dificuldades no acesso à informações e capacitação para organização social. 6- Organização social limitada pela dificuldade de acesso à linhas de crédito. 8- Estímulo ao crescimento gradual das associações e cooperativas na cadeia produtiva do biodiesel e 10- Implementação de política pública para organização social dos produtores nos diversos setores da cadeia produtiva do biodiesel.

Atendimento energético – Este elemento da dimensão social identifica a relação da cadeia do biodiesel, ou produção de insumos e matérias-primas ao acesso ou atendimento energético. 2- Produção de matéria-prima concentrada em locais com atendimento energético, 4- não existe, 6- Atendimento energético mínimo para as áreas de beneficiamento, 8- Atendimento energético descentralizado e 10- Atendimento energético crescente.

Balço energético – Avaliado na dimensão econômica, este elemento de análise relaciona a energia fóssil utilizada por unidade de energia renovável produzida. O balanço energético já é utilizado em diversas avaliações de viabilidade técnica de combustíveis. 2- Balço energético menor que 1, 4- Balço energético igual a 1, 6- Balço energético entre 1 e 2,9, 8- Balço energético > 2,9 e < 4 e 10- Balço energético maior que 4.

Custos evitados – Avaliado na dimensão econômica, este elemento de análise identifica a situação dos custos evitados com importação e externalidades ambientais positivas da utilização de combustíveis renováveis, e seus impactos na emissão de poluentes. 2- Aumento gradual de custos com importação de diesel e petróleo, 4- não existe, 6- não existe, 8- Economia de divisas com importação de combustível e 10- Economia gradual de divisas com combustível e custos ambientais evitados.

Potencial econômicos dos subprodutos – Avaliado na dimensão econômica, este elemento mostra o perfil de utilização econômica dos subprodutos da produção de biodiesel, evidenciando o uso produtivo destes subprodutos na geração de renda, e viabilização da cadeia produtiva. 2- Produção e uso focado no produto final (biodiesel), 4- Geração e aproveitamento econômico dos subprodutos concentrada

junto ao setor de transformação, 6- não existe, 8- Aproveitamento dos subprodutos pelos atores da cadeia produtiva do biodiesel de forma descentralizada e 10- Subprodutos usados produtivamente.

Investimentos na cadeia produtiva – Identificado na dimensão econômica, este elemento mostra as linhas e condições do financiamento distribuído na cadeia produtiva do biodiesel, para os setores de transformação, subprodutos e formatação destes investimentos com as políticas para o setor. 2- Falta de investimentos na cadeia produtiva, 4- Investimentos focados no setor de transformação, 6- não existe, 8- Linhas de financiamento para produção de oleaginosas e setor de transformação e 10- Oportunidade de acesso a investimentos, financiamento e custeio em toda a cadeia produtiva do biodiesel.

5.3 Discussões da sustentabilidade – exercícios para alterar a sustentabilidade positivamente.

Na dimensão social os elementos geração de emprego e renda (pontuação ACC=16), poderiam passar de geração de emprego e renda concentrada em regiões ou setores (valorização relativa 04 - insatisfatório) para a condição geração de emprego e renda proporcional ao mínimo para aquisição do selo combustível social (valorização relativa 06 – indiferente/regular). Essa modificação depende de descentralização na produção, priorizando o uso de mão-de-obra. Da mesma forma o elemento Atendimento energético (pontuação ACC=06), que através da implementação de atendimento energético descentralizado pode elevar a condição de produção de matéria-prima concentrada em locais com atendimento energético (valorização relativa 02 - ruim) para atendimento energético mínimo para áreas de beneficiamento (valorização relativa – 06 indiferente/regular). Essas modificações poderiam elevar a sustentabilidade da dimensão social de 43,75% para 56,25%.

Na dimensão econômica dos elementos avaliados o aproveitamento econômico dos subprodutos (pontuação ACC=16), indica que a receita gerada pelos subprodutos da cadeia produtiva do biodiesel, não está sendo distribuída nos setores de produção de matéria-prima e transformação. Uma política de estruturação e descentralização da produção poderia elevar a condição de Geração e aproveitamento econômico dos subprodutos concentrada junto ao setor de transformação (valorização relativa – 04 insatisfatório) para Subprodutos usados produtivamente (valorização relativa – 10 bom). Essas modificações poderiam elevar a sustentabilidade da dimensão econômica de 75% para 90%.

O exercício mostra que o esforço direcionado para atender as modificações propostas, através de políticas ou incentivos na cadeia produtiva, resultaria na melhoria dos fatores que agregam sustentabilidade à cadeia produtiva do biodiesel. Com relação ao uso do solo, é necessário estimular a utilização de matérias-primas diversas, adaptadas às regiões brasileiras, minimizando os impactos sociais, econômicos e ambientais da monocultura. No uso de insumos residuais, é necessário incluir esses insumos no modelo tributário para oleaginosas, e internalizar os benefícios da reciclagem desses insumos para o sistema.

Quanto à geração de emprego e renda e atendimento energético, são fatores diferentes com soluções relacionadas, pois a melhoria no atendimento energético abre portas para a participação nos setores da cadeia produtiva, através da estruturação promovida pelo acesso à energia nas suas variadas formas. No aproveitamento econômico dos

subprodutos, verifica-se que a mudança reside na descentralização, e na organização social, que permite a criação de estruturas de beneficiamento dos grãos e conseqüente uso produtivo dos subprodutos.

A figura 1 apresenta o gráfico dos resultados para cada dimensão no conjunto. Dimensão Ambiental 48,8%; Dimensão Social 43,8% e Dimensão Econômica 75%.

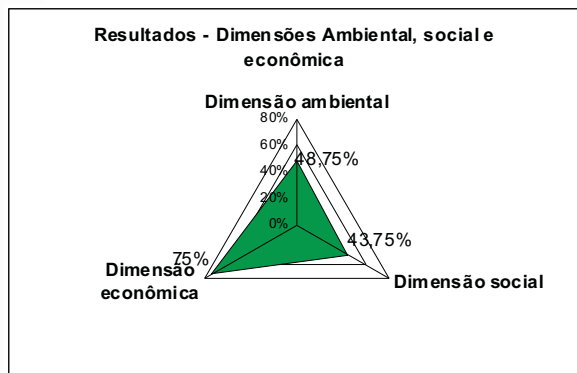


Figura 1: Resultado ACC para as Dimensões ambiental, social e econômica.

6 Considerações finais

Os principais benefícios almejados pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), levam a um cenário de não sustentabilidade. A seguir apresentam-se pontos que balizam essa afirmação: problemas no uso do solo como: monocultura, desmatamentos, perdas biológicas, uso intensivo de fertilizantes e defensivos agrícolas; domínio da cadeia pelo agronegócio; centralização em matérias-primas dominantes; pouca utilização de insumos residuais e matérias-primas diversificadas; baixa participação da agricultura familiar; baixa geração de emprego e renda descentralizados; e baixa participação e organização social. Também contribui para diminuir o sucesso do programa na busca pela diversificação da matriz energética, na redução de emissão de gases de efeito estufa, na otimização e descentralização de investimentos, e na promoção do desenvolvimento social através da geração de emprego e renda no campo.

A curva de aprendizado que prevê a diminuição dos custos do biodiesel em função do acúmulo de experiências no setor deverá refletir os custos associados à internalização das externalidades sociais e ambientais, bem como dos custos externos que não são contabilizadas nesta curva, mas que carregam indicadores para o entendimento da sustentabilidade ou não sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel no conjunto de aspectos sociais, ambientais e econômicos.

O desenvolvimento de um programa energético com biodiesel abre oportunidades para benefícios econômicos e sociais. Como exemplos, há duas questões: 1 - elevado índice de geração de emprego/capital investido, o que leva a uma valorização do campo e à promoção do trabalhador rural, além das demandas por mão-de-obra especializada para o processamento e beneficiamento dos óleos vegetais. 2 - O desenvolvimento da cadeia provoca mudanças no fluxo internacional de capitais, uma vez que o aproveitamento do biodiesel ocasiona uma redução das importações de diesel.

A avaliação da dimensão ambiental através dos elementos de análise (Emissões atmosféricas, Aplicação de MDL, uso do solo, uso de insumos residuais) mostra que a condição atual é

de: 1) Diminuição da emissão de gases de efeito estufa, de gases poluentes e compostos de enxofre, responsáveis por inúmeros impactos ambientais; 2) Ausência de projetos para aquisição de créditos de carbono em Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL; 3) Aumento e dependência da cadeia produtiva das monoculturas de oleaginosas anuais e culturas intensivas (fertilizantes e defensivos agrícolas); e 4) Pouca utilização de insumos residuais, que potencializam os benefícios ambientais do desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel.

Os sistemas de produção de matéria-prima devem ser sistemas integrados de produção de alimentos e energia, intensivos em conhecimentos, mão-de-obra e poupadores do capital e recursos naturais. Com relação ao uso do solo, há o risco associado à expansão das lavouras de cana-de-açúcar e oleaginosas que comprometem a biodiversidade e a segurança alimentar. A alternativa para os pequenos agricultores é diversificar os cultivos, evitando a monocultura, manter a produção de alimentos e entrar no plantio de biodiesel de forma autônoma, sem depender dos grandes grupos do agronegócio.

É importante lembrar, no entanto, que a diversidade de espécies oleaginosas passíveis de transformação em biodiesel, embora possa constituir vantagem e condição para que a produção não se apóie exclusivamente na monocultura, leva a considerar a tendência de ocorrer pulverização de esforços e recursos no desenvolvimento de culturas de acordo com o potencial edafoclimático e cultural de cada região.

A avaliação da dimensão social através dos elementos de análise (agricultura familiar; geração de emprego e renda; participação e organização social; e atendimento energético) mostra que a condição atual é de: 1) Participação mínima condicionante para aquisição do selo combustível social, que evidencia a necessidade de aprimorar os programas e políticas de desenvolvimento da autonomia e organização dos produtores rurais familiares; 2) Geração de emprego e renda baixa e concentrada em regiões ou setores, que poderia ter maior acessibilidade com a diversificação dos insumos e matérias-primas, incluindo os insumos residuais; 3) Organização social limitada pela dificuldade de acesso à linhas de crédito, e linhas de crédito pouco acessadas pela falta de organização social; e 4) Produção de matéria-prima concentrada em locais com atendimento energético, a concentração em áreas com atendimento restringe o desenvolvimento equitativo das regiões.

O papel do Estado, na sustentabilidade social da cadeia produtiva do biodiesel inclui estimular a pesquisa, desenvolvimento tecnológico, capacitação técnica e estruturação do mercado, visando à sustentabilidade das cadeias de produção, agrícola e industrial do biodiesel. Deve ainda estimular e apoiar a organização dos agricultores familiares em associações, cooperativas e outras formas de aglutinação social em busca de escalas mais organizadas, produtivas e econômicas, facilitando o acesso à cadeia produtiva do biodiesel. O impacto social da política do selo social é apenas um dos componentes de uma complexa matriz de políticas necessárias para o desenvolvimento sustentável em territórios de economia rural.

A avaliação da dimensão econômica através dos elementos de análise (Balanço energético; custos evitados; aproveitamento econômico dos subprodutos, e investimentos na cadeia produtiva) mostra que a condição atual é: 1) Balanço energético não é significativo entre 1 e 2,9, respectivo às culturas oleaginosas utilizadas com baixa produtividade de óleo por hectare e intensivas no uso de insumos; 2) Economia gradual de divisas com combustível e custos ambientais evitados, resultado da internalização dos custos externos ou



externalidades que implicam diretamente sobre a economia do setor; 3) Geração e aproveitamento econômico dos subprodutos concentrada junto ao setor de transformação, fato este que evidencia a dificuldade de acesso aos benefícios extras (subprodutos) da produção de oleaginosas pelos produtores rurais familiares, que acabam inseridos apenas na produção de grãos e sementes oleaginosas, sem possibilidades reais de beneficiamento dos produtos; e 4) Oportunidade de acesso a investimentos, financiamento e custeio em toda a cadeia produtiva do biodiesel, através da disponibilização de várias modalidades de financiamento, ao longo da cadeia produtiva.

Do que foi exposto observa-se que a sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel depende do direcionamento adequado, das externalidades ambientais, sociais e econômicas, incorporando nas avaliações de viabilidade, não apenas informações ou dados técnicos ou econômicos, a cadeia deve ser conduzida em bases sustentáveis.

Isso foi apresentado como exercício, através da alteração nos elementos de análise, tendo como resultado elevação da sustentabilidade nas dimensões avaliadas, Dimensão ambiental (ACC = 48,75%, exercício = 62,50%), Dimensão Social (ACC = 43,75% , exercício = 56,25%) e Dimensão econômica (ACC = 75%, exercício = 90%).

A partir dos resultados, faz-se indicações de políticas para o Desenvolvimento Sustentável da cadeia produtiva do biodiesel:

- Estímulo à pesquisa e diversificação das matérias-primas graxas utilizadas para produção de biodiesel, através de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), através de fomentos de pesquisa e incentivos à diversificação de culturas e manejo extrativista.
- Criação de centrais ou pólos de beneficiamento (esmagamento e prensagem, e silagem) para garantir aproveitamento econômico distribuído dos subprodutos, a partir da criação de redes de beneficiamento e produção de óleos vegetais, que permite o aproveitamento local dos benefícios econômicos dos subprodutos.
- Inclusão dos insumos residuais nos benefícios tributários acessados pelas outras fontes graxas, desta forma estimulando o uso destes insumos na cadeia produtiva, e incentivando os benefícios ambientais da re-utilização desses insumos.
- Elaboração de estudos que detalhem o impacto real da produção de biodiesel, e suas contribuições para a diminuição das emissões de poluentes e Gases de efeito estufa, caracterizando os benefícios da internalização de culturas com balanço energético mais favorável.
- Estímulo a projetos de aproveitamento de créditos de carbono através do Protocolo de Kyoto e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, estudos e aplicações metodológicas dos mecanismos de produção de biodiesel nos MDL's.
- Restrições à monocultura, com incentivo tecnológico e econômico à diversificação de culturas na produção de matérias-primas.
- Descentralização linear na cadeia produtiva do biodiesel, desde a produção de oleaginosas, no uso econômico dos subprodutos, na produção de biodiesel e na distribuição de oportunidades.
- Estímulo ao domínio e superação tecnológica e metodológica, na utilização de insumos renováveis, e na diversificação de escalas e metodologias de produção.

7 Referências

- [1] SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável e sustentado**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2004.
- [2] REIS, L.B., E.A.A. FADIGAS., C.E. CARVALHO. **Energia, Recursos naturais e a prática do Desenvolvimento Sustentável**. Coleção Ambiental. Ed. Manole. Barueri-SP, 2005.
- [3] BAITELO, R.L. & FEI, S.P. **Avaliação dos custos completos na produção de energia elétrica com Diesel**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. São Paulo, 2002.
- [4] MIRAGAYA, J.C.G. **Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil**. Informe Agropecuário – Produção de oleaginosas para biodiesel. v. 26, n. 229, p.7-13. Belo Horizonte 2005.
- [5] OLIVEIRA, L. B., COSTA, A. O. **Biodiesel – uma experiência de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IVIG/COPPE/UFRJ, 14p. 2002. Disponível em: <www.ivig.coppe.ufrj.br/arquivos/biodiesel.pdf>.
- [6] PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. 2003. 65 p. Disponível em: <www.tecbio.com.br/Downloads/Livro%20Biodiesel.pdf.> Consultado em 04/05/06.
- [7] RUTHERFORD, I. **Use of models to link indicators of sustainable development**. Disponível em <http://www.icsu-scope.org> Consultado em 10/05/2006.
- [8] BECKER, B. K. **A Amazônia pós ECO-92**. In: BURSZTYN, M. (org.). Para pensar o desenvolvimento sustentável.. 2ª. Ed. São Paulo. Ed. Brasiliense, 1994.
- [9] HARDI, P. et al. **Measuring sustainable development: review of current practice**. Occasional Paper Number 17. Canada : Industry Canada, 1997.
- [10] CMMAD – Comissão Mundial Sobre meio Ambiente e desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1997.
- [11] CAVALCANTI, C. **Uma tentativa de caracterização da economia ecológica**. In: **Ambiente & Sociedade** – Vol. VII nº. 1 jan./jun. 2004.
- [12] SALDANHA, E.E. **Modelo de avaliação da Sustentabilidade socioambiental**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Tese de Doutorado, Florianópolis, 2007.
- [13] UNITED NATIONS. **Agenda 21 - Conference on Environment and Development**. Genebra: United Nations. 1992.
- [14] RIBEIRO, A.L. **Modelo de indicadores para mensuração do desenvolvimento sustentável na Amazônia**. Tese (Doutorado Ciências: Desenvolvimento Sócio-Ambiental). Belém: Núcleo Altos Estudos Amazônicos, NAEA, Universidade Federal do Pará, UFPA, 2002.
- [15] MITCHELL, G. **Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators**. 1997. Disponível em: <www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html> Acessado em: 20/05/2006.
- [16] SIENA, O. **Método para Avaliar Progresso em Direção ao Desenvolvimento Sustentável**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC). Florianópolis, EPS/UFSC, 2002.
- [17] DARZÉ, A.S.S.P. **A questão ambiental como fator de desestímulo ao investimento no setor privado de geração de energia elétrica no Brasil**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia - UFBA. Salvador, 2002.

- [18] POCHMANN, M e AMORIN, R. **Atlas da exclusão social no Brasil**. São Paulo. Ed. Cortez. 2003.
- [19] CEPAL. **Sostenibilidad energética em la América el Caribe: el aporte de las fuentes renovables**.GTZ, 2003.
- [20] BERMANN, C. **Energia no Brasil: para que e para quem? Crises e alternativas para um país sustentável**. Ed. Livraria da Física. FASE. São Paulo, 2002.
- [21] PAZZINI, L.H.A. **Recursos do Lado da Oferta - Introdução do PIR na região de Araçatuba/SP**. Relatório Técnico da Oficina III de PIR no GEPEA, 2002.
- [22] UDAETA, M. E. M. **Planejamento Integrado de Recursos para o Setor Elétrico: pensando o desenvolvimento sustentável**. Tese de doutorado. São Paulo. 1997.
- [23] BOARATI, J.H. & SHAYANI, R.A. **Hidrelétricas e termelétricas a gás natural estudo comparativo utilizando custos completos**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, Dezembro. 1998.
- [24] GIMENES, A. L.V.; M.E.M.UDAETA; L.C.R.GALVÃO; REIS, L.B. dos. **Modelo de Integração de recursos para um planejamento energético integrado e sustentável**. X Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 2004.
- [25] CÉO, A.S.; NYIMI, D.R.S. **Avaliação Completa dos Recursos Energéticos de Oferta**. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.
- [26] SGANDERLA, G.C.S. **Avaliação da sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel mediante a avaliação de custos completos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, 2008.