

*Inovação e Sustentabilidade sob a Ótica da
Economia Ecológica.* VITÓRIA/ES, 17 A 21 DE SETEMBRO DE 2013.
Hotel Vitória Grand Hall

**X ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE ECONOMIA ECOLÓGICA**



X ENCONTRO DA ECOECO

Setembro de 2013

Vitória - ES - Brasil

VALOR ECONÔMICO TOTAL DOS IMPACTOS GERADOS PELA QUEIMADA DA CANA

Karen Maria da Costa Mattos (UFRN) - karenmattos@yahoo.com.br

*Engenheira Agrônoma, Prof. Adjunto, Curso Agronomia, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias /
UFRN*

Katty Maria da Costa Mattos (UFSCar) - katty.mattos@yahoo.com.br

Engenheira de Produção, Doutora, Pesquisadora, UFSCar

Arthur Mattos (UFRN) - armattos@ct.ufrn.br

Meteorologista, Prof Titular, LARHISA, UFRN

VALOR ECONÔMICO TOTAL DOS IMPACTOS GERADOS PELA QUEIMADA DA CANA

Área: Sustentabilidade dos Biomas Brasileiros e as Políticas Públicas

RESUMO: Com a ameaça da escassez dos recursos naturais, vêm-se buscando alternativas para que o desenvolvimento sócio-econômico seja sustentável. Como o impacto do complexo agroindustrial canavieiro, na deterioração ambiental é significativo, é fundamental que sejam consideradas as externalidades negativas provocadas pela queima do canavial no meio ambiente e a necessidade de internalização econômica desses efeitos. Assim, neste estudo, são analisados alguns procedimentos e técnicas utilizados para valorar o meio ambiente, tendo em vista os efeitos causados pela queimada da cana-de-açúcar, avaliados em termos econômicos pelo método de valoração econômica. A valoração econômica do meio ambiente, envolvendo os valores observados na economia gerada pela não utilização da queimada na pré-colheita, pode ser usada como valor de indenização em caso de desrespeito à Lei o que levaria a um valor de aproximadamente R\$ 14 296,60 (valor do VET encontrado) por hectare, que, se bem aplicado, representaria uma verba considerável para a recuperação ambiental.

ABSTRACT: Due natural resources shortage, alternatives have been requested for socioeconomic development is sustainable. Impact by agro-industrial sector in environmental hazarding is significant, so it's fundamental negative externalities caused by productive process in environment are considered, as well as need of economical internalization of those effects. Like this, in this study, some are analyzed procedures and techniques used to value the environment, tends in view the effects caused by the burned of the sugar-cane, appraised in economical terms for the method of economical valuation. The economical valuation of the environment, involving the values observed in the economy generated by the non use of the burned in the pré-crop, it can be used as compensation value in case of disrespect to the Law that would take a value of approximately R\$ 14.296,60 (value of found VET) for hectare, that, if very applied, it would represent a considerable budget for the environmental recovery.

Palavras-chave: Valoração Econômica, Queimada, Cana-de-açúcar

I - INTRODUÇÃO

A busca por um desenvolvimento sócio-econômico sustentável vem se tornando cada vez mais necessário devido à ameaça da escassez dos recursos naturais. O setor industrial causa impacto ambiental significativo por isso é fundamental que sejam consideradas as externalidades negativas provocadas pelo processo produtivo no meio ambiente e a necessidade de internalização econômica desses efeitos.

Como nos processos produtivos não tem sido adicionados os custos de degradação ambiental e o consumo de recursos naturais faz-se necessário a introdução do capital natural na análise econômica, avaliando-se os fluxos de estoques naturais e contribuindo para a definição de uma escala sustentável da economia. A valoração ambiental é essencial, caso se pretenda que a degradação da grande maioria dos recursos naturais seja interrompida antes que ultrapasse o limite da irreversibilidade.

A pressão crescente, em nível mundial, que existe sobre as organizações industriais para que adotem medidas de proteção ao meio ambiente, faz com que as empresas, dependendo do contexto em que atuam, reformulem suas estratégias competitivas incluindo a variável ambiental (MIRANDA et al, 1997).

Um fato importante já aconteceu na área canavieira: o binômio açúcar/álcool pode-se transfigurar no trinômio açúcar/álcool/bagaço. O bagaço de cana-de-açúcar vem se tornando cada vez mais caro como combustível para as caldeiras de usinas e destilarias de álcool, face à expansão de seu uso como matéria prima para a fabricação de papel, papelão, corrugados, conglomerados, furfural, ração (neste caso após receber processos de hidrólise), entre outros.

Sabe-se que em diversos países canavieiros, a técnica da colheita mecânica da cana crua já se constitui uma realidade e que, fatalmente, a curto prazo, será adotada no Brasil, devido, principalmente, aos aspectos ecológicos, conservacionistas, industriais e, principalmente, aos aspectos energéticos envolvidos no processo de queima prévia dos canaviais, gerando um desperdício inútil de energia, que pode constituir em lucros ao setor agroindustrial canavieiro com a ratificação do Protocolo de Kyoto, em 16 de fevereiro de 2005.

As regiões tradicionalmente canavieiras vêm sofrendo crescentes pressões ambientalistas para o controle da emissão de poluentes resultantes da queima da

cana. Devido a estas pressões surgiu o Decreto Lei nº 42.056 de 06 de agosto de 1997 (D.O.E. 07/08/1997) que, na tentativa de normatizar o assunto, fixou um prazo para adoção de medidas que eliminem a queima da cana.

II - IMPACTOS AMBIENTAIS OCASIONADOS PELA QUEIMA DO CANAVIAL

Segundo a pesquisadora Edith V.A. Marinho do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), o projeto Fogo, iniciado em 1987, foi idealizado com o objetivo de estudar o efeito das queimadas da palha da cana-de-açúcar sobre os gases atmosféricos ozônio (O_3), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2), principalmente na região de Ribeirão Preto. Várias campanhas de campo foram realizadas na superfície e no ar, a bordo de um avião Bandeirantes instrumentado, na região canavieira do Estado de São Paulo. Foram observados aumentos expressivos nas concentrações de CO e O_3 , na época das queimadas. Na época de chuva, quando não há queimadas, as concentrações até 6 km de altitude são menores do que 30 ppbv (partes por bilhão por volume), para o ozônio e cerca de 100 ppbv para o monóxido de carbono. Na época de queimada da cana (setembro) foram observadas concentrações de até 80 ppbv à cerca de 1,5 km de altitude para o ozônio e 600 ppbv para o monóxido de carbono. Notando-se que estas medidas foram feitas à vários km de distância das fontes poluidoras, para caracterizar o estado médio da atmosfera inferior em equilíbrio, o que significa que próximo das fontes as concentrações podem ser maiores. Estima-se que somente no Estado de São Paulo as queimadas da cana injetam na atmosfera cerca de 350.000 toneladas de carbono na forma de CO por safra (MATTOS, 1993).

A queima da cana-de-açúcar afeta a saúde das populações urbanas próximas, provocando uma patologia mensurável. O monóxido de carbono (CO) provoca asfixia celular sistêmica porque forma uma ligação estável com a hemoglobina e, conseqüentemente, impede a troca de oxigênio por dióxido de carbono ao nível de todas as células. Ou se trata de uma intoxicação grave - até fatal - que só pode ocorrer junto aos canaviais, ou de um envenenamento crônico que, certamente, é mínimo nas cidades próximas às plantações de cana. A intoxicação pelo CO não é acumulativa e, ao cessar a poluição, o organismo livra-se do gás e a oxigenação celular volta ao normal (BOHM, 1998).

A combustão incompleta de biomassa gera um impacto ambiental grande, pois ocorre a emissão de gases e partículas, que possuem importantes funções na química atmosférica e nos ciclos biogeoquímicos. Além de gases e partículas, neste processo são formados inúmeros compostos orgânicos, onde os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) têm merecido maior atenção de pesquisadores devido às suas propriedades mutagênicas e/ou cancerígenas (SILVA & FROES, 1998).

III - VALOR ECONÔMICO TOTAL

A idéia de se evidenciarem os valores monetários dos recursos naturais se justifica pelo fato de que estes valores monetários podem ser utilizados como padrão de medida. O valor econômico do meio ambiente tem sido objeto de intensa discussão.

Para alcançar o desenvolvimento sustentável, torna-se necessário que os bens e serviços ambientais sejam incorporados à contabilidade econômica dos países.

Entre os diversos tipos de valor econômico relacionados aos recursos naturais, é necessário distinguir-se entre valor de uso e valor intrínseco. O valor de uso deriva do uso que se faz do ambiente, como a extração de recursos minerais ou a observação de pássaros. Já o valor intrínseco compreende os valores de algum bem, mesmo que potencial, tal como uma determinada espécie de planta ocorrente em área específica ou determinada espécie de inseto (MERICO, 1996).

O valor econômico total (VET) de um recurso consiste em seu valor de uso (VU) em seu valor de não-uso (VNU). O valor de uso pode ainda ser subdividido em valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI) e valor de opção (VO) (valor de uso potencial). O valor de existência (VE) é uma das principais categorias do valor de não-uso. Pode ser escrito:

$$\text{VET} = \text{VU} + \text{VNU} \text{ ou } \text{VET} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VNU}$$

Desta forma, o valor de uso direto é determinado pela contribuição direta que um recurso natural faz para o processo de produção e consumo. O valor de uso indireto inclui os benefícios derivados basicamente dos serviços que o ambiente proporciona para suportar o processo de produção e consumo. O valor

de opção é a quantia que os consumidores estão dispostos a pagar por um recurso não utilizado na produção, simplesmente para evitar o risco de não tê-lo no futuro.

O valor de uso é atribuído pelas pessoas que realmente usam ou usufruem do meio ambiente em risco, por meio de dados estatísticos. Os valores de uso direto e indireto estão associados com as possibilidades presentes do uso dos recursos. Aquelas pessoas, porém que não usufruem do meio ambiente podem também valorá-lo em relação a usos futuros, seja para elas mesmas ou para gerações futuras. Esse valor é referido como valor de opção, ou seja, opção para uso futuro ao invés do uso presente conforme compreendido no valor de uso. O valor de existência é mais difícil de conceituar, já que representa um valor atribuído à existência do meio ambiente independentemente do uso atual e futuro.

Os valores de existência, de acordo com MARQUES & COMUNE (1996), são aqueles expressos pelos indivíduos, de tal forma que não são relacionados ao uso presente ou futuro dos recursos ambientais pela geração presente e nem pelo possível uso que se possa atribuir em nome da geração futura. O conceito de valor de existência aproxima economistas e ecólogos, o que deverá proporcionar melhor e mais profundo entendimento da questão ambiental, na tentativa de captar todos os valores que um recurso ambiental possa conter. As pessoas atribuem esses valores de acordo com a avaliação que fazem da singularidade e da irreversibilidade da destruição do meio ambiente, associadas à incerteza da extensão dos seus efeitos negativos.

As pessoas atribuem esses valores de acordo com a avaliação que fazem da singularidade e da irreversibilidade da destruição do meio ambiente, associadas à incerteza da extensão dos seus efeitos negativos.

As categorias de valores de não uso são o valor de existência (VE) e o valor de legado (VL). Pode-se escrever: $VET = [VUD + VUI + VO] + [VE + VL]$

O valor de opção é baseado em quanto os indivíduos estão dispostos a pagar pela opção de preservar um bem para uso pessoal direto ou indireto no futuro. O valor de legado, excluindo valores próprios dos indivíduos, é o valor que as pessoas derivam do fato de que outras pessoas estarão aptas a beneficiar-se desse recurso no futuro (FIGURA 1).

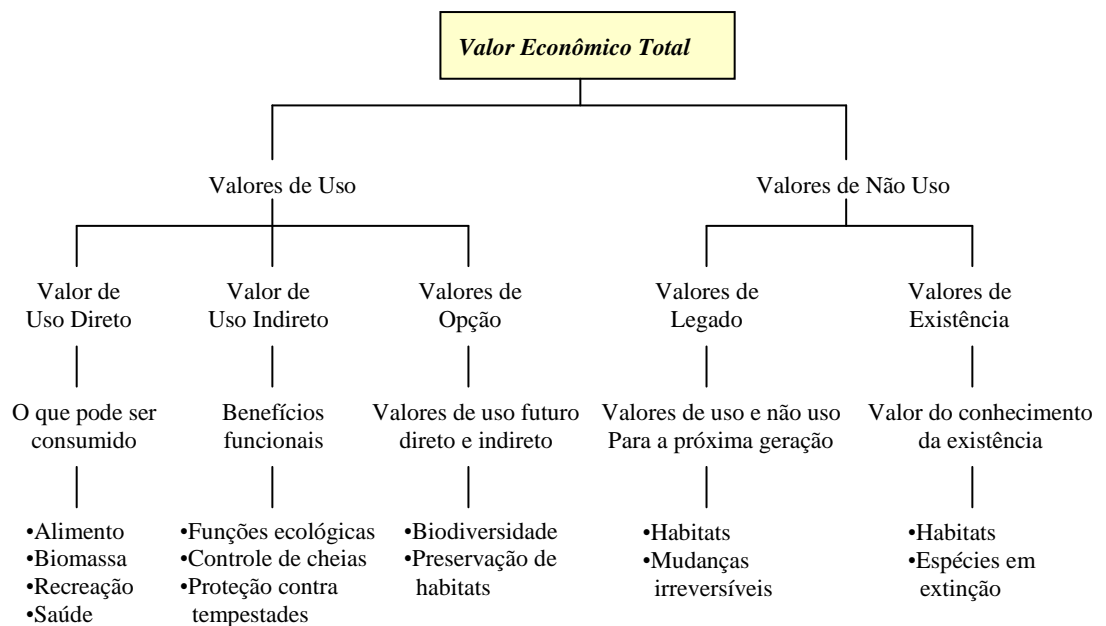


Figura 1. *Categorias de valores econômicos atribuídos ao patrimônio ambiental.*

Fonte: MUNASINGHE (1992)

IV - MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA

Os métodos de valoração, segundo MERICO (1996), de modo geral, não possuem uma classificação rígida, podendo-se utilizar diversos enfoques na aplicação dos métodos, dependendo dos propósitos. Do ponto de vista didático, no entanto, torna-se interessante uma abordagem maleável destes métodos que permita as alterações que se fizerem necessárias durante suas aplicações. Assim, duas categorias de métodos de valoração ambiental podem ser distinguidas da seguinte forma: métodos diretos e métodos indiretos.

Os métodos diretos podem estar diretamente relacionados aos preços de mercado ou produtividade, e são baseados nas relações físicas que descrevem causa e efeito. Representam métodos que encontram bastante utilização para a valoração do consumo de capital natural, principalmente quando se objetiva a contabilidade de estoques de recursos naturais e sua dedução da contabilidade de renda (nacional ou regional).

Os métodos indiretos são aplicados quando um impacto ambiental, um determinado elemento do ecossistema, ou mesmo todo um ecossistema não pode ser valorado, mesmo que indiretamente, pelo comportamento do mercado. Assim, estes métodos repousam sobre a utilização de um mercado de substituição

definido pela análise dos comportamentos reais. Procura-se com eles, evidenciar as preferências individuais, que estão relacionadas às funções de utilidade. Incluem-se, principalmente, os métodos de valoração contingente, custos de viagens e os valores hedônicos.

Em certos casos, quando mercados para bens e serviços ambientais não existem, ou não existem mercados alternativos para se proporem substituições, há a necessidade de se aplicarem métodos de valoração contingentes, ou seja, com certo grau de incerteza. Pode-se aplicar estes métodos para elementos da natureza, tal como a biodiversidade, patrimônio paisagístico, áreas de proteção ambiental, áreas de lazer, ou qualquer outra situação na qual não existam valores de mercado. A alternativa mais usada nestes casos é o método de disposição a pagar.

Apesar da aplicabilidade dos métodos depender de variáveis definidas caso a caso, observam-se esforços no sentido de definir situações onde a utilização de um método é apropriada. BISHOP et al (1992) in YOUNG & FAUSTO (1997), fazem uma abordagem para os bens e serviços ambientais associados às florestas tropicais em um quadro sinóptico bastante didático, destacando alguns exemplos de bens e serviços ambientais e os possíveis métodos para captar seus valores.

Valor de Uso			Valor de não-uso
(1) Valor de uso direto	(2) Valor de uso indireto	(3) Valor de opção	(4) Valor de existência
- produtos madeiros (madeiras, combustíveis); - produtos não-madeiros (alimentos, medicamentos, utensílios, material genético); - usos educacionais, recreacionais e culturais.	- proteção dos corpos d'água; - redução da poluição do ar; - sequestro de carbono; - regulação microclimática.	- usos futuros associados a (1) e (2).	- biodiversidade; - valores culturais.
Possíveis abordagens para a valoração:			
- custo de viagem; - MVC; - preços hedônicos; - produtividade marginal; - custo de oportunidade; - custo de reposição.	- custo evitados; - gastos defensivos; - produtividade marginal; - custo de reposição; - MVC.	- MVC	- MVC

Fonte: BISHOP et al (1992) in YOUNG & FAUSTO (1992)

V - MATERIAL E MÉTODOS

A valoração econômica ambiental justificada como essencial para interromper a degradação dos recursos naturais requer ainda, por ser uma técnica muito nova, estudos mais profundos, pois os estudos de sua aplicação para internalização nos processos produtivos e para medir os impactos econômicos de atividades agroindustriais são praticamente pioneiros. Assim neste estudo, procurou-se analisar os procedimentos e técnicas usados para analisar e valorar o meio ambiente, tendo em vista os efeitos causados por ações antrópicas. As ações antrópicas a serem analisadas são os efeitos causados ao meio ambiente pela queimada da cana-de-açúcar a ser avaliada em termos econômicos pelo método de valoração econômica. O método de valoração econômica pode ser explicado pela seguinte fórmula genérica: $VET = VU + VNU$

O valor econômico total (VET) de um recurso consiste em seu valor de uso (VU) e em seu valor de não-uso (VNU).

O valor de uso pode ainda ser subdividido em valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI) e valor de opção (VO) (valor de uso potencial). O valor de existência (VE) é uma das principais categorias do valor de não-uso.

Desenvolvendo para o setor agroindustrial canavieiro um quadro sinóptico semelhante ao apresentado para os serviços ambientais associados às florestas tropicais, pode-se analisar os possíveis métodos para captar os seus valores e conseguir uma valoração ambiental para a abordagem feita nesse trabalho.

Valor de Uso			Valor de não-uso
(1) Valor de uso direto	(2) Valor de uso indireto	(3) Valor de opção	(4) Valor de existência
<ul style="list-style-type: none"> - produção de biomassa (palhico, pontas, folhas verdes, palha); - produção de bagaço (produção de ração, de móveis, substituição de derivados de petróleo); - economia de água; - redução do uso de herbicidas; - economia no plantio (uma folha a mais). 	<ul style="list-style-type: none"> - redução da poluição do ar (emissão de CO₂); -regulação microclimática; - controle de erosão; - desperdício de água (lavagem de quintais e calçadas, roupas no varal); - sequestro de carbono; - diminuição da incidência de doenças respiratórias. 	<ul style="list-style-type: none"> - estrutura do solo (calcinação, compactação); - doenças cancerígenas; - usos futuros associados a (1) e (2). 	<ul style="list-style-type: none"> - biodiversidade.

Possíveis abordagens para a valoração:			
- produção sacrificada; - custo de reposição (herbicida, irrigação); - custo de oportunidade (preço do bagaço e da palha, economia no plantio).	- custos evitados (gastos com defensivo); - equivalente da queima (em litros de álcool).	- MVC	- MVC

Fonte: *MATTOS & MATTOS (2004)*

O método de valoração deste trabalho consiste na aplicação da equação do valor econômico total (VET): $VET = (VUD + VUI + VO) + VNU$ para o quadro sinóptico apresentado para o setor agroindustrial canavieiro.

VI - RESULTADOS

O valor econômico total pode ser encontrado pela equação:

$$VET = (VUD + VUI + VO) + VNU,$$

onde, VET- Valor Econômico Total; VUD- Valor de Uso Direto; VUI- Valor de Uso Indireto; VO - Valor de Opção; VNU -Valor de Não Uso

A perda de energia gerada pela queimada será analisada pelo método de produção sacrificada, pois como se trata de um efeito ambiental localizado e específico, é possível medir diretamente seus impactos negativos em termos de produção sacrificada ou perdida (MOTTA, 1995a, e MARGULIS, 1996).

Para se obter a energia gerada pela queima da palha de cana, produção sacrificada, nos canaviais, será utilizada a metodologia usada por SAFFIOTI (1985) adaptando-a para a safra atual. Sendo que o valor obtido por Saffioti se encontra dentro do intervalo dos valores obtidos pela metodologia de ZULAUF et al (1985). Segundo SAFFIOTI (1985):

$$PS = 0,08 \times PT$$

$$EG = PS \times PC$$

onde: EG = Energia gerada na queima da palha em Kcal; PT = Produção total da safra de cana toneladas; PS = Total de Kg de palha seca produzida na safra; PC = Poder Calorífico da palha seca (4100 Kcal/Kg)

VI. 1 - Valor de Uso Direto

A cana-de-açúcar é a principal fonte geradora de recursos financeiros da área agrícola do Estado de São Paulo, e uma das principais do Brasil. Esta cultura ocupa, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

(safra 2002), uma área de 5.061.531 hectares do território brasileiro. Segundo Gentil Ferreira Filho, Gerente Geral da Usina Estivas, localizada em Arez, RN, em estágio realizado pela autora na Usina, a cana-de-açúcar cortada crua economiza uma irrigação por safra, ou seja, 50 mm de água em um hectare. Sendo que 1 mm equivale a R\$ 2,40, a economia seria de R\$ 120,00 por hectare.

$$1 \text{ ha} \Rightarrow 50 \text{ mm} \Rightarrow \text{R\$ } 120,00$$

$$5.061.531 \text{ ha} \Rightarrow 253.076.550 \text{ mm} \Rightarrow \text{R\$ } 607.383.720,00$$

Os herbicidas que são utilizados no cultivo convencional da cana, segundo FERRAZ et al (2000), são virtuais poluentes do solo, da água de superfície e subterrânea, do trabalhador rural e das culturas e vegetação natural no seu entorno, incluindo a biota do solo e fauna em geral. Principalmente quando a aplicação é realizada através de aviões, de forma que a deriva é maior, podendo atingir quilômetros de distância. Segundo Gentil Ferreira Filho, Gerente Geral da Usina Estivas, a cana-de-açúcar cortada crua economiza uma aplicação de herbicida (HB) por safra. Utilizando o herbicida DIUROM como referência, e sendo necessários 6 litros do produto por hectare, a um custo de 3,50 dólares por litro - considerando 1 dólar = R\$ 3,65 (aproximadamente R\$ 12,50 o litro), a economia seria de R\$ 75,00 por hectare.

$$1 \text{ ha} \Rightarrow 6 \text{ litros} \Rightarrow \text{R\$ } 75,00 \qquad 5.061.531 \text{ ha} \Rightarrow \text{R\$ } 379.614.825,00$$

Utilizando o herbicida AMETRINA como referência, e sendo necessários 6 litros do produto por hectare, a um custo de 4 dólares por litro (aproximadamente R\$14,60 o litro), a economia seria de R\$ 87,60 por hectare.

$$1 \text{ ha} \Rightarrow 6 \text{ litros} \Rightarrow \text{R\$ } 87,60 \qquad 5.061.531 \text{ ha} \Rightarrow \text{R\$ } 443.390.115,60$$

Utilizando o herbicida TEBUTIUROM como referência, e sendo necessários 3 litros do produto por hectare, a um custo de 20 dólares por litro (aproximadamente R\$ 73,00 o litro), a economia seria de R\$ 219,00 por hectare.

$$1 \text{ ha} \Rightarrow 3 \text{ litros} \Rightarrow \text{R\$ } 219,00 \qquad 5.061.531 \text{ ha} \Rightarrow \text{R\$ } 1.108.475.289,00$$

Segundo FURLANI NETO (1995), uma vantagem econômica importante da quantidade de palhiço residual da colheita mecânica de cana crua que permanece sobre o terreno, é que o mesmo, permanecendo uniformemente distribuído pelo terreno, favorece um controle das ervas invasoras, permitindo

uma redução drástica no uso de herbicidas, obtendo uma economia de 10% em relação às áreas queimadas.

Ainda segundo Gentil Ferreira Filho, a cana-de-açúcar cortada crua economiza uma folha a mais, a qual é o equivalente a um corte a mais (economia de R\$ 400,00 / ha).

$$1 \text{ ha} \Rightarrow \text{R\$ } 400,00$$

$$5.061.531 \text{ ha} \Rightarrow \text{R\$ } 2.024.612.400,00$$

Considerando a produção nacional da safra 2002 (360.556.436 toneladas de cana e uma área cultivada de 5.061.531 hectares – Fonte IBGE em 15/11/2002), a cobertura da palha da cana economiza:

- uma irrigação (50 mm / ha) = R\$ 120,00 / ha \Rightarrow R\$ 607.383.720,00
- uma aplicação de herbicida (15 litros) = R\$ 381,60 / ha \Rightarrow R\$ 1.931.480.230,00
- uma folha a mais = R\$ 400,00 / ha \Rightarrow R\$ 2.024.612.400,00

A energia gerada pela queima da palha de cana, produção sacrificada, nos canaviais, adaptando-a para a safra de 2002 - 360.556.431 toneladas de cana (IBGE em 15/11/2002):

$$PS = 0,08 \times PT$$

$$EG = PS \times PC$$

onde: EG = Energia gerada na queima da palha em Kcal; PT = Produção total da safra de cana toneladas; PS = Total de Kg de palha seca produzida na safra; PC = Poder Calorífico da palha seca (4100 Kcal / Kg)

$$PS = 0,08 \times PT = 0,08 \times 360.556.431 = 28.844.514,48 \text{ t} = 28.844.514.480 \text{ Kg}$$

$$EG = PS \times PC = 28.844.514.480 \times 4100 = 118.262.509.368.000 \text{ Kcal}$$

$$EG = 118.000 \text{ gigacalorias}$$

Produção de bagaço: uso do bagaço na preparação de rações \Rightarrow lucro = R\$ 40,00 / ton; hidrólise: produção de furfural e álcoois; produção de papel e celulose; coque vegetal; carvão ativado; insumo energético; produção de aglomerados; fertilizante natural.

Segundo Luiz Carlos da Silva, responsável pelo controle de qualidade da Usina Vale do Rosário, os valores do bagaço, na produção de 75 ton/hectare de cana-de-açúcar, são:

- Produção de bagaço equivalente a 300 Kg por tonelada de cana (incluindo a umidade), a um custo nulo. O preço de venda do bagaço é igual a R\$ 30,00 / ton.
- uso do bagaço na preparação de rações:
 - Custo da ração a partir do bagaço é igual a R\$ 75,00 / ton.
 - Preço da ração a partir do bagaço é igual a R\$ 115,00 / ton.
 - Quantidade utilizada de bagaço: Ração = 50% de bagaço.
- insumo energético (produção de energia por tonelada de bagaço):
 - Preço de venda da energia elétrica produzida pelo bagaço é igual a R\$ 65,00 MWH
 - Quantidade utilizada de bagaço: Energia = 7,2 Kg de vapor / KWH
 - Energia produzida: Energia = 1.790.000 kcal/ton

VI.2 - Valor de Uso Indireto

- gás carbônico na atmosfera; lençol freático; eficiente mecanismo de controle da erosão; aumento da quantidade de matéria orgânica no solo; aumento e manutenção do grau de umidade do solo; vida microbiana do solo, em termos orgânicos evita adubos; eliminação de ervas daninhas.

Com a queima, segundo FERRAZ et al (2000), a produtividade do trabalho do cortador aumenta de 2 para 5 toneladas por dia. Os custos de carregamento e transporte também são reduzidos e aumenta a eficiência das moendas que não precisam interromper seu funcionamento para a limpeza da palha.

Uma máquina corta 400 toneladas de cana crua, o que equivale a 200 homens cortando cana crua, ou 40 homens cortando cana queimada. Em compensação é utilizado por máquina:

- 2 operadores; 4 bituqueiros; 1 mecânico / eletricitista / soldador; 0,5 encarregado (técnico); mais pessoal da fábrica e equipamentos (indiretos).

Através do levantamento de custo da Usina Estivas S/A, departamento agrícola, foi constatado que o custo da colheita mecanizada equivale a US\$ 5,32/ton, contra US\$ 7,37/ton da colheita manual de cana crua e US\$ 4,14/ton da colheita manual de cana queimada.

Com a queima a produtividade do trabalho equivale a 200 homens cortando cana crua, ou 40 homens cortando cana queimada. Segundo Maurício Barreto, vice-presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Carlos, o piso salarial da categoria em 2002 era de R\$ 255,20, o que equivale a R\$ 8,50 por dia e R\$ 1,16 por hora.

➡ Hora Rodoviária (1 hora de viagem por dia) = R\$ 1,16 + 50%

➡ Hora Extra: duas primeiras = R\$ 1,16 + 50%

acima = R\$ 1,16 + 70%

➡ Adicional Noturno = R\$ 1,16 + 30%

➡ Por tonelada de cana queimada com baixa produtividade = R\$ 1,63

➡ Por tonelada de cana queimada com alta produtividade = R\$ 1,54

As entidades de classe dos trabalhadores rurais, já em 1991, de acordo com RIPOLI et al (1995), fecharam questão contra o corte manual em cana crua alegando, com toda a justeza, a queda de ganho por parte do trabalhador, que recebe por produção diária. Porém existem outros fatores a serem considerados e que também são de importância fundamental. O corte manual da cana crua (ou verde) leva a ocorrência de:

➤ Aumento do desgaste físico do trabalhador. Portanto, será necessário, por parte das usinas que forneçam reforço alimentar no campo, propiciarem um novo e mais consistente complemento. As agroindústrias que ainda não oferecem esse tipo de programa deverão implementá-lo.

➤ Aumento nos riscos de ataque de animais peçonhentos.

➤ Aumento no número de acidentes ocasionados pela ação de corte no meio da palhada, o que obrigará as usinas a fornecerem novos e melhores equipamentos de proteção individual (EPI). E pelo lado dos trabalhadores braçais, os mesmos terão que se adaptar a esses equipamentos. Atualmente, ainda ocorrem resistências ao uso dos já existentes.

➤ Reajustes nos preços pagos por tonelada colhida deverão ser efetuados, a fim de que o trabalhador não tenha diminuição em seu ganho diário.

➤ Tanto para corte manual, como para o mecanizado, os melhoristas deverão buscar variedades com características genéticas que forneçam despalha mais fácil, e para corte manual, com menos joçal.

Mas como é observado por GOULART (1998), o processo do corte de cana está em processo acelerado de implantação. Isso revela:

1. que o setor empresarial tem capacidade econômico-financeira para investir na mudança de tecnologia;
2. que essa tecnologia está disponível no mercado;
3. que a questão social levantada (desemprego dos trabalhadores que cortam cana) não compõe, na verdade, a pauta de preocupações do empresariado.

Nesse clima de *apartheid social* conforme GOULART (1998), esses trabalhadores são obrigados a migrar para periferias dos centros urbanos e a submeter-se ao regime de super-exploração do trabalho, baixa remuneração como já demonstrada, e exposição da saúde e da vida a perigo. Eternas vítimas da manipulação política, esses trabalhadores não têm acesso efetivo à informação e aos bens culturais. Além desses problemas, há a questão do trabalho infantil, que para aumentar o orçamento familiar, são obrigados a ingressar prematuramente nessa profissão semi-escrava. Reproduzindo-se, assim, mão-de-obra barata e dócil. Segundo GOULART (1998), todo aquele que, direta ou indiretamente, promove e/ou permite, de qualquer modo, queimadas em áreas de sua propriedade e cultivo, deve ser compelido a reparar os danos causados ao meio ambiente (indenização pecuniária pelo dano ambiental), bem como a cessar essa atividade nociva (obrigação de não fazer). A ação civil pública deve conter ao menos esses dois pedidos.

Assim, torna-se necessária a fixação do valor da indenização, devendo-se partir de dados objetivos, como a fórmula encontrada pelo professor Dr. Marcelo Pereira de Souza, do departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC-USP, a partir do cálculo da perda de energia gerada pela queima da palha da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Para aferir-se monetariamente a perda da energia decorrente da queima da palha da cana, busca-se o equivalente monetário no calor gerado pela queima do álcool, levando-se em conta que:

- O calor gerado pela queima da palha é igual a 180.000 Kcal em 1 tonelada de cana; Em 1 hectare a produção média estimada é de 70 a 80 toneladas de cana, portanto, nessa mesma área o calor gerado pela queima é igual a 14.400.000

Kcal; O calor gerado pela queima do álcool é igual a 554.878,04 Kcal em 1 tonelada de cana; Uma tonelada de cana produz em média 80 litros de etanol;

- O calor gerado pela queima do álcool produzido em 1 hectare é igual a 44.390.243 Kcal (554.878,04 Kcal multiplicado por 80).

Dessa forma, na relação do calor gerado (palha x cana), temos que:

$$(14.400.000) / (44.390.243) = 32\% \text{ (palha em relação ao álcool)}$$

Ou seja ; 1 hectare produz 6.400 litros por tonelada de cana

$$(1 \text{ ha} = 80 \text{ ton} \times 80 \text{ litros}) \times 32\% \text{ de } 6.400 \text{ l/ha} = 2.048 \text{ l/ha}$$

Conclusão, com a queimada da cana em um hectare há perda de energia equivalente à queima de 2.048 litros de álcool. Portanto, a indenização deve ser o equivalente ao número de hectares queimados multiplicado pelo preço de 2.048 litros de álcool, que poderíamos reduzir à seguinte fórmula matemática:

$$\text{INDENIZAÇÃO} = \text{N}^{\circ} \text{ de ha QUEIMADOS} \times \text{PREÇO de 2.048 L de ÁLCOOL}$$

Todavia, RIPOLI et al (1990), transformando-se o potencial energético de um hectare da cana-de-açúcar em equivalente em álcool, obteve-se o resultado de 13.181 de equivalente em álcool/ha. Este valor pode ser utilizado no computo da Valoração Econômica Total (VET) como valor de uso indireto (VUI), pois com a colheita da cana crua, não haveria queimada e a atmosfera e o meio ambiente não seriam agredidos com a emissão de fuligem, CO e Gás Carbônico em uma quantidade equivalente a queima de 13.181 litros de álcool por hectare.

Por outro lado, não havendo queimada, a palha será utilizada nas caldeiras da usina, substituindo o bagaço (que terá uso mais nobre) e o combustível (gás ou óleo) necessários para a produção industrial, além de ser usada na geração de energia, sendo, portanto, considerada um bem de uso direto, ou seja, pode ser computado como Valor de Uso Direto (VUD).

Acrescentando os valores determinados com a economia devido a não queima, ou seja, irrigação, herbicidas e outros. A Valoração Econômica Total seria dada por:

$$\text{VET} = \text{VUD} + \text{VUI} + \Delta V, \quad \text{onde: } \text{VUD} = \text{Valor de Uso Direto}; \text{ VUI} = \text{Valor de Uso Indireto}; \Delta V = \text{Valor a ser acrescido devido a VO (Valor de Opção) e VNU (Valor de Não Uso)}$$

O VUD pode, de forma simples, ser avaliado como a soma dos valores obtidos pelo uso da palha (potencial energético da cana-de-açúcar em equivalente em litros de álcool multiplicado pelo preço do litro de álcool); economia de água de irrigação (R\$120,00); economia de herbicida (R\$381,60); economia de plantio, devido ao ganho de uma folha a mais (R\$ 400,00); e a utilização do bagaço, 30% da produção de cana (22,5 toneladas x preço do bagaço).

Como visto anteriormente, transformando-se o potencial energético de um hectare da cultura da cana-de-açúcar, em equivalente em álcool, obtém-se que o bagaço fornece 6,22 toneladas e a palhada 4,18 toneladas, resultando em 13.181 litros equivalente em álcool/ha. Será considerado apenas o equivalente da palhada no cálculo do VUD, uma vez que o bagaço não é destruído durante a queimada na pré-colheita. Desta forma temos um valor equivalente de, aproximadamente, 5.300 litros.

Desta forma: $VUD = (5.300 \text{ L} \times \text{preço álcool}) + R\$ 120,00 + R\$ 381,60 + R\$ 400,00 + (22,5 \text{ ton} \times \text{preço bagaço})$

Considerando o preço do álcool como R\$ 1,20 o litro e o do bagaço em moeda R\$30,00 a tonelada, o VUD seria: **VUD = R\$ 7.936,60**

No Valor de Uso Indireto (VUI), além dos 5.300 litros de álcool, deve ser acrescentado um valor correspondente ao seqüestro de Gás Carbônico feito pela lavoura de cana de açúcar, cujo preço tem ainda uma variação muito grande (de 5 a 165 dólares por tonelada de carbono seqüestrado). Assim, o valor do VUI seria, por volta, de **R\$ 6.360,00**, acrescido do valor dado ao seqüestro de Gás Carbônico.

O Valor de Opção e o de Existência, normalmente determinados por análise de contingência, ou seja, a disposição do indivíduo a pagar por aspectos morais e altruístas.

Portanto o valor do VET, que poderia ser usado para indenização em casos de desrespeito à Lei que controla as queimadas, deveria ser um valor superior a **R\$ 14.296,60** por hectare.

VII - DISCUSSÃO

Os avanços obtidos na legislação ambiental brasileira, principalmente quanto às fiscalizações e multas, quando tratados em conjunto com a

regulamentação das queimadas no Estado de São Paulo, compõem uma situação institucional muito favorável à melhoria da qualidade ambiental do sistema de cultivo de cana-de-açúcar.

O estudo econômico realizado permite concluir que o binômio açúcar/álcool está cada vez mais perto de se transfigurar no trinômio açúcar/álcool/bagaço. Utilizando-se o bagaço para fins mais nobres e economicamente viáveis, ao invés de queimá-lo nas caldeiras. E aproveitando-se a palhada como utilíssima e barata fonte energética, nas caldeiras de todas as unidades produtoras. A queima do canavial implicará em danos irreparáveis à humanidade, devido aos vários impactos produzidos.

Confirmando que, a técnica da colheita mecânica da cana crua, já se constitui uma realidade e que, fatalmente, a curto prazo, será adotada no Brasil, devido aos aspectos ecológicos, conservacionistas, industriais e, principalmente, aos aspectos energéticos envolvidos no processo de queima prévia dos canaviais, gerando um desperdício inútil de energia que pode constituir em lucros ao setor agroindustrial canavieiro e ao País.

Deve-se observar a multiplicidade do valor: diferentes exercícios de valoração podem levar a resultados distintos, conforme o objetivo/metodologia empregados. Tal multiplicidade não diminui a importância da valoração como técnica de análise, mas alerta para a não-neutralidade do valor (cada resultado é influenciado pela perspectiva na qual o pesquisador efetuou seu estudo) (YOUNG & FAUSTO, 1997).

O fato dos métodos de valoração abordarem diferentes construções teóricas e a possível inconsistência na comparação dos distintos valores criam dúvidas quanto à existência de um valor único absoluto. A parcela do valor econômico total relativa ao valor de existência estaria relacionada justamente com a disposição a pagar dos indivíduos associada a aspectos morais e altruístas desprovidos de qualquer intenção de uso, presente ou futuro. A idéia do valor de existência, (YOUNG & FAUSTO, 1997), levanta questões como a própria capacidade de uma medida monetária expressar aspectos morais e altruístas associados ao meio ambiente e se a disposição a pagar seria a forma mais apropriada de captar esses aspectos.

VIII - CONCLUSÃO

A valoração econômica do meio ambiente, feita de uma forma simples, envolvendo os valores observados na economia gerada pela não utilização da queimada na pré-colheita, pode ser usada como valor de indenização em caso de desrespeito à Lei o que levaria a um valor de aproximadamente R\$ 14 296,60 por hectare, que se bem aplicado representaria uma verba considerável para a recuperação ambiental.

A diversidade de resultados observada nas vantagens que o corte de cana-de-açúcar demonstrou em termos financeiros, mostra a subjetividade do processo de valoração: os resultados estão necessariamente vinculados ao objetivo e metodologia do exercício de valoração. A valoração não é neutra nem ao tipo de enfoque empregado nem ao contexto histórico-institucional que cerca o recurso natural a ser estudado.

Portanto, deve-se ter cuidado na compreensão do significado dos resultados obtidos a partir de exercícios de valoração. Qualquer aplicação prática das técnicas de valoração ambiental não será capaz de encontrar um único número que represente o valor de um ecossistema como um todo. Esses estudos empíricos de valoração devem ser interpretados como esforços importantes no sentido de atribuir um valor monetário a um determinado conjunto de serviços ambientais. Alguns desses serviços são expressos no mercado como o preço pago pela energia elétrica, o preço do herbicida economizado com a permanência da palha no campo, entre outros, enquanto outros serviços não apresentam nenhum tipo de retorno monetário associado, apesar da possível relevância indireta para os sistemas humanos de produção e consumo.

Os resultados encontrados em um exercício de valoração devem estar sempre bem contextualizados, pois possuem uma forte conexão com a problemática apresentada pelo observador: o objeto sendo valorado é influenciado pela perspectiva e ressaltado pelo pesquisador.

A valoração permitiu identificar e ponderar os diferentes incentivos econômicos que interferem na decisão dos agentes em relação ao uso dos recursos naturais, ou seja, o trabalho buscou mostrar como estudos empíricos de valoração

colaboram na análise das motivações econômicas que podem levar à decisão do não uso da queimada na colheita da cana-de-açúcar.

O conceito de valor econômico total deve ser repensado a partir dessa multiplicidade de perspectivas, até que ponto faz sentido agregar valores obtidos a partir de óticas tão diversas? Não é necessário que exista uma unicidade do valor, mas sim a clareza sobre qual valor se pretende mensurar, como isso é feito e com qual objetivo.

Em relação ao meio ambiente, a sociedade arca com os prejuízos (internaliza os custos socioambientais) causados pela poluição provocada pelas queimadas: o aumento da demanda na rede pública de saúde, em virtude da maior incidência de doenças respiratórias agravadas no período das safras; o aumento do consumo da água tratada em razão da sujeira produzida pela fuligem da cana queimada; a danificação das linhas de transmissão de energia pelo fogo das queimadas, com a interrupção do fornecimento de energia às cidades, os acidentes automobilísticos provocados pela fumaça das queimadas, que prejudicam a visibilidade dos motoristas, entre outros.

Entretanto, como foi observado, são várias as alternativas para que o setor agroindustrial canavieiro seja realmente considerado ecologicamente prudente, socialmente equitativo e economicamente viável. Os estudos mostraram que seria mais viável economicamente se a palha da cana fosse destinada a geração de energia e o bagaço utilizado em produtos de mais alto valor agregado, como tantos exemplos de derivados do bagaço.

Considerando que a disponibilidade da palha é de 19,3 milhões de toneladas a ser usada nas caldeiras para fornecimento de energia elétrica em substituição ao bagaço e o potencial do uso para os diversos derivados do bagaço, já citados, pode-se afirmar que num futuro próximo os usineiros estarão mais atentos a pesquisas e as novas perspectivas de mercado para o setor agroindustrial canavieiro.

IX - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHM, G.M. (1998). Queima de cana-de-açúcar e saúde humana. *Revista STAB*, Piracicaba, Anais da SECAPI'98, v.16, n.4, p.40-41, mar/abr.
- FERRAZ, J.M.G.; PRADA, L.S.; PAIXÃO, M., eds. (2000). *Certificação socioambiental do setor sucroalcooleiro*. São Paulo, Embrapa Meio Ambiente.

- FURLANI NETO, V.L. (1995). *Desempenho operacional de colhedora de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) em canaviais com e sem queima prévia*. Piracicaba. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GOULART, M.P. (1998). *Ministério público e democracia: teoria e práxis*. Leme-SP, Editora de Direito Ltda.
- MARGULIS, S., ed. (1996). *Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos*. 2ª Edição, Brasília, IPEA.
- MARQUES, J.F.; COMUNE, A.E. (1996). A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMEIRO, A. R. et al. *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas, UNICAMP, IE.
- MATTOS, K.M.C.; MATTOS, A. (2004). Valoração Econômica do Meio Ambiente: uma abordagem teórica e prática. São Carlos: RiMa, FAPESP. 148p.
- MATTOS, K.M.C. (1993). *Consequências sócio-econômicas na estrutura de produção agrícola da introdução do corte de cana crua*. São Carlos, Trabalho de Iniciação Científica, Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção Química.
- MERICO, L.F.K. (1996). *Introdução à economia ecológica*. Blumenau, Editora da FURB.
- MIRANDA, N.G.M.; SAMUDIO, E.M.M.; DOURADO, F.F.M. (1997). A estratégia de operações e a variável ambiental. *Revista de Administração*, São Paulo, EAESP/FGV, v.32, n.1, p.58-67, jan/mar.
- MOTTA, R.S. (1995). As técnicas das análises de custo-benefício na avaliação ambiental. In: TAUKE-TORNISIELO, S.M. et al. *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar*. 2ª Edição, São Paulo, Editora da UNESP, Cap.5, p.156-162.
- MUNASINGHE, M. (1992). *Environmental economics and valuation in development decisionmaking*. Washington, D.C., The World Bank, Sector Policy and Research Staff, Environment Department.
- RIPOLI, T.C.; MIALHE, L.G.; BRITO, J.O. (1990a). Queima de canavial - o desperdício não mais admissível. *Revista Álcool e Açúcar*, Piracicaba, v.10, n.54, p.18-23, jul/ago.
- RIPOLI, T.C. et al. (1990b). *Equivalente energético do palhico da cana-de-açúcar*. Piracicaba, Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.
- RIPOLI, T.C. et al. (1995). O corte manual na cana verde. *Revista Álcool & Açúcar*, Piracicaba, v.15, n.77, p.28-30, dez.94/jan.95.
- SAFFIOTI, W. (1985). O desperdício de energia na queima dos canaviais. *Revista Pau Brasil*, São Paulo, p.40-43, nov/dez.
- SILVA, M.R.S.; FROES, N.D.T.C. (1998). As cinzas de cana promovem câncer? *Revista STAB*, Piracicaba, Anais da SECAP'98, v.13, n.4, p.42, mar/abr.
- ZULAUF, W.E. et al. (1985). *Energia liberada pela queima da palha de cana nos canaviais brasileiros: uma estimativa*. São Paulo, CETESB.
- YOUNG, C.E.F.; FAUSTO, J.R.B. (1997). *Valoração de Recursos Naturais como Instrumento de Análise da Expansão da Fronteira Agrícola na Amazônia*. Brasília e Rio de Janeiro, IPEA.