

Valoração econômica de recurso ambiental referente a carga de carvão clandestino

Carlos Mercês de Oliveira
Almir Lopes Loures

RESUMO: Este artigo destaca a apreensão de carga de carvão vegetal nativo, normalmente por BO-PMMA, sem que se saiba a origem do desmate irregular. Aliás, os promotores ambientais deparam com autos que não conseguem informações quanto ao local e só têm pista de que uma carga completa possui 70 MdC (metros cúbicos de carvão) porque a literatura especializada afirma ser necessário o desmate de 2,62 hectares para produzi-la. Comumente, o carvão tem origem nas regiões norte, noroeste e nordeste de Minas Gerais, recobertas predominantemente por campo cerrado, cerrado *stricto sensu* ou mata seca/floresta estacional decidual. A valoração dos danos ambientais decorrentes da produção clandestina é estimada por meio de quatro metodologias: Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA), Emergência e Valor de Compensação Ambiental (VCP), cujos pressupostos e fórmulas de cálculos estão suficientemente demonstrados no trabalho. Nada impede, porém, que sejam apresentadas duas ou apenas uma única metodologia de valoração.

PALAVRAS-CHAVE: Dano ambiental. Produção clandestina. Carga de carvão. Valoração ambiental.

Introdução

O trabalho objetiva disponibilizar valores que sirvam de parâmetro para composição civil de dano à flora silvestre decorrente das perdas irreversíveis dos serviços ambientais que seriam

prestados pela floresta nativa objeto do desmate irregular para **produção clandestina de uma carga de carvão** equivalente a **70 MdC** (metros de carvão).

Carga de carvão clandestino

É a valoração dos danos ambientais relacionados à produção clandestina de carvão procedente das regiões norte, noroeste e nordeste de Minas, em tese, de áreas recobertas predominantemente por campo cerrado, cerrado *sensu stricto* ou de mata seca (floresta estacional decidual).

Valoração dos danos ambientais

A valoração dos danos ambientais decorrentes da produção clandestina de carvão dispõe de quatro metodologias distintas: Custos Ambientais Totais Esperados (**CATE**); Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (**VERA**), **Emergia** e Valor de Compensação Ambiental (**VCP**).

Pressupostos das valorações

O tempo médio necessário para o restabelecimento dos serviços ambientais prestados pelo cerrado, campo cerrado ou mata seca¹⁹, depois do corte para fins de produção de carvão, é de doze anos. Estudos técnico-científicos fundamentam que parte dos serviços, como a proteção do solo contra a erosão, regulação das águas e o controle biológico, tende a ser restabelecida em lapso temporal inferior a dez anos depois do corte, enquanto o do número de indivíduos por hectare, a área basal/ha, entre outros parâmetros relativos à fitossociologia, podem atingir vinte ou trinta anos, conforme ensaio realizado no Distrito Federal intitulado Efeito do desmatamento no estabelecimento de espécies lenhosas

¹⁹ Floresta estacional decidual.

em um cerrado sensu stricto. (REZENDE, SANQUETTA & FIGUEIREDO FILHO, 2005)

Em onze anos e quatro meses, áreas submetidas ao corte com motosserra e à retirada da lenha ou ao corte com motosserra, retirada da lenha e fogo apresentaram densidade de 600 e 653 ind. ha⁻¹, respectivamente, ou seja, 86,7% e 94,4% em relação a 692 ind. ha⁻¹ apresentado pelo cerrado original. A área basal foi aproximadamente 58% menor em relação à área basal do cerrado original, no mesmo período.

Pressupõe-se que o carvão clandestino procedente das regiões norte, noroeste e nordeste de Minas Gerais origine-se do desmate de uma área cujo volume sólido de madeira é de 53,50m³/hectare, correspondente à média ponderada do estoque de madeira do campo cerrado, cerrado sensu stricto e da floresta estacional decidual, constante no Mapeamento e Inventário da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas. (SCOLFORO & CARVALHO 2006)

Custos ambientais totais esperados (CATE)

A metodologia dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE) poderia ser, inicialmente, entendida como sendo a renda perpétua que a sociedade estaria disposta a receber em decorrência da indenização, pecuniária ou não, de determinado tipo de degradação ambiental. (RIBAS, 1996)

Já o carvão nativo clandestino, via de regra desmatamento irregular cujo dano ambiental enquadra-se como intermitente, é originário de uma ação degradadora, não repetitiva, única e não periódica.

Ante o exposto, torna-se justificável a valoração dos danos ambientais decorrentes do desmatamento irregular necessário para produzir uma carga de carvão nativo, com 70 MdC, por meio da equação:

$$CATE = \frac{(Vc + Cd \cdot Fi/d) \cdot (1+j)^n}{(1+j)^n - 1}$$
, onde:

CATE = Custos ambientais totais esperados decorrentes da produção clandestina de carvão nativo do campo cerrado, cerrado sensu stricto ou da mata seca (floresta estacional decidual);

Vc = Valor comercial de 70 MdC de carvão = 70MdC x US\$74,76/MdC²⁰ x R\$2,357²¹ = **R\$12.319,80;**

Cd = Custos de proteção à regeneração do cerrado, numa área equivalente a 2,62ha, necessária para produzir 70m³ de carvão, onde a cobertura vegetal possua estoque médio de madeira de 53,50m³ por hectare.

Adotam-se neste trabalho custos de proteção à regeneração do cerrado igual a R\$1.000 (mil reais) por hectare, incluindo adubação de cobertura, construção de cerca e combate a formiga por um período de dois anos. Ou seja: Cd = 2,62ha x R\$1.000/ha = R\$2.620

Fi/d = Fator de conversão estabelece uma relação entre os danos ambientais diretos e indiretos que varia numa escala numérica de 1 a 9, sendo o fator 1 associado às intervenções sem qualquer impacto indireto e o fator 9 associado às intervenções ou danos cujos impactos indiretos são muito relevantes.

A determinação do fator Fi/d leva em consideração os seguintes aspectos:

- Os desmatamentos irregulares representam danos diretos à flora e danos diretos e indiretos à fauna, ao solo, aos cursos d'água e à paisagem.

20 Associação Mineira de Silvicultura. Preço médio do carvão vegetal em Minas Gerais em 2008.

21 Cotação do dólar em 17/2/2009.

- ▶ Predominam nas regiões norte e noroeste o campo cerrado e o cerrado *sensu stricto*, enquanto a floresta estacional decidual só aparece na região noroeste.
- ▶ A riqueza biológica que restou, no Estado de Minas Gerais, permanece isolada em ilhas de vegetação nativa remanescente, que devem ser preservadas a partir do delineamento de um plano de ação consistente para a conservação (DRUMOND et. al., 2005).
- ▶ A perda de habitats foi apontada principal responsável pelo declínio de 82% da fauna ameaçada de Minas Gerais (DRUMOND et. al., 2005).
- ▶ Enquanto as florestas em suas diversas tipologias enriquecem o solo graças à ciclagem de nutrientes e incorporação de matéria orgânica, as áreas desmatadas perdem a camada mais fértil do solo devido aos processos erosivos, reduzindo a recarga hídrica dos mananciais.
- ▶ O fator “Fi/d”, na escala variável de 1 a 9 proposta na metodologia adotada, tende, por um lado, ao valor máximo “9”, quando do desmatamento de uma floresta estacional semidecidual em estágio clímax. Por um lado, essa floresta abriga elevada diversidade de flora e fauna, além de prestar serviços ambientais relativos à proteção do solo e dos recursos hídricos, à regulação climática e à manutenção do equilíbrio ecológico de áreas agrícolas e pastoris. Por outro lado, o referido fator tende ao valor mínimo “1”, no caso de roçada de uma pastagem, em razão da baixa biodiversidade e da precária proteção ao solo.
- ▶ Áreas recobertas por tipologias florestais que apresentam menores índices de diversidade associados a menores estoques de madeira tendem a sofrer impactos indiretos menos relevantes em relação àquelas com maiores índices de diversidade e maiores estoques de madeira, para uma mesma extensão territorial desmatada.

Ante os aspectos descritos, adota-se o fator de conversão dos danos ambientais diretos em indiretos, **Fi/d = 4;**

J – Taxa de juros (taxa de desconto) usualmente para fins de implantação de programas de reflorestamento, na forma decimal, igual a **0,06;**

n = período médio de recuperação dos serviços ambientais prestados pelo campo cerrado, mata seca ou cerrado *sensu stricto* desmatado, igual a **12** anos.

Variáveis da equação:

$$\text{CATE} = \frac{(\text{R\$}12.319,80 + \text{R\$}2.620 \times 4) (1 + 0,06)^{12}}{(1 + 0,06)^{12} - 1}$$

$$\text{CATE} = \text{R\$}45.419,01$$

Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA)

A estimativa de indenização pelo método VERA inclui os valores de uso direto, indireto, opção e de existência. **VERA = VUD + VUI + VO + VE**, onde:

VUD: Valor de uso direto referente a bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumido no presente. Equivale ao preço de mercado de 70 MdC, ou seja, **R\$12.319,80** (ver pág. 3/11);

VUI:

Valor de uso indireto referente a bens e a serviços ambientais gerados de funções ecossistêmicas, apropriados e consumidos no presente. Corresponde ao valor das funções ambientais descritas como regulação de clima, regulação de perturbação, regulação das águas, suprimentos de água, controle de erosão, formação de solo, reciclagem de nutrientes, tratamento de rejeitos, controle biológico, recreação e cultural, estimados por Costanza, 1997 (citado

em Ibama, 2002), cujo total é de R\$0,0921/m2/ano, equivalente a R\$921/ha/ano;

Sabendo-se que nas regiões onde predominam o campo cerrado, cerrado sensu stricto e a floresta estacional decidual desmatam-se, em média, 2,62 ha para produzir uma carga de carvão com 70 MdC, tem-se:

$$VUI = R\$921/\text{ha/ano} \times 2,62\text{ha};$$

$$VUI = R\$2.431,02/\text{ano}.$$

O valor de R\$2.431,02 corresponde a parcela anual, de uma série de pagamentos por 12 anos, período necessário para que o cerrado desmatado se recupere e volte a prestar os serviços ambientais afetados. Aplicada a equação básica da matemática financeira para se determinar o montante (capital + juros), tem-se respondente ao valor de uso indireto, à taxa de juros de 6% a.a. (seis por cento ao ano) por um período de doze anos:

$$VUI = PMT \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i} \right] \times (1+i),$$

Sendo:

VUI = Montante (capital + juros) = valor de uso indireto;

PMT = Valor das prestações iguais de uma série uniforme;

n = Prazo ou número de prestações correspondente ao tempo necessário à recuperação dos serviços ambientais, em anos;

i = Taxa de juros (taxa de desconto) usualmente utilizada para fins de implantação de programas de reflorestamento, na forma decimal;

$$VUI = R\$2.431,02 \times \left[\frac{(1,06)^{12} - 1}{1,06^{12} \times 0,06} \right] \times (1,06);$$

$$VUI = R\$21.688,75$$

VO: Valor de opção se refere a bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos (VUD e VUI) a serem apropriados e consumidos no futuro;

VE: Valor de existência ou não uso presente ou futuro, relacionado a questões morais, culturais, éticas ou altruísticas;

Sem estudos que apresentassem os valores de opção e de existência relativos ao bioma cerrado, adotou-se $VO = 0$ e $VE = 0$

Ante o exposto:

$$VERA = R\$12.319,80 + R\$21.688,75;$$

VERA = R\$34.612,55 (sem considerar os valores de opção e de existência)

Energia - Valoração ecológica-econômica - serviços ambientais

A metodologia emergética (escreve-se com m), do pesquisador Howard T. Odum, propõe-se a medir todas as contribuições (moeda, massa, energia, informação) em termos equivalentes, ou seja, a energia incorporada ou emergia. Em outras palavras, significa que o trabalho da natureza deve ser reconhecido e corretamente valorizado no mercado. Assim, os valores expressos em emergia ou em Dólares representam os verdadeiros valores dos recursos, sejam estes naturais ou antrópicos (Odum 1996):

Energia é a energia disponível (exergia) de um mesmo tipo. Por exemplo, energia solar equivalente, que foi previamente requerida, em forma direta ou indireta, para produzir um certo produto ou serviço.

Para isso, a teoria da termodinâmica, da biologia e de novos princípios do funcionamento de sistemas abertos converte os recursos usados em um sistema produtivo em termos de energia e a forma de fazer a contabilidade em eMDólares ou dólares emergéticos. A energia por unidade monetária mede a capacidade de compra de riqueza real, sendo um índice utilizado para converter os fluxos de energia em fluxos de eMDólares, ou seja, a energia associada ao dinheiro ou a seu valor econômico equivalente. Essa medida, expressa em eMDólares, consegue indicar a verdadeira contribuição da natureza e da economia humana no recurso. (ORTEGA, 2000)

Sob o pressuposto de que as perdas ambientais do ecossistema afetado guarda relação com o volume de madeira (lenha) explorado para fins da produção do carvão vegetal, estima-se a energia contida no carvão vegetal, e seu respectivo valor monetário, por meio dos seguintes passos:

Energia = Exergia x Transformidade,

onde

Exergia = capacidade de produzir trabalho, em Joules.

Transformidade = índice que avalia a qualidade do fluxo de energia associada a determinado recurso natural ou antrópico. Calculado por pesquisadores em todo o mundo, é amplamente divulgado em periódicos científicos e/ou em páginas da internet especializados. (ORTEGA, 2000)

Exergia de uma carga de carvão, com 70 MdC (Ecv)

$$Ecv = 7,365 \text{ E}^6 \text{ cal/kg} \times 4,18\text{J/cal} \times 70 \text{ m}^3 \times 270 \text{ kg/m}^3$$

$$E_{cv} = 5,8184973E^{11}J$$

Transformidade do carvão

Transformidade do carvão preparado de madeira = 107.000 seJ/J (ORTEGA, 2000).

Energia de uma carga de carvão (Ecc)

$$E_{cc} = 5,8184973E^{11}J \times 107000seJ/J$$

$$E_{cc} = 6,23E^{16}seJ.$$

Conversão da energia em valor monetário (reais)

$E_{cc} = \text{Energia} \times C_d$, sendo:

$T_{ed} = \text{transformidade da energia/dólar} = 3,0 \times 10^{12}seJ/U\$$ (Ortega, 2000);

$C_d = \text{cotação do dólar americano} = R\$2,357$

Logo:

$$E_{cc} = \underline{6,23E^{16}seJ} \times R\$2,357/U\$;$$

$$3,0 \times 10^{12}seJ/U\$$$

$$E_{cc} = R\$48.947,03$$

Valor de compensação ambiental - VCP

O Valor de Compensação Ambiental (VCP) baseia-se na proposta elaborada por técnicos do Ibama (IBAMA, junho/2006), sintetizada a seguir:

$$\text{VCP} = (p1 + p2 + p3 + p4 + \text{IE})$$

VCP = Valor de compensação ambiental devido à produção clandestina de uma carga de carvão nativo, equivalente a 70 MdC, procedente das regiões onde predominam o campo cerrado, cerrado *sensu stricto* ou mata seca;

$p1 + p2 + p3 + p4$ = custo do reflorestamento da área degradada;

$p1$ = Valor da muda;

$p2$ = Abertura das covas;

$p3$ = Correção e adubação de solo durante três anos;

$p4$ = Tratos culturais durante dois anos;

IE = Impacto ecossistêmico – Perdas permanente e temporária das funções ambientais em área de preservação permanente.

$$p1 + p2 + p3 = 0$$

Pressupõe-se que a área desmatada para fins de produção do carvão clandestino não tenha sido objeto de destoca e apresenta banco de sementes que favorecem a regeneração natural. Dispensa, portanto, o reflorestamento.

$$p4 = \text{R\$1.000/ha.}$$

Adubação de reposição, construção de cerca e combate a formiga durante dois anos com 20 homens/ano por hectare, totalizando 40/dias homem.

IE = Conforme a área efetivamente ocupada,

$IE = R\$921/\text{ha.ano} \times \text{ATA} \times 12$, sendo:

IE = Índice de impacto ecossistêmico;

$R\$921/\text{ha.ano}$ = valor da compensação ambiental.

Corresponde ao valor dos serviços ambientais descritos como regulação de clima, regulação de perturbação, regulação das águas, suprimentos de água, controle de erosão, formação de solo, reciclagem de nutrientes, tratamento de rejeitos, controle biológico, recreação e cultural, citado em Ibama (2002), cujo total é de $R\$0,0921/\text{m}^2/\text{ano}$, equivalente a $R\$921/\text{ha ano}$. (COSTANZA, 1997)

ATA = Área total atingida, em hectare,

T2 = Tempo em anos estimado para consolidação de área reflorestada. Assim:

$IE = R\$921/\text{ha./ano} \times 1\text{ha} \times 12 \text{ anos}$

IE = R\$11.052/ha

Descritas as variáveis da equação, tem-se o valor de compensação ambiental (VCP) para o desmate de 1 hectare na região norte, nordeste e noroeste de Minas.

$VCP = R\$1.000/\text{ha} + R\$11.052/\text{ha}$.

$VCP = R\$12.052/\text{ha}$.

Considerando que a área recoberta por campo cerrado, cerrado *sensu stricto* ou floresta estacional decidual para produção de 70m³ de carvão ou 140m³ de lenha é, em média, de 2,62 hectares e que o fator de atualização monetária da época em que a metodologia do Ibama foi proposta (dez.2006) é de 1,1266554 em fevereiro de 2009, tem-se:

$$\text{VCP} = \text{R\$}12.052/\text{ha} \times 2,62 \text{ ha} \times 1,1266554;$$

$$\text{VCP} = \text{R\$}35.575,54$$

Conclusão

Verifica-se que o valor dos danos ambientais decorrentes da produção de uma carga de carvão nativo, clandestina, equivalente a 70 MdC, procedente de regiões onde predominam campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e mata seca (floresta estacional decidual), foi estimado em **R\$45.419,01 pelo método CATE; R\$34.612,55, pelo VERA; R\$48.947,03, pela emergia e R\$35.575,54 pelo VCP.**