

MÉTODOS INDIRETOS PARA A DEDUÇÃO CONTÁBIL DO DANO AMBIENTAL RELACIONADO À PRODUÇÃO DE ACÁCIA-NEGRA NO RS

*Valny Giacomelli Sobrinho**

RESUMO

Na tradição das contas nacionais, os agregados macroeconômicos, produto e renda, têm sido mal avaliados, por causa de um viés financeiro. Deduzem-se deles apenas os custos e perdas que, durante a produção e comercialização dos bens e serviços, podem ser diretamente traduzidos em termos monetários. Com direitos de propriedade difusos, a maioria dos chamados bens e serviços ambientais fica de fora dos mercados convencionais; portanto do mecanismo de formação de preço. A “contabilidade ambiental” propõe, em primeiro lugar, exprimir monetariamente o passivo ambiental, de maneira indireta — isto é, com base no preço, em mercados reais, de bens e serviços equivalentes aos que foram danificados na natureza. Do produto gerado deve-se, então, deduzir a depreciação do “capital natural”. Como se demonstra aqui, para o caso da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), os ganhos resultantes da exploração do recurso podem ser menores do que os esperados.

Palavras-chave: Contabilidade ambiental; dano ambiental; produção de acácia-negra; métodos indiretos de valoração; capital natural

INDIRECT METHODS FOR ESTIMATING THE ENVIRONMENTAL DAMAGE ARISING FROM THE PRODUCTION OF BLACK WATTLE IN RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT

Within the national accounting tradition, the macroeconomic aggregates, product and income, have long been unduly assessed, thanks to a financial bias. They have been deducted only from costs and losses that, during the production and trading of goods and services, can be accounted for in money terms. While bearing diffuse property rights, most of the so-called environmental goods and services stay away from conventional markets, thereby jeopardising the well functioning of the price mechanism. “Natural accountancy” highlights the need to first translate environmental liabilities into money terms, through an indirect way — that is, based upon the price, in existing actual markets, of the goods and services like those damaged in Nature. Hence, the yielded output must be deducted from the depreciation of “natural capital”. As it is proven here for the black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.) case, the gains arising from exploiting such a natural resource might be smaller than those that were to be expected otherwise.

Keywords: Environmental accountancy; environmental damage; black wattle production; indirect valuation methods; natural capital

* Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal/Manejo Florestal, da UFSM, e professor assistente do Depto. Ciências Econômicas da UFSM. E-mail: giacomelli@smail.ufsm.br

1 INTRODUÇÃO

Ainda nos dias atuais, o manejo de florestas segue a receita prescrita no século XIX e utilizada durante quase todo o século XX. Nesse período, as maiores preocupações eram com o lucro associado à madeira e com a regulação da extração madeireira. Depois da II Guerra Mundial, principalmente, até o início da década de 1970, as florestas eram vistas como agentes catalisadores do crescimento econômico, devido aos ganhos financeiros que proporcionavam.

Dos anos 70 para cá, quando o atendimento das necessidades das populações rurais pobres se tornou crítico ao desenvolvimento econômico, o papel das florestas na vida das comunidades que dependiam delas passou a ser reavaliado. Percebeu-se que o valor dos bens e serviços das florestas não se resumia aos preços dos bens e serviços de mercado. Não raro, passava além destes ou sequer podia ser avaliado com base neles, porquanto jamais se estabelecia através da troca mercantil ou do comércio.

Conforme os grupos de interesse (aborígenes, grupos ecológicos ou industriais) e seus níveis de necessidade (fisiológicas, de segurança, sociais ou espirituais), critérios de decisão econômicos (maximização do lucro) ou normativos (valores morais, estéticos, de existência, simbólicos etc.) podem assumir maior ou menor importância. O paradigma da gestão florestal começou então a mudar: do manejo da produção de madeira para o manejo do ecossistema florestal; do manejo da produção sustentável de madeira para a gestão sustentável da floresta (SFM – Sustainable Forest Management); e da gestão da floresta pela exclusão de seus usuários para a gestão da floresta pela inclusão desses grupos (Kant, 2003).

Com todas as árvores já oriundas de reflorestamento, a acácia-negra é cultivada há mais de 100 anos no Brasil — principalmente na região Sul, onde as condições climáticas se assemelham bastante às da Austrália, país de origem da planta¹. A área plantada com essa espécie arbórea no Brasil está estimada entre 140 mil a 200 mil ha. No Rio Grande do Sul, onde anualmente são plantados entre 15 mil a 20 mil ha da árvore, as florestas de acácia-negra ocupam aproximadamente 4,6% (130 mil ha) da área do estado (282.062 km² ou 2.820.620 ha)². Fornecem madeira e casca para fins predominantemente industriais. Da casca, extrai-se, com vantagens sobre outras espécies, o tanino (8 t ha⁻¹), empregado como material de curtimento; a madeira (180 m³ ha⁻¹) destina-se à combustão, à produção de celulose, carvão e aglomerados.

¹ Informações retiradas de Seta S. A., <http://www.setaonline.com/novosite/portugues/produtos/acacia.html> e Embrapa Florestas (2003).

² A Seta S.A., entre florestas próprias e de seus parceiros possui uma área cultivada de 56.000 ha.

Na região de produção, a acácia-negra destaca-se como a principal atividade na formação da renda rural. Em média, o valor da produção anual para os produtores rurais é de R\$ 113,1 milhões: R\$ 5,1 milhões da venda da casca e R\$ 108 milhões, da comercialização da madeira. Por hectare, colhem-se cerca de 1,3 mil árvores. Cada árvore leva em torno de 7 anos para alcançar as condições ótimas de corte. No Brasil, essa idade varia de 5,5 anos a 10 anos, enquanto que na África do Sul, por exemplo, ocorre normalmente aos 11 anos.

Ecologicamente, a acácia-negra permite recuperar solos de baixa fertilidade. Espécie pioneira, de vida curta e não invasora, cobre-os rapidamente, sem inibir a sucessão local. Oleaginosa, enriquece-os pela elevada deposição de nitrogênio (relata-se a incorporação de até 225 kg ha⁻¹), favorecendo o controle da erosão e adaptando-se facilmente, mesmo em áreas que tenham perdido o solo superficial.

Por outro lado, constitui, no Brasil, uma monocultura florestal. Essas florestas artificiais, monotípicas (*plantations*) reduzem a diversidade biológica, quando não provocam a perda ou destruição de elementos indispensáveis ao seu próprio desenvolvimento (*e.g.*, nutrientes do solo). Não obstante o comércio de madeira pressiona sua expansão.

Ainda que não provenha de espécies arbóreas diferentes e seja classificada como produto único, a madeira extraída para fins comerciais implica uso de biodiversidade (Chopra e Kumar, 2004 e SCBD, 2004). O lenho contém uma certa quantidade de nutrientes que a árvore, até a colheita, retirara do solo. Logo eles constituem insumos indispensáveis à obtenção do produto final da árvore (madeira e casca). O valor desses insumos de produção, no entanto, não é considerado na formação do preço do bem final.

Além disso, o comércio de madeira em grande escala favorece o trato monocultural e o manejo mecanizado, que poupam dinheiro e mão-de-obra, mas expõem o solo à erosão (Cunningham e Saigo, 1997). Em florestas comerciais plantadas, como as de acácia-negra, costuma-se colher a madeira por meio de mecanização intensiva. Porém solos submetidos a maquinaria pesada sofrem degradação física, pela resultante compactação deles. Estima-se que o mundo perca, por ano, cerca de 75 bilhões de toneladas métricas de solo: um terço desse valor é atribuído às monoculturas agrícolas e os dois terços restantes, aos campos, florestas e à ocupação urbana (Cunningham e Saigo, 1997). Comprovadamente, a cobertura vegetal do solo pode contribuir para deter de forma significativa essa perda. De acordo com Soares (2004), o chão de florestas tem de 1 a 5 t ha⁻¹ de restos orgânicos. Cerca de apenas 1 t ha⁻¹ deles basta para absorver 98% da energia da gota de chuva e 0,3 t ha⁻¹, para reduzir a erosividade da chuva em 75% ou mais.

Exportação de nutrientes contidos no lenho e perdas de solo devidas ao manejo da floresta (sem falar nas perdas de água, de que não se vai tratar aqui) descrevem, sem dúvida, custos de produção cujo valor tem permanecido fora da composição do preço de mercado do produto florestal. Assim, é de se esperar que, enquanto se continuar negligenciando-os, as medidas usuais de riqueza e renda nesse setor resultem superestimadas. Uma metodologia contábil, com ajuste para as deduções relativas ao consumo (depreciação) do capital natural envolvido no processo, será empregada, a seguir, para testar essa hipótese no caso da produção de acácia-negra.

A aplicação da contabilidade natural aqui encerra, ao mesmo tempo, objetivos macro e microeconômicos. Se nem os insumos ambientais (tratados como gratuitos) nem os produtos (inflados pelas vendas de ativos) são medidos apropriadamente, não se poderá avaliar o nível de atividade econômica nem, tampouco, calcular a produtividade dos insumos que envolvem o uso de recursos naturais, quer no nível de projetos, setores ou da economia nacional (El Serary, 1997).

2 METODOLOGIA

Um reiterado sofisma na ciência econômica é a definição que a rotula como “ciência da escassez”. A escassez, contudo, não demanda grandes conhecimentos para contorná-la. Trata-se já de um estágio de coação tal em que, goste-se ou não, a parcimônia impõe-se como necessidade de sobrevivência. Até a mais irracional das criaturas aprende, por adaptação biológica inclusive, a lidar com a escassez. Nem todas, porém, conseguirão tomar as decisões mais acertadas quando a ilusão da abundância parece oferecer-lhes um amplo espectro de opções. Por isso a ciência econômica é, antes, a “ciência da abundância” — um estado considerado distante da escassez, que, no entanto, pode conduzir até ela de maneira irreversível.

Apesar disso, o paradigma dominante na ciência econômica insiste na análise da escassez. Dentro da tradição do liberalismo econômico, Nordhaus e Tobin (1973) argumentam que o mecanismo de preços encarrega-se de refletir a escassez relativa dos recursos naturais, inclusive, e de, assim, informar à sociedade quais dessas riquezas serão transmitidas às futuras gerações. Aumentos de preço indicam que o recurso foi usado prodigamente no passado e, assim, contribuem para preservá-lo de explorações prematuras. Afinal, o preço dos recursos deve refletir sua *escassez* futura. Por outro lado, os chamados “conservacionistas” suspeitam

de que esse mesmo aumento de preços levaria à aceleração do ritmo de exploração dos recursos e à sua rápida exaustão.

Ironicamente, por trás dessa controvérsia, subsiste um consenso. Em primeiro lugar, tanto os conservacionistas quanto os entusiastas do crescimento econômico preocupam-se em reservar os recursos correntes para usos alternativos; em sacrificar o consumo corrente em favor do consumo das gerações futuras; enfim, em preferir o futuro ao presente (Nordhaus e Tobin, 1973). Em segundo lugar, ambas as correntes concordam em que as medidas ordinárias de prosperidade, como o PIB ou o PNB, dão uma impressão exagerada do crescimento da renda de um país, região ou setor de atividade. Os liberais inocentam as medidas em si e consideram que elas simplesmente refletem distorções no sistema de preços (Nordhaus e Tobin, 1973). Os críticos mais resistentes a elas, contudo, acusam-nas de violarem a noção de renda sustentável. Isso porque são medidas de *produto*, que contabilizam como renda o *consumo* de capital (natural), menosprezando, dessa forma, o impacto da produção presente sobre a renda futura (Vincent e Hartwick, 1998; Green, 2000).

Tecnicamente, renda é, por definição, sustentável (El Serafy, 1997). Modernamente, a divergência está no que se deve sustentar: se o *consumo* ou o *bem-estar* (Heal e Kriström, 2001). A inspiração é macroeconômica (keynesiana) naquele caso; microeconômica, do tipo custo-benefício, neste.

Macroeconomicamente, as contas nacionais baseiam-se em preços e quantidades *correntes*. Logo, no máximo, pode-se falar de uma sustentabilidade corrente, i.e., no ano em que os cálculos são apurados (Asheim, 2000; El Serafy, 1997).

Já dentro da tradição utilitarista da economia, a economia do bem-estar procura demonstrar a relação entre renda e bem-estar. Para isso, considera, primeiro, que o PIB ou PNB representam uma função demanda à Hicks. As compensações equivalentes, ou seja, as quantidades de mercadorias (ou os pagamentos) necessárias(os) para compensar mudanças em preços (ou quantidades) correntes permitem avaliar ganhos ou perdas de bem-estar social (ou utilidade), ocasionados quer pelo crescimento econômico, quer pela política econômica. Supondo uma renda constante, estuda-se apenas o efeito-substituição — que faz com que se substitua por outro o bem ou serviço cujo preço tenha aumentado. Como o bem-estar é definido diretamente em função da utilidade (prazer ou felicidade) retirada do consumo de mercadorias, a sustentabilidade de um implica a insustentabilidade do outro.

Em todo caso, verificam-se diferenças entre os níveis ótimo (de máximo bem-estar ou utilidade) e sustentável (intertemporalmente constante) de consumo, com este último proporcionando um nível de bem-estar menor que o primeiro (Heal e Kriström, 2001). Assim,

se a renda sustentável for associada ao consumo sustentável, ela não necessariamente será um indicador seguro de bem-estar.

Esse *trade-off* metodológico é decisivo para os objetivos mais imediatos da contabilidade nacional: (a) comparações instantâneas entre o estado e o desempenho de diversas economias; (b) comparações intertemporais do crescimento de uma mesma economia (Asheim, 2000). Numa palavra, estatísticas como o PIB/PNB convertem-se em indicadores unidimensionais para traduzir a complexidade e multidimensionalidade do sistema econômico através de suas lentes monocromáticas (Boulding, 1973). Ao cabo, definem um critério de análise de custo-benefício *social*, que permite examinar quais políticas públicas promovem uma melhoria de bem-estar (Asheim, 2000).

Enfim, a resposta da moderna teoria da contabilidade ambiental ao *trade-off* da sustentabilidade (consumo ou bem-estar?) encontra-se em seu princípio básico. Em sintonia com Fisher (1906), Hicks (1939), Lindahl (1939) e com a vertente mais antiga na teoria econômica, renda é compreendida como os serviços provenientes dos estoques da economia (Heal e Kriström, 2001). Então a análise da sustentabilidade resume-se à separação entre consumo de serviços (fluxos) e consumo de estoques.

Enquanto observava um cocho com água, Fisher intuiu que a água existente no cocho (estoque) era comparável a um capital; a que fluía, para fora ou para dentro, à renda desse capital. No curto prazo, o consumo pode ser maior que essa renda, mas, então, os custos serão suportados pelas gerações futuras (Heal e Kriström, 2001). Green (2000) e Torras (2000) invocam Hicks, para quem, à semelhança de Fisher, renda é o máximo valor que se pode consumir durante um período de tempo, tal que, no final do período, se esteja tão bem quanto no início. De novo, renda pressupõe a sustentabilidade (preservação) do *estoque* de capital. Portanto contabilizar como renda o consumo de capital (natural) é, implicitamente, assumir que o capital manufaturado (produzido) *substitui*, ao invés de complementar (sustentabilidade forte), o capital natural. Tanto quanto uma ilusão de prosperidade econômica, essa concepção “fraca” da sustentabilidade encerra um equívoco técnico (Green, 2000).

Contabilizar a venda de recursos naturais (liquidação ou consumo de capital natural) como “valor adicionado” infla erroneamente o produto bruto (El Serafy, 1997). É como se se tratasse como bem final todo o produto, tenha sido ele gerado para reposição ou acumulação. Matematicamente:

$$PNL = PNB - (D + R) ,$$

Equação 1

onde: PNL = Produto Nacional Líquido³; PNB = Produto Nacional Bruto³; D = depreciação do capital manufaturado; R = receitas líquidas (receita bruta – compras de bens e serviços necessários à extração do recurso) derivadas da venda do recurso (capital) natural⁴.

Desidiosamente, a Equação 1 não distingue entre regiões ou nações ricas em recursos naturais e outras onde eles sejam menos abundantes (Perman et al., 1996). Por exemplo, nos casos-limite teóricos em que $D = 0$ (nação ou região sem capital manufaturado, mas rica em capital natural) ou em que $R = 0$ (nação ou região rica em capital manufaturado mas pobre em capital natural), o PNL de uma e outra seria idêntico. Em resumo, a Equação 1 confunde renda (de capital natural) com consumo de capital (natural). Por isso deduz R , indiscriminadamente, do PNB.

O método do custo do usuário⁵ procura corrigir essa distorção. Segue o princípio de tratar os estoques de capital natural (não-produzidos) da mesma forma que os de capital manufaturado (produzidos). Portanto considera a depreciação dos estoques de capital (natural e produzido) como um custo de produção (bem intermediário) que deve ser compensado (reposição) através de uma fração do produto total gerado (Nordhaus e Tobin, 1973). A compensação (reposição) do capital consumido fica assegurada, à medida que se exclui das receitas anuais (R) resultantes das vendas desse produto um elemento de capital, o “custo do usuário” $(1 - X)$, que não representa valor adicionado, senão uma parcela que, separada e investida a uma taxa de retorno r , proporciona, *indefinidamente*⁶, um mesmo nível de “renda verdadeira” (X) (Perman et al., 1996; El Serafy, 1997; Motta e Ferraz, 1998).

Apesar dos ajustes patrimoniais em favor do proprietário de recursos naturais, o traço metodológico comum até aqui sempre remete à noção de “renda” enquanto *excedente*

³ No caso de uma indústria florestal específica, como a de produção de acácia-negra, analisada aqui, o termo “nacional”, usualmente atribuído ao produto agregado, deve ser trocado por “industrial”, sem perder, assim, a coerência com o conceito original de produto econômico.

⁴ R é a receita bruta da venda do recurso *menos* as compras correntes de bens e serviços requeridos para extrair o recurso (Perman et al., 1996, p. 368). “... R is gross revenues from the sale of the resource *less* purchases of current goods and services required to extract the resource.”

⁵ Torras (2000); Perman et al. (1996). Vincent e Hartwick (1998) preferem evitar a expressão “custo do usuário” e substituí-la por “método de El Serafy”. Segundo os economistas de recursos naturais, o “custo do usuário” refere-se, antes, ao valor descontado (valor presente) da renda marginal futura que é perdida com a extração, no período corrente, de cada unidade adicional de recurso.

⁶ Matematicamente falando, X representa uma série *infinita*; R , uma série *finita* dos valores presentes dos rendimentos associados a um recurso natural finito. Em linguagem matemática, série corresponde à soma dos termos de uma seqüência. Por exemplo, o conjunto de números inteiros $\{1, 2, 3\}$ constitui uma seqüência; a soma $S_{n=3} = 1 + 2 + 3 = 6$ deles é uma série finita (Weber, 1977). Algebricamente (Motta e Ferraz, 1998):

$$R_t + \frac{1}{(1+r)} R_{t+1} + \dots + \frac{1}{(1+r)^T} R_{t+T} = X + \frac{1}{(1+r)} X + \dots + \frac{1}{(1+r)^\infty} X$$

Supõe-se, para efeito de simplificação, que $R_t = p_t q_t - C(q_t)$ é constante, tal que $R_t = R_{t+1} = \dots = R_{t+T} = R$, onde p_t = preço de mercado por unidade extraída do recurso no período t ; q_t = quantidade extraída do recurso no período t ; $C(q_t)$ = custo de extração do recurso no período t . Então $R - X$ dá a medida da depreciação (ou *acumulação líquida*) do recurso natural.

resultante da exploração de recursos naturais finitos (exauríveis) (El Serafy, 1997). O princípio básico é manter esse excedente, ainda que o transfigurando, por exemplo, de capital natural em capital financeiro. O *equilíbrio patrimonial fundamental* (acumulação líquida) é verificado pela diferença entre duas forças opostas: o valor presente (descontado) da corrente de rendas futuras, que aumenta o valor patrimonial, e a realização da renda corrente do recurso (venda), que diminui o valor patrimonial (Vincent e Hartwick, 1998). Mas o que se quer sustentar, no fundo, são os *fluxos* de rendimentos (sustentabilidade fraca); não os *estoques* ambientais que efetivamente asseguram esses fluxos (sustentabilidade forte) (El Serafy, 1997).

A raiz desse dissenso remonta aos primórdios da economia, quando se distinguiu a terra (e os demais recursos naturais) do capital produzido. Desde então, a renda (*rent*) transformou-se numa categoria diferente das de outras formas de rendimento (*income*). Com o tempo, o pressuposto original da indestrutibilidade da base da renda acabou sendo substituído pelo da “exaustão”, pois havia uma dificuldade prática em separar os retornos advindos das propriedades indestrutíveis do recurso natural daqueles advindos de suas propriedades destrutíveis. Além do mais, sua exploração econômica intensiva não seria racionalmente justificável, se a base da renda fosse perpétua (Gray, 1914). Conviria utilizar mais contidamente o recurso no presente. Todavia, diante da exaustão, a “renda” seria o pagamento por preveni-la. Senão o recurso seria considerado inesgotável. Pereceria, então, mais pelo não-uso do que pelo uso (Gray, 1914). E, uma vez mais, seria racional explorá-lo, convertendo, através da comercialização, seu produto em fonte de renda corrente.

Em todo caso, elevações de preço determinarão sua exploração imediata. Primeiro porque o proprietário do recurso está, em dado período de tempo, sujeito a retornos decrescentes de escala. A exploração intensiva do recurso implica mais investimento; por conseguinte maiores despesas por unidade explorada. Racionalmente, então, o proprietário considerará a possibilidade de postergar a exploração. O custo de trocar valor de uso presente por valor de uso futuro define uma taxa de juros (se o sentido é do presente para o futuro) ou de desconto (se o sentido é do futuro para o presente). Quanto maior o desconto sobre o futuro, mais vantajosa tende a ser a exploração imediata e intensiva do recurso. Por isso é que os “conservacionistas” suspeitam de que a análise da escassez em economia é, no fundo, empregada para justificar elevadas taxas de exploração econômica.

Mesmo sendo abundante, o recurso logo se tornará escasso, até extinguir-se completamente junto com a renda, tomada como “excedente”. Não fosse o pressuposto da exaustão, no entanto, a renda sobreviria, antes, da escassez crescente do recurso. Denunciaria,

sintomaticamente, o consumo crescente desse bem (ou serviço) rumo ao desgaste e ao desaparecimento. Pois, verdadeiramente, no que diz respeito aos recursos naturais, a renda não resulta da produção, senão do *consumo*.

Tipicamente, é improvável que a atividade florestal seja bem mensurada através de uma conta genuinamente de produção como o PIB ou PNB. Muitos serviços da floresta, como proteção do lençol freático ou prevenção da erosão do solo, não passam pelo mercado, embora efetivamente determinem o desempenho de muitas indústrias e setores de atividade (Vincent e Hartwick, 1998). Por outro lado, os preços de mercado permitem agregar todas as formas de capital (natural e manufaturado), pressupondo que seus componentes sejam *substitutos* entre si — como no paradigma da sustentabilidade fraca (Victor, 2005). Por isso não se deve esperar da “contabilidade natural” uma panacéia para os problemas ambientais. As contas nacionais são um instrumento essencialmente econômico. Logo o registro da deterioração ambiental nas contas nacionais não é possível. Mas, uma vez que elas a “internalizem” como um custo adicional de produção, refletirão, nos preços e quantidades utilizados para calcular o PIB/PNB, que os serviços ambientais não são gratuitos (El Serafy, 1997).

Para efeitos de simplificação, considera-se, neste estudo, que o produto natural líquido (benefício – custo) ou acumulação líquida da atividade florestal depende de dois ativos essenciais do capital natural: madeira e solo⁷. Tanto um quanto outro envolvem a absorção de *nutrientes* originariamente disponíveis no solo. Assim, os nutrientes ligam o produto final da atividade florestal (madeira e casca, neste caso) aos insumos necessários para obtê-lo (nutrientes contidos no solo). Daquele, provêm as receitas do setor; destes, os custos. A diferença entre umas e outros é o que se denomina de “produto natural líquido”. Para ressaltar o papel dos nutrientes num sentido (geração do benefício) e noutro (custo de produção), distingue-se o capital natural em três contas fundamentais:

- a) Conta da madeira;
- b) Conta de nutrientes;
- c) Conta do solo.

A contabilidade natural aqui se restringirá ao valor econômico de uso do recurso natural (floresta, solo e seus nutrientes). Todavia outros valores, não-monetários, estão ou podem estar envolvidos também. Numa taxonomia mais monetária, contudo, Pearce e Moran (1994) propõem que:

$$VET = VU + VNU$$

⁷ A água não está sendo considerada aqui. Poderia sê-lo, no sentido de que um solo degradado não retém a água da chuva. Antes, favorece a erosão hídrica, que arrasta consigo porções de solo e água, as quais, do contrário, permaneceriam no terreno da floresta e contribuiriam para o desenvolvimento das árvores.

$$VU = VUD + VUI + VO$$

$$VNU = VL + VX$$

Onde: VET = valor econômico total; VU = valor de uso; VNU = valor de não-uso; VUD = valor de uso direto (*e.g.*, pesca, extração de madeira); VUI = valor de uso indireto (benefícios resultantes de funções/serviços dos ecossistemas); VO = valor de opção ou valor de seguro pago por um recurso, em virtude da opção de utilizá-lo numa data futura; VL = valor de legado (benefício que o recurso proporcionará aos demais indivíduos no futuro); VX = valor de existência (derivado da simples existência de qualquer riqueza específica). O VNU é especialmente problemático de mensurar. A contabilidade desenvolvida vai-se concentrar no VU e estimá-lo, direta ou indiretamente, desde uma perspectiva estritamente monetária, através de valores de mercado.

01 Contas da madeira

Esta conta registra o benefício resultante da exploração florestal. Toma-se como base um povoamento estatisticamente representativo de acácia-negra aos 8 anos de idade — quando, em média, se atingem as condições ótimas de corte no Brasil (Embrapa Florestas, 2003). O volume anual de madeira e casca extraído indica a variação do estoque desses produtos efetivamente ocorrida ao longo do período. A variação do estoque multiplicada pelos preços de mercado vigentes da madeira e da casca fornece uma estimativa da variação patrimonial em termos de VUD do capital natural.

Esse procedimento obedece à regra contábil para estoques, recomendada por El Serafy (1997). Ao observá-la, os estoques (de capital natural) são considerados apenas enquanto “estoques de trabalho” (*working stocks*). Quer dizer, somente as variações de estoque verificadas *durante* o período contábil analisado é que precisam ser avaliadas. Para incorporá-las às contas de fluxo, avaliam-se-nas ao preço de final de período. Quando, em vez disso, as *variações* de preço ocorridas durante o percurso são empregadas para reavaliar o valor da *totalidade* dos estoques, tenham sido eles utilizados ou não, as contas de fluxo resultam prejudicadas. Com efeito, comunicarão pouca sabedoria ambiental e, menos ainda, econômica.

02 Contas de nutrientes

No caso específico da extração florestal, a conta de nutrientes reveste-se de uma incontornável ambiguidade. Por um lado, liga-se às contas da madeira, uma vez que parte dos

nutrientes contidos no solo é absorvida pela árvore e encontra-se, por assim dizer, “cristalizada” em seu lenho (tronco e casca)⁸. Logo o volume de madeira e casca extraído (produzido) em dado período informa sobre a perda de macro e micronutrientes que a árvore retira do solo para armazenar no lenho. Por outro lado, essa absorção se dá através das raízes. Em contato direto com o solo, elas os assimilam conforme a disponibilidade deles ali. Portanto solos empobrecidos pela erosão, por exemplo, fornecerão menos nutrientes para a planta através das raízes.

As contas de nutrientes foram subdivididas em:

- a) Contas de macronutrientes: N, P, K;
- b) Contas de micronutrientes: B, Cu, Fe, Mn, Zn.

A distribuição desses nutrientes, por sua vez, foi estratificada em “madeira”, “casca” e “solo”.

O conteúdo de nutrientes no solo, estimado por Barichello (2003), é a base para calcular a perda desses elementos provocada pela erosão do solo. Esse ponto é aprofundado a seguir, na descrição da conta do solo.

Para o conteúdo de nutrientes na madeira e na casca, tomaram-se os valores fornecidos por Barichello (2003) em g/kg. A quantidade anual de madeira (em m³) e casca (em t)⁹ extraída foi obtida a partir de estatísticas da Embrapa Florestas (2003). O conteúdo de nutrientes em cada um dos produtos (madeira e casca) foi calculado multiplicando-se as estimativas de Barichello (2003), em g/kg, pelas quantidades extraídas, tais como fornecidas pela Embrapa Florestas (2003), mas convertidas para kg.

Os preços dos macronutrientes foram extraídos de Azevedo et al. (2001); os dos micronutrientes, do “Anuário Mineral Brasileiro” (MME, 2001 e 2004). Como os valores em reais (R\$) foram convertidos para dólares norte-americanos (US\$), não há necessidade de corrigi-los por meio do emprego de deflatores. Adicionalmente, como nem todos os elementos são produzidos no RS, nem sempre se dispunha dos preços respectivos no estado. Nesse caso, adotou-se o preço correspondente à média nacional pago por tonelada de mineral.

⁸ Galhos não são considerados aqui, porque o valor comercial mais expressivo da acácia-negra reside na madeira (produção de celulose, lenha para combustível, carvão e madeira aglomerada) e na casca (produção de ácido tânico, empregado como elemento de curtimento).

⁹ A conversão do volume de madeira extraído em m³ para kg foi feita multiplicando-se o volume total extraído no estado, no período, pela densidade básica da madeira, em kg/m³, para a acácia-negra. A densidade básica utilizada foi 610 kg/m³. Mais simplesmente, para a conversão das toneladas métricas (t), empregadas na comercialização da casca, em kg, basta multiplicar a quantidade de casca produzida no estado, durante o período, por mil.

03 Contas do solo

As contas do solo consideram a depredação do recurso a partir das perdas de nutrientes ou do empobrecimento mineral do solo. Esse desgaste é traduzido monetariamente, de maneira *indireta* (VUI), e comunica, com mais eloquência, o benefício perdido, em termos de produtividade, associado à deficiência nutricional do substrato. Como, ainda, a produtividade (benefício) e a erosão do solo (custo) estão relacionadas às técnicas de manejo culturais, dois tratamentos usuais, descritos por Silva (1997), foram comparados: a) T1 – mais agressivo, por empregar a queima dos resíduos da colheita florestal; b) T2 – mais conservacionista, por manter os resíduos da colheita no chão da floresta.

No caso do solo, o valor da depreciação pode ser aproximado pelo preço de mercado (extraído das mesmas fontes utilizadas nas contas de nutrientes) a que são vendidos os nutrientes considerados fundamentais à sua fertilidade (neste caso, os macronutrientes, N, P, K — nitrogênio, fósforo e potássio — e os micronutrientes, Cu, Fe, Mn, Zn — cobre, ferro, manganês e zinco). Entretanto muitos outros fatores, para os quais não existem mercados (nem, por conseguinte, preços), concorrem para determinar a fertilidade do solo — a qual constitui apenas um dos serviços ambientais associados à conservação do solo¹⁰. Além do mais, a reposição artificial dos nutrientes naturais perdidos não é completamente eficaz. Dificilmente se recupera integralmente a fertilidade natural do solo. Isso, contudo, será abstraído aqui.

Da mesma forma, oportunamente se abstraem certas ocorrências fortemente localizadas (*e.g.*, declividade e comprimento do declive) que se verificam no solo e que desautorizam a descrevê-lo por meio de valores médios¹¹. Apesar do caráter altamente

¹⁰ Evidentemente, há muitos outros serviços relacionados a um solo bem-conservado: *e.g.*, retenção de umidade, porosidade, manutenção do lençol freático e das fontes de água potável, resistência à erosão, retenção de carbono atmosférico, controle natural dos processos de assoreamento etc.

¹¹ É muito complicado obter estimativas, ainda que rudimentares, da perda de solo provocada pela intervenção humana (antrópica) em áreas cobertas — natural ou artificialmente — por vegetação. O solo representa um compartimento altamente segmentado. Alterações localizadas, ainda que pequenas, em variáveis como declividade (*S*), comprimento do declive (*L*), práticas conservacionistas (*P*), uso e manejo (*C*), erosividade (*R*) e erodibilidade (*K*) afetam fortemente a quantidade de solo perdida (*A*) através da erosão hídrica. Embora a “equação universal da erosão do solo”, ou USLE [$A = K R C P L S$], proposta por W. H. Wischmeier, em 1959, destine-se a estimar essa perda no longo prazo, em termos anuais, áreas com características fisiográficas diferentes representam novas condições; portanto novos resultados (Margolis et al., 1985). Nessa equação, *LS* é denominado “fator topográfico” e é dado pela seguinte expressão: $LS = (\sqrt{L} / 100)(1,36 + 0,97 S + 0,1385 S^2)$; *R*, ou “fator erosividade da chuva” (em MJ.ha), é o produto da energia cinética total da chuva por sua intensidade máxima durante 30 minutos (EI_{30}); portanto varia de região para região, de uma época para outra, conforme o regime e a intensidade das chuvas; *K* exprime a capacidade do solo para resistir à erosão provocada pela chuva e é descrito em termos de intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico, com declividade de 9% e comprimento de rampa de 25 metros, mantido sem cobertura, mas submetido aos tratos culturais normais (Bertonni et al., 1975). Assim, é de se esperar que, quanto maior a escala em que o fenômeno da erosão hídrica é tratado, maior seja a heterogeneidade dos solos; por conseguinte maior a imprecisão da estimativa de perda.

compartimentado, segmentado e heterogêneo do solo, a área plantada no RS (em ha), fornecida pela empresa Seta S.A. (2004), foi utilizada para extrapolar, para o estado, a perda de solo (em kg/ha) encontrada por Silva (1997) num povoamento experimental de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) em Santa Maria (RS). Embora precária, essa extrapolação assume que, por se tratar de uma monocultura florestal (*plantation*), a acácia-negra desenvolve-se em condições fisiográficas semelhantes. Portanto deve estar sujeita a regimes de chuva, condições de solo e topografia similares.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A contabilidade natural é, a seguir, aplicada a um setor florestal específico — o de produção de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) — no RS. Restringe-se a um único período (ano), com base nas estatísticas de produção anual (madeira e casca) fornecidas pela Embrapa Florestas (2003).

O “produto natural líquido” (PNL) é calculado deduzindo-se do valor bruto da produção do setor apenas o consumo de capital natural, representado pelas contas da madeira, de nutrientes e do solo. A depreciação do capital manufaturado (máquinas, equipamentos e instalações) não é, por ora, considerada. Embora a taxa anual de depreciação de máquinas, equipamentos e instalações seja estimada em 4% (Aracruz Celulose S. A., 2004), o valor desse ativo imobilizado varia de empresa para empresa¹². Assim, os resultados da Tabela 1 encontram-se subestimados. Não obstante já conseguem traduzir ganhos ou benefícios econômicos distintos (menores) dos que seriam esperados na ausência de uma contabilidade ambiental.

No que diz respeito às contas de solo, a discrepância aumenta, quando se comparam técnicas diferentes de manejo da acácia-negra. Corte raso seguido de queimada (T1) determina perdas de solo maiores (em kg/ha) do que corte raso seguido da disposição no sítio dos resíduos da colheita florestal (T2). Por conseguinte T1 implica reduções mais acentuadas do conteúdo (em kg) de macro e micronutrientes no solo (comparar colunas E e F da Tabela 1).

¹² O da Aracruz Celulose S. A., por exemplo, em 31/03/2004, era de R\$ 5.113.691.000; em 31/12/2003, de R\$ 4.724.365.000. O da Klabin S. A., em 31/12/2003, de R\$ 1.767.542.000 (Klabin S. A. e Klabin S. A. e Controladas, 2003). O da Ripasa S. A. Celulose e Papel, na mesma data, somava R\$ 1.906.322.000, com uma depreciação acumulada de R\$ 866.934.000 — o que implica uma taxa anual de depreciação do capital permanente imobilizado (capital manufaturado) de 45,5%. Entretanto, em média, as taxas anuais de depreciação utilizadas pela Ripasa são, respectivamente, de 4%, para edificações, e 13%, para equipamentos e instalações industriais (Ripasa S. A. Celulose e Papel e Ripasa S. A. Celulose e Papel e Empresas Controladas, 2004).

Monetariamente falando, T1 resulta numa perda de quase US\$ 950 mil, ao passo que, com T2, esse custo se reduz para pouco mais de US\$ 3,5 mil. No que se refere às contas da madeira, o conteúdo de nutrientes no lenho (madeira e casca) mantém-se inalterado — ao menos durante um único período. Logo a perda monetária devida à absorção de nutrientes pela madeira e casca produzidas gira em torno de, respectivamente, US\$ 18 milhões e US\$ 600 mil. Note-se que o PNL (cerca de US\$ 26 milhões para T1 e US\$ 27 milhões para T2) pode-se tornar ainda menor, caso a produção (de madeira e casca) não seja completamente vendida aos preços vigentes correspondentes, ou caso o seja a preços menores que os de referência. Por fim, a diferença de quase US\$ 1 milhão em favor do PNL de T2 demonstra que técnicas de manejo capazes de conservar melhor o solo e sua fertilidade são decisivas para os ganhos financeiros do setor.

Em análise de investimentos, a razão receita-custo (ou benefício-custo) costuma ser um dos critérios de decisão adotados. Para o caso da acácia-negra, por exemplo, Graça et al. (2000) encontraram um coeficiente de 17,2. Quer dizer, a receita derivada da produção de acácia-negra corresponderia a mais de 17 vezes os custos da atividade. Afora a depreciação do capital manufaturado, a última linha da Tabela 1 e da Tabela 2 sugere, no entanto, que a proporção talvez seja outra, se se tomar em conta o consumo (depreciação) do capital natural envolvido.

Práticas de manejo mais agressivas, como T1, comprimem a razão receita-custo. Outras menos, como T2, elevam-na. Comparativamente ao valor da razão receita-custo encontrado por Graça et al. (2000), os da Tabela 1 e Tabela 2 são cerca de 7 vezes menor, tanto para T1 quanto para T2. Num e noutro caso, a receita não chega a 2,5 vezes os custos de depreciação do capital natural.

Tabela 1 – Produto natural líquido para a produção de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no RS

Table 1 – Net natural product of the production of black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.) in RS

| KN (Capital Nat.) | | Qtd. Disponível | | | Q _{KN} | ΔQ _{KN SOLO} (kg) ¹ | | ΔQ _{KN MADEIRA} (kg) ² | | Preço unit ³ . | Densid. | Valor (US\$) = ΔQ*(J) | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------|----------|-----------------|---|----------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|--------------------------|----------------|--------------|
| | | Madeira (A) | Casca (B) | Solo (C) | | T1 (E)= (D) _{T1} (L)(C) | T2 (F)= (D) _{T2} (L)(C) | Madeira (G)=(I)(K)(A) | Casca (H)=(B)*44.10 ⁶ | | | ΔQ _{EXTR.} (I) | (US\$) (J) | (kg/m ³) (K) | T1 | T2 |
| PRODUTOS | | g/kg | g/kg | g/kg | (D) | (D) _{T1} (L)(C) | (C) | (G)=(I)(K)(A) | (H)=(B)*44.10 ⁶ | (I) | (J) | (K) | | | | |
| INSUMOS | | g/kg | g/kg | g/kg | (D) | (D) _{T1} (L)(C) | (C) | (G)=(I)(K)(A) | (H)=(B)*44.10 ⁶ | (I) | (J) | (K) | | | | |
| I) MADEIRA | VBP | | | | | | | | | | | | 46.663.680,00 | 46.663.680,00 | 43.200.000,00 | 3.463.680,00 |
| Madeira (m³) | | | | | | | | -2.196.000.000 | | 3600000 | 12,00 ⁴ | 610 | 43.200.000,00 | 43.200.000,00 | 43.200.000,00 | |
| Casca (t) | | | | | | | | -44000000 | | 44000 | 78,72 ⁵ | | 3.463.680,00 | 3.463.680,00 | | 3.463.680,00 |
| II) NUTRIENTES ⁶ | | | | | | | | | | | (US\$/kg) | | | | -18.334.579,27 | -616.796,63 |
| Macronutrientes | | | | | | | | | | | | | -932.993,40 | -3.593,20 | -18.253.719,23 | -612.989,69 |
| | N | 2,10 | 10,32 | 1,31 | | -1565363,54 | -6028,62 | -4611600,00 | -454080,00 | | 0,54293 | | -849.882,83 | -3.273,12 | -2.503.775,99 | -246.533,65 |
| | P | 0,08 | 0,24 | 0,0085 | | -10156,94 | -39,12 | -175680,00 | -10560,00 | | 1,11111 | | -11.285,48 | -43,46 | -95.381,94 | -5.733,34 |
| | K | 13,13 | 15,10 | 0,12 | | -143392,08 | -552,24 | -28833480,00 | -664400,00 | | 0,50090 | | -71.825,09 | -276,62 | -15.654.561,30 | -360.722,69 |
| Micronutrientes | | | | | | | | | | | | | -11.029,23 | -42,48 | -80.860,04 | -3.806,94 |
| | B | 0,02494 | 0,05741 | — | | — | — | -54768,24 | -2526,04 | | 0,134478 | | — | — | -29.735,32 | -1.371,46 |
| | Cu ⁷ | 0,00092 | 0,00149 | 0,00147 | | -1672,91 | -6,44 | -2020,32 | -65,56 | | 2,775360 | | -4.642,92 | -17,88 | -1.096,89 | -35,59 |
| | Fe | 0,02471 | 0,06514 | 0,09071 | | -413447,16 | -1592,29 | -54263,16 | -2866,16 | | 0,011583 | | -4.789,14 | -18,44 | -29.461,10 | -1.556,12 |
| | Mn | 0,01379 | 0,02843 | 0,01834 | | -13861,23 | -53,38 | -30282,84 | -1250,92 | | 0,044099 | | -611,27 | -2,35 | -16.441,46 | -679,16 |
| | Zn ⁷ | 0,00346 | 0,00689 | 0,00457 | | -955,95 | -3,68 | -7598,16 | -303,16 | | 1,031340 | | -985,91 | -3,80 | -4.125,27 | -164,59 |
| III)SOLO (ha) ⁸ (L) | | | | | 130000 | | | | | | | | -944.022,63 | -3.635,68 | | |
| T1 (kg/ha) ⁹ | | | | | -9191,80 | -1194934000 | | | | | | | | | | |
| T2 (kg/ha) ⁹ | | | | | -35,40 | -4602000 | | | | | | | | | | |
| PNL | I – (II + III) | | | | | | | | | | | | 26.768.281,48 | 27.708.668,43 | | |
| Razão R/C ¹⁰ | I/ - (II + III) | | | | | | | | | | | | 2,3455 | 2,4618 | | |

(1) Tomados apenas os solos à profundidade de 0 a 20 cm, onde se verificaram as maiores perdas. (2) O sinal negativo reflete a perda de nutrientes embutida na madeira e na casca extraídas. (3) Fontes: NPK (Azevedo et al., 2001); micronutrientes (MME, 2001). (4) Fonte: Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul (1995). (5) Projeção em média geométrica feita a partir de série histórica de preços fornecida por Embrapa Florestas (2003). (6) Fonte: Barichello (1995). (7) Fonte: MME (2004). (8) Fonte: Seta S. A. (9) T1 = tratamento com corte raso seguido da queima dos resíduos da colheita florestal; T2 = corte raso com disposição (“enleiramento”) dos resíduos da colheita florestal. Fonte: Silva (1997). (10) Razão Receita/Custo. Neste caso, trata-se do VBP/Depreciação do KN.

Tabela 2 – Razão receita-custo de depreciação do capital natural na produção de acácia-negra*Table 2 – Revenue to natural capital depletion ratio in the production of black wattle*

| | Práticas de manejo | |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| | T1 | T2 |
| A – RECEITA | 46.663.680,00 | 46.663.680,00 |
| VBP (em US\$) | 46.663.680,00 | 46.663.680,00 |
| B – CUSTOS (= B1 + B2) | 19.895.398,52 | 18.955.011,57 |
| B.1 – NUTRIENTES (em US\$) | 18.951.375,89 | 18.951.375,89 |
| Madeira (em US\$) | 18.334.579,27 | 18.334.579,27 |
| Casca (em US\$) | 616.796,63 | 616.796,63 |
| B.2 – SOLO (em US\$)* | 944.022,63 | 3.635,68 |
| Razão A/B | 2,3455 | 2,4618 |

(*) Solos apenas à profundidade de 0 a 20 cm, onde as perdas foram maiores.

A Tabela 1 e a Tabela 2 denotam o PNL total do setor extrativo de acácia-negra em termos agregados. Toda agregação implica, contudo, uma aproximação, por vezes grosseira, baseada em extrapolações de alguns valores médios sujeitos a grandes dispersões locais. Esses desvios extremos (*outliers*) podem distorcer, positiva ou negativamente, o valor de receitas (benefícios) e custos, desse modo, superestimando-os ou subestimando-os.

Uma maneira que os economistas encontraram para avaliar essas distorções de escala é calcular benefícios e custos em termos *médios*. Isto é, por unidade de insumo empregado no processo de produção. No caso do setor florestal, o insumo básico de produção é a área de terra (medida em hectares). Portanto trata-se de obter o produto *médio* natural líquido (PMNL = receitas de extração – custos da depreciação do solo e consumo de nutrientes) em \$/ha.

A fim de extrapolar os resultados para todo o setor extrativo de acácia-negra, tomam-se aqui certos indicadores florestais (índice de sítio¹³, espaço vital¹⁴, idade do povoamento e alguns parâmetros dendrométricos, como volume de madeira sem casca, em m³/ha; densidade básica da madeira, em kg/m³; e peso de casca verde, em kg/ha) num povoamento ideal, estatisticamente representativo da população de florestas da espécie. Todos esses dados foram obtidos de tabelas de crescimento e produção de madeira e casca de *Acacia mearnsii*, elaboradas por Schneider et al. (2000).

A Tabela 3 estima o custo total médio, em US\$/ha, decorrente das perdas de solo e de seus nutrientes. Em comparação com os custos médios, dispostos na Tabela 4 e na Tabela 5, para

¹³ “Representa a qualidade do sítio em valor absoluto de altura dominante tomado na idade de referência.” (Schneider et al., 2000, p. 33).

¹⁴ Espaçamento inicial de implantação do povoamento.

madeira e casca (verde), num povoamento típico aos 8 anos de idade, os custos médios da depredação do solo são bastante reduzidos. Em torno de US\$ 7 por hectare para a prática agressiva T1 e apenas US\$ 0,03 por hectare para a prática conservacionista T2.

É interessante notar ainda que o custo médio da perda de nutrientes na madeira e na casca varia inversamente com o espaço vital e diretamente com o índice de sítio. Para povoamentos equiâneos de acácia-negra (neste caso, aos 8 anos de idade), essa relação indica que a exportação ou perda de nutrientes através do comércio de madeira e casca tende a ser mais acentuada quanto menor o espaçamento entre as árvores e quanto melhor a qualidade do sítio (conforme definido na nota 13).

Por outro lado, os produtos médios da madeira e da casca crescem com a redução do espaço vital e com a elevação do índice de sítio. Desse modo, mais do que compensam os custos resultantes de espaços vitais menores e índices de sítio maiores. O resultado é que, independentemente da prática de manejo adotada (T1 ou T2), os PMNL da madeira e da casca serão sempre maiores com espaços vitais menores e índices de sítio maiores.

A razão receita-custo, de outra parte, não varia sensivelmente com esses parâmetros. Mantém-se, em todo caso, ao redor de 2,5 para a madeira. Para a casca, parece ser mais sensível às práticas de manejo. Gira em torno de 57, quando a técnica de manejo é T1, e de 58,5, quando a técnica de manejo é T2. A variabilidade da razão receita-custo, porém, é maior com T1.

Tabela 3 – Custo médio (em US\$/ha) das perdas de solo e de seus nutrientes

Table 3 – Average cost (in US\$/ha) of soil and its nutrients losses

| | | Práticas de Manejo | | Preço ² (US\$/kg) |
|---------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|
| | | T1 | T2 | |
| ΔQ (kg/ha) ¹ | | 9191,80 | 35,40 | |
| SOLO (US\$/ha) | | 7,26 | 0,03 | |
| Macronutrientes | (US\$/ha) | 7,17687 | 0,0276400 | |
| (kg/ha) ³ | N | 12,04126 | 0,0463740 | 0,54293 |
| | P | 0,078130 | 0,0003009 | 1,11111 |
| | K | 1,103016 | 0,0042480 | 0,50090 |
| Micronutrientes | (US\$/ha) | 0,08484 | 0,00032674 | |
| (kg/ha) ³ | Cu ⁴ | 0,012869 | 0,0000496 | 2,775360 |
| | Fe | 3,180363 | 0,0122484 | 0,011583 |
| | Mn | 0,106625 | 0,0004106 | 0,044099 |
| | Zn ⁴ | 0,007353 | 0,0000283 | 1,031340 |

(1) Valores estimados por Silva (1997). (2) Fontes: Azevedo et al. (2001); MME (2001). (3) Números obtidos a partir do produto dos valores da coluna (C) da Tabela 1, em g/kg, por ΔQ , em kg/ha, para T1 e T2, a seu turno. O resultado, em g/ha, é multiplicado por 1×10^{-3} , para convertê-lo em kg/ha. Para cada nutriente, o valor resultante é, então, multiplicado por seu respectivo preço, em US\$/kg, na última coluna, obtendo-se, afinal, o custo, em US\$/ha. (4) Preços fornecidos pelo MME (2004).

Por fim, a Tabela 6 é o contraponto *microeconômico* (i. e., desagregado) da Tabela 1. Ao contrário desta, que reunia receitas (benefícios) e custos no agregado, aquela os dispõe em termos *médios* — i. e., por unidade do insumo variável terra (medida em hectares) — na microescala. Essa distinção é importante, pois os efeitos na macroescala não constituem um mero somatório de todos os impactos registrados na microescala.

Ao se tomarem separadamente os produtos da madeira e da casca, como o fazem, respectivamente, a Tabela 4 e a Tabela 5, a razão receita-custo de depredação do capital natural diverge daquela apresentada pela Tabela 1, no agregado. A divergência é discreta para a madeira (em torno de 2,5) e discrepante para a casca (57 a 58,5) — desde que se comparem esses valores com os 2,34 e 2,46 de antes, respectivamente para T1 e T2.

Adicionalmente, a Tabela 6 permite identificar para que índices de sítio (IS) e espaços vitais a razão R/C é maior. Contra-intuitivamente, a razão R/C é máxima num sítio de baixa qualidade (IS = 12), para um povoamento com espaço vital intermediário (4 m², numa escala com valores inteiros e discretos de 1 m² a 6 m², conforme os dados calculados por Schneider et al., 2000). Por outro lado, a razão R/C é mínima em sítios de elevada qualidade (IS = 20) e espaços vitais mais amplos (6 m²).

Para um mesmo IS, espaços vitais maiores reduzem as perdas de nutrientes — e vice-versa. Com efeito, povoamentos mais (menos) espaçados determinam uma baixa (alta) concentração de nutrientes por unidade de volume. Por outro lado, em um mesmo IS, espaços vitais maiores reduzem também as receitas médias por hectare, uma vez que a produtividade do sítio declina com o espaçamento. De maneira idêntica, para um mesmo espaço vital, tanto a produtividade (e as receitas médias por hectare) quanto as perdas de nutrientes se elevam junto com o IS.

Para cada IS, espaços vitais extremos ou elevam muito tanto receitas quanto custos (1 m²) ou rebaixam-nos em demasia (6 m²), a ponto de a maximização da razão R/C resultar comprometida. Assim, o consumo (ou depredação) de capital natural, em virtude da exportação excessiva de nutrientes embutidos na madeira e na casca, pode ser contido através da escolha de espaços vitais maiores. No entanto, embora se assegurem, desse modo, custos ambientais menores, as receitas aí serão também menores. Espaços vitais intermediários permitem elevar estas sem elevar demasiadamente aqueles. Notadamente nos piores sítios.

Tabela 4 – Produto médio natural líquido (PMNL) da madeira e razão receita-custo de depredação do capital natural num povoamento estatisticamente representativo de acácia-negra aos 8 anos de idade

Table 4 – Wood net average natural product and revenue to natural capital depletion cost ratio in a statistically representative stand of 8-year-old black wattle trees

| Espaço vital (m²) ¹ | | Índices de Sítio (IS) ¹ | | | | | | | | | Preço ² |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|--------------------|
| | | IS = 12 (Baixo) | | | IS = 16 (Médio) | | | IS = 20 (Elevado) | | | (US\$/m³) |
| | | 1 | 4 | 6 | 1 | 4 | 6 | 1 | 4 | 6 | (US\$/kg) |
| MADEIRA | Vol.s/casca (m³/ha) ¹ | 152,30 | 107,10 | 89,20 | 204,10 | 185,30 | 163,10 | 211,90 | 202,30 | 170,10 | |
| | Vol.s/casca (kg/ha) ³ | 92.903 | 65.331 | 54.412 | 124.501 | 113.033 | 99.491 | 129.259 | 123.403 | 103.761 | |
| | (A) Receita (US\$/ha) ⁴ | 1.827,60 | 1.285,20 | 1.070,40 | 2.449,20 | 2.223,60 | 1.957,20 | 2.542,80 | 2.427,60 | 2.041,20 | 12,00 |
| NUTRIENTES (B) | (US\$/ha) | 726,15 | 510,64 | 425,30 | 973,13 | 883,49 | 777,64 | 1.010,32 | 964,55 | 811,02 | |
| Macronutrientes | (US\$/ha) | 725,19 | 509,96 | 424,73 | 971,84 | 882,32 | 776,61 | 1.008,98 | 963,27 | 809,94 | |
| (kg/ha) ⁵ | N | 195,10 | 137,20 | 114,27 | 261,45 | 237,37 | 208,93 | 271,44 | 259,15 | 217,90 | 0,54293 |
| | P | 7,43 | 5,23 | 4,35 | 9,96 | 9,04 | 7,96 | 10,34 | 9,87 | 8,30 | 1,11111 |
| | K | 1219,82 | 857,80 | 714,43 | 1634,70 | 1484,12 | 1306,32 | 1697,17 | 1620,28 | 1362,38 | 0,50090 |
| Micronutrientes | (US\$/ha) | 0,96 | 0,68 | 0,56 | 1,29 | 1,17 | 1,03 | 1,34 | 1,28 | 1,08 | |
| (kg/ha) ⁵ | B | 2,31700082 | 1,62935514 | 1,35703528 | 3,10505494 | 2,81904302 | 2,48130554 | 3,22371946 | 3,07767082 | 2,58779934 | 0,134478 |
| | Cu ⁶ | 0,08547076 | 0,06010452 | 0,05005904 | 0,11454092 | 0,10399036 | 0,09153172 | 0,11891828 | 0,11353076 | 0,09546012 | 2,775360 |
| | Fe | 2,29563313 | 1,61432901 | 1,34452052 | 3,07641971 | 2,79304543 | 2,45842261 | 3,19398989 | 3,04928813 | 2,56393431 | 0,011583 |
| | Mn | 1,28113237 | 0,90091449 | 0,75034148 | 1,71686879 | 1,55872507 | 1,37198089 | 1,78248161 | 1,70172737 | 1,43086419 | 0,044099 |
| | Zn ⁶ | 0,32144438 | 0,22604526 | 0,18826552 | 0,43077346 | 0,39109418 | 0,34423886 | 0,44723614 | 0,42697438 | 0,35901306 | 1,031340 |
| SOLO ⁷ | (US\$/ha) | | | | | | | | | | |
| (C) T1 | | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | |
| (D) T2 | | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | |
| PMNL Madeira ⁸ | (US\$/ha) | | | | | | | | | | |
| (F) T1 | | 1.094,19 | 767,30 | 637,84 | 1.468,81 | 1.332,85 | 1.172,29 | 1.525,22 | 1.455,79 | 1.222,92 | |
| (G) T2 | | 1.101,42 | 774,53 | 645,08 | 1.476,04 | 1.340,08 | 1.179,53 | 1.532,45 | 1.463,03 | 1.230,15 | |
| Razão R/C ⁹ | T1 (H) | 2,4919 | 2,4815 | 2,4746 | 2,4982 | 2,4963 | 2,4935 | 2,4989 | 2,4980 | 2,4945 | |
| | T2 (I) | 2,5167 | 2,5167 | 2,5167 | 2,5168 | 2,5168 | 2,5167 | 2,5168 | 2,5168 | 2,5167 | |

(1) Valores fornecidos por Schneider et al. (2000). (2) Fonte: MME (2001) (em US\$/kg, para os minerais). (3) Volume sem casca, em m³/ha, multiplicado pela densidade básica da madeira de 610 kg/m³ (coluna K da Tabela 1). (4) O preço da madeira considerado é, conforme a Tabela 1, de US\$ 12/m³. (5) Números obtidos a partir do produto da coluna (A) da Tabela 1, em g/kg, pelo volume sem casca, em kg/ha. O resultado, em g/ha, é multiplicado por 1 x 10⁻³, para convertê-lo em kg/ha. Para cada nutriente, o valor resultante é, então, multiplicado por seu respectivo preço, em US\$/kg, na última coluna, obtendo-se, afinal, o custo, em US\$/ha. (6) Preços fornecidos por MME (2004). (7) T1 = tratamento com corte raso seguido da queima dos resíduos da colheita florestal; T2 = corte raso com disposição (“enleiramento”) dos resíduos da colheita florestal. Fonte: Silva (1997). (8) (F) = (A) – [(B) + (C)]; (G) = (A) – [(B) + (D)]. (9) (H) = (A)/ [(B) + (C)]; (I) = (A)/[(B) + (D)].

Tabela 5 – Produto médio natural líquido (PMNL) da casca verde e razão receita-custo de depredação do capital natural num povoamento estatisticamente representativo de acácia-negra aos 8 anos de idade

Table 5 – Fresh bark net average natural product and revenue to natural capital depletion cost ratio in a statistically representative stand of 8-year-old black wattle trees

| | | Índices de Sítio (IS) ¹ | | | | | | | | | Preço ² (US\$/kg) |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|---------------------------------|
| | | IS = 12 (Baixo) | | | IS = 16 (Médio) | | | IS = 20 (Elevado) | | | |
| | | 1 | 4 | 6 | 1 | 4 | 6 | 1 | 4 | 6 | |
| Espaço vital (m²) ¹ | | | | | | | | | | | |
| CASCA VERDE | Produção (kg/ha) ¹ | 27.983 | 20.134 | 16.646 | 37.653 | 33.641 | 29.303 | 38.698 | 36.473 | 30.359 | |
| | Receita (US\$/ha) | 22.028,22 | 15.849,48 | 13.103,73 | 29.640,44 | 26.482,20 | 23.067,32 | 30.463,07 | 28.711,55 | 23.898,60 | 0,78720 |
| NUTRIENTES | (US\$/ha) | 376,49 | 270,89 | 223,96 | 506,59 | 452,61 | 394,25 | 520,65 | 490,72 | 408,46 | |
| Macronutrientes | (US\$/ha) | 375,90 | 270,47 | 223,61 | 505,80 | 451,91 | 393,64 | 519,84 | 489,95 | 407,82 | |
| (kg/ha) ⁴ | N | 288,78 | 207,78 | 171,79 | 388,58 | 347,18 | 302,41 | 399,36 | 376,40 | 313,30 | 0,54293 |
| | P | 6,72 | 4,83 | 4,00 | 9,04 | 8,07 | 7,03 | 9,29 | 8,75 | 7,29 | 1,11111 |
| | K | 422,54 | 304,02 | 251,35 | 568,56 | 507,98 | 442,48 | 584,34 | 550,74 | 458,42 | 0,50090 |
| Micronutrientes | (US\$/ha) | 0,59 | 0,42 | 0,35 | 0,79 | 0,71 | 0,61 | 0,81 | 0,76 | 0,64 | |
| (kg/ha) ⁴ | B | 1,60650403 | 1,15589294 | 0,95564686 | 2,16165873 | 1,93132981 | 1,68228523 | 2,22165218 | 2,09391493 | 1,74291019 | 0,134478 |
| | Cu ⁵ | 0,04169467 | 0,02999966 | 0,02480254 | 0,05610297 | 0,05012509 | 0,04366147 | 0,05766002 | 0,05434477 | 0,04523491 | 2,775360 |
| | Fe | 1,82281262 | 1,31152876 | 1,08432044 | 2,45271642 | 2,19137474 | 1,90879742 | 2,52078772 | 2,37585122 | 1,97758526 | 0,011583 |
| | Mn | 0,79555669 | 0,57240962 | 0,47324578 | 1,07047479 | 0,95641363 | 0,83308429 | 1,10018414 | 1,03692739 | 0,86310637 | 0,044099 |
| | Zn ⁵ | 0,19280287 | 0,13872326 | 0,11469094 | 0,25942917 | 0,23178649 | 0,20189767 | 0,26662922 | 0,25129897 | 0,20917351 | 1,031340 |
| | | | | | | | | | | | |
| SOLO ⁶ | (US\$/ha) | | | | | | | | | | |
| (C) T1 | | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | |
| (D) T2 | | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | |
| PMNL Casca ⁷ | (US\$/ha) | | | | | | | | | | |
| (F) T1 | | 21.644,47 | 15.571,33 | 12.872,51 | 29.126,59 | 26.022,32 | 22.665,81 | 29.935,15 | 28.213,57 | 23.482,89 | |
| (G) T2 | | 21.651,70 | 15.578,57 | 12.879,74 | 29.133,82 | 26.029,55 | 22.673,04 | 29.942,38 | 28.220,80 | 23.490,12 | |
| Razão R/C ⁸ | T1 (H) | 57,4022 | 56,9818 | 56,6718 | 57,6825 | 57,5854 | 57,4511 | 57,7045 | 57,6561 | 57,4873 | |
| | T2 (I) | 58,5050 | 58,5033 | 58,5020 | 58,5061 | 58,5057 | 58,5052 | 58,5062 | 58,5060 | 58,5053 | |

(1) Valores fornecidos por Schneider et al. (2000). (2) Fonte: MME (2001). Preço da casca como indicado na Tabela 1. (3) Volume sem casca, em m³/ha, multiplicado pela densidade básica da madeira de 610 kg/m³ (coluna K da Tabela 1). (4) Números obtidos a partir do produto da coluna (B) da Tabela 1, em g/kg, pelo volume sem casca, em kg/ha. O resultado, em g/ha, é multiplicado por 1×10^{-3} , para convertê-lo em kg/ha. Para cada nutriente, o valor resultante é, então, multiplicado por seu respectivo preço, em US\$/kg, na última coluna, obtendo-se, afinal, o custo, em US\$/ha. (5) Preços fornecidos por MME (2004). (6) T1 = tratamento com corte raso seguido da queima dos resíduos da colheita florestal; T2 = corte raso com disposição (“enleiramento”) dos resíduos da colheita florestal. Fonte: Silva (1997). (7) (F) = (A) – [(B) + (C)]; (G) = (A) – [(B) + (D)]. (8) (H) = (A) / [(B) + (C)]; (I) = (A) / [(B) + (D)].

Tabela 6 – Produto médio natural líquido (PMNL) da madeira e da casca verde e razão receita-custo de depreciação do capital natural num povoamento estatisticamente representativo de acácia-negra aos 8 anos de idade

Table 6 – Wood and fresh bark net average natural product and revenue to natural capital depletion cost ratio in a statistically representative stand of 8-year-old black wattle trees

| | | Índice de Sítio (IS) | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | IS = 12 (Baixo) | | | IS = 16 (Médio) | | | IS = 20 (Elevado) | | |
| | Espaço vital (m²) | 1 | 4 | 6 | 1 | 4 | 6 | 1 | 4 | 6 |
| MAD. + CASCA VERDE (A) | (US\$/ha) | 23.855,82 | 17.134,68 | 14.174,13 | 32.089,64 | 28.705,80 | 25.024,52 | 33.005,87 | 31.139,15 | 25.939,80 |
| NUTRIENTES (B) | (US\$/ha) | 1.102,64 | 781,53 | 649,26 | 1.479,72 | 1.336,11 | 1.171,89 | 1.530,97 | 1.455,26 | 1.219,48 |
| SOLO (US\$/ha) | T1 (C) | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 7,26 |
| | T2 (D) | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| PMNL (US\$/ha) | T1 (E)=(A)-[B+C] | 22.745,91 | 16.345,89 | 13.517,61 | 30.602,66 | 27.362,43 | 23.845,37 | 31.467,63 | 29.676,62 | 24.713,07 |
| | T2 (F)=(A)-[B+D] | 22.753,15 | 16.353,13 | 13.524,85 | 30.609,89 | 27.369,66 | 23.852,60 | 31.474,87 | 29.683,85 | 24.720,30 |
| Razão R/C | T1 (G)=(A)/[B+C] | 21,49 | 21,72 | 21,59 | 21,58 | 21,37 | 21,22 | 21,46 | 21,29 | 21,15 |
| | T2 (H)=(A)/[B+D] | 21,63 | 21,92 | 21,83 | 21,69 | 21,48 | 21,35 | 21,56 | 21,40 | 21,27 |
| MAX | T1 | 21,72 | | | | | | | | |
| | T2 | 21,92 | | | | | | | | |
| MIN | T1 | 21,15 | | | | | | | | |
| | T2 | 21,27 | | | | | | | | |

Tabela 7 – Preços (em US\$/t) unitários da madeira (P_M) e da casca (P_C) dada a razão receita-custo (R/C) para os PMNL máximo e mínimo

Table 7 – Wood and bark unit prices (in US\$/t) for the maximum and minimum net average natural products, given the revenue to cost ratio (R/C)

| Table 1. PMNL R/C MAX and R/C MIN prices (in US\$/t) for the maximum and minimum nitrogen and phosphorus rates (in kg/ha) given the reference to cost and (IS) | | | | | | | |
|--|-----------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|----------------|------|-------------|
| PMNL R/C MAX | P _M ¹ | Q _M | CMN ² (US\$/ha) | P _c | Q _c | R/C | ΔP unitário |
| IS=12, Esp.vit.=4 | (US\$/t) | (t/ha) | (Nutr. + Solo) | (US\$/t) | (t/ha) | | |
| | (a)=(cf – de)/b | (b) | (c) | (d)=(cf – ab)/e | (e) | (f) | (US\$/t) |
| T1 | 173,95 | 65,331 | 788,79 | 78,72 | 27,983 | 17,2 | -154,28 |
| T2 | 172,05 | 65,331 | 781,56 | 78,72 | 27,983 | 17,2 | -152,38 |
| T1 | 19,67 | 65,331 | 788,79 | 438,92 | 27,983 | 17,2 | -360,20 |
| T2 | 19,67 | 65,331 | 781,56 | 434,47 | 27,983 | 17,2 | -355,75 |
| PMNL R/C MIN | | | | | | | |
| IS=20, Esp.vit=6 | | | | | | | |
| T1 | 180,32 | 103,761 | 1.226,74 | 78,72 | 30,359 | 17,2 | -160,65 |
| T2 | 179,12 | 103,761 | 1.219,51 | 78,72 | 30,359 | 17,2 | -159,45 |
| T1 | 19,67 | 103,761 | 1.226,74 | 627,79 | 30,359 | 17,2 | -549,07 |
| T2 | 19,67 | 103,761 | 1.219,51 | 623,69 | 30,359 | 17,2 | -544,97 |

(1) Cf. a Tabela 1, coluna J, o preço da madeira é US\$ 12/m³. Utilizando-se a densidade básica da madeira para a acácia-negra de 610 kg/m³, tem-se que há 610 x 10⁻³ t por m³ ou 0,61 t por m³. Se cada 1 m³ vale US\$ 12, e se cada 1 m³ de madeira pesa 0,61 t, então o preço pago por tonelada é US\$ 12/0,61 = US\$ 19,67. (2) Custo total médio natural.

A Tabela 7 seleciona os PMNL de razões R/C máxima e mínima e calcula os preços-limite (em US\$) a pagar por tonelada de madeira e casca, para que a razão receita-custo de 17,2, encontrada por Graça et al. (2000), se mantenha. Os preços-limite, por técnica de manejo, estão em negrito; os preços vigentes, não. A última coluna da Tabela 7 (ΔP) mostra a defasagem (em US\$), por unidade (t) de madeira (linhas superiores) e casca (linhas inferiores) comercializadas, entre estes e aqueles. Como se vê, os preços praticados pelo mercado são consideravelmente inferiores aos que seriam de se esperar.

Se uma tal discrepância de preços existe para uma razão receita-custo de 17,2, ela será tanto maior quanto mais elevada for essa razão. Logo, no longo prazo, isso significa uma descapitalização progressiva com a correspondente perda (não-compensada) de capital natural. A menos que os preços vigentes estejam compreendidos num intervalo compensatório. Para uma razão receita-custo de 17,2, esse domínio é definido pela Tabela 8, que simplesmente resume os resultados da Tabela 7:

Tabela 8 – Preços-limite compensatórios para madeira e casca de acácia-negra, segundo técnicas de manejo do solo e segundo uma razão receita-custo de 17,2

Table 8 – Compensating boundary prices for black wattle wood and bark, according to forest floor management techniques and to a revenue to cost ratio of as much as 17.2

| Manejo PMNL | T1 | | T2 | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| | R/C MÁX. | R/C MÍN. | R/C MÁX. | R/C MÍN. |
| Preços (US\$/t) | | | | |
| Madeira (P_M) | 173,95 | 180,32 | 172,05 | 179,12 |
| Casca (P_C) | 438,92 | 627,79 | 434,47 | 623,69 |

4 CONCLUSÕES

Apesar de não contemplar valores não-monetários, a contabilidade natural permite “internalizar” certas “externalidades” que, do contrário, permaneceriam menosprezadas no cálculo dos custos econômicos. A depredação do capital natural aponta para uma nova alocação de recursos produtivos e para um novo ímpeto na hora de tomar decisões de investimento e planejamento.

De um lado, os benefícios ou ganhos financeiros podem não ser tão vultosos; de outro, o desgaste das condições naturais de produção pode ser significativo e, ao longo do tempo, pode, até mesmo, comprometer tanto a produção quanto as receitas. Além do mais, como se demonstrou, o modo de produzir (técnicas de produção ou manejo) também exerce impacto sobre a maximização do produto líquido. Microeconomicamente, quando o dano ambiental é incorporado à contabilidade da empresa e traduzido em termos monetários, fica, como qualquer outro custo financeiro ou operacional, subordinado ao princípio da eficiência

econômica. Isto é, à minimização do custo para garantir o máximo resultado líquido (receitas – custos). Isso é tanto mais verdadeiro quanto mais estreitamente o setor de atividade se relaciona com sua base de recursos naturais.

Sem dúvida, o ponto nevrálgico deste estudo são as inter-relações da macro e da microescala. Se macroeconomicamente (Tabela 1) as práticas de manejo do solo revelaram-se decisivas para a diferença entre os PNL *agregados*, microeconomicamente isso não se verificou de forma substantiva para os PMNL. Nem para o da madeira (Tabela 4), nem para o da casca (Tabela 5), nem para o de ambos (Tabela 6).

O exame das razões receita-custo também permite verificar essas incongruências. Somente as razões receita-custo da madeira se aproximam daquelas obtidas para o agregado. As encontradas, na microescala, para a casca apenas (Tabela 5) e para ambos os produtos, madeira e casca (Tabela 6), tomados em conjunto, destoam completamente de seus valores na macroescala.

Apesar de tudo, isso não significa que a micro e a macroescala sigam trajetórias paralelas, sem que o curso de uma afete o da outra. Pelo contrário. A Tabela 7 e a Tabela 8 mostram que há sinais na microescala que precisam ser observados, para evitar danos exagerados na macroescala. Como se verificou para o caso da acácia-negra, a defasagem entre preços pagos e devidos (compensatórios) no mercado de madeira e casca denuncia que esses produtos são comercializados abaixo de seu valor real ou natural (no sentido de capital natural). Tais efeitos são exacerbados na macroescala, para o conjunto de produtores, determinando, no agregado, razões receita-custo bem inferiores àquelas encontradas, em termos médios, na microescala.

De resto, como se demonstrou para povoamentos de acácia-negra com 8 anos de idade, a contabilidade natural na microescala pode revelar resultados bastante contra-intuitivos. Em princípio, não parece haver muita racionalidade em se utilizarem os piores sítios (IS baixos) para produzir, por exemplo (ver razões R/C máximas na Tabela 6). Tampouco parece, à primeira vista, racional que o espaço vital seja tão determinante das mais baixas relações receita-custo, mesmo nos melhores sítios (ver razões R/C mínimas na Tabela 6).

Particularmente por razões dessa natureza é que a contabilidade ambiental, em combinação com certas tecnologias ou políticas ambientais, possibilita deslocar ou reavaliar escolhas produtivas. A Tabela 7 mostra que, do PMNL de R/C máxima ao de R/C mínima, o preço “ambiental” da casca é cerca de 2 a 3 vezes superior ao da madeira. Na certa, essa vantagem comparativa da casca deve ter inicialmente impulsionado o cultivo da acácia-negra no RS e restringido a exploração dessa espécie arbórea à extração de tanino (contido na

casca). No entanto a expansão do cultivo de acácia-negra deflagrada por esse produto certamente determinou, num primeiro momento, um aumento dos custos de exploração. Afinal, de acordo com Gray (1914), preços elevados estimulam tanto a exploração intensiva quanto imediata do recurso. No que tange ao capital natural, a intensidade da exploração se traduz pelas pressões por uma maior produtividade do sítio (IS mais elevados e espaços vitais menores) (ver Tabela 5).

O problema é que o conseqüente aumento de custos não pode ser repassado adiante, quando se trata de um mercado sujeito a forte competição, como o dos tanantes industriais. O resultado imediato é a enorme defasagem (cerca de US\$ 360/t) entre o preço de comercialização efetivo e o preço ambiental do bem (casca). A reboque disso, floresce a indústria de extração da madeira de acácia-negra. Em princípio, menos sujeito à competição externa (que recai sobre a madeira de outras espécies arbóreas), esse segmento, que, por isso, se diz produzir um bem do tipo “não-comercializável”, tem mais liberdade para repassar o incremento de custos deflagrado pelo setor produtor do bem “comercializável” (casca).

Possivelmente por esse motivo, a defasagem de preço seja menor (cerca de US\$ 150/t) para a madeira. Em resumo, a maior defasagem de preços na comercialização da casca da acácia-negra reduz a vantagem comparativa inicial desse produto. Com isso, cede-se espaço ao produto importado, e reduz-se o tamanho do setor de bens “comercializáveis” (casca de acácia-negra) comparativamente ao de bens “não-comercializáveis” (madeira de acácia-negra). Esse fenômeno é conhecido em economia como o “mal holandês” (Södersten e Reed, 1994; El Serafy, 1997).

Em sintonia com Heal e Kriström (2001), o “mal holandês” parece, de fato, sugerir que o aproveitamento econômico eficiente (ótimo) do recurso não necessariamente garante seu uso ecologicamente sustentável. A contabilidade ambiental não pode resolver diretamente esse problema ecológico (Hamilton e Lutz, 1996). Afinal, a contabilidade ambiental é mais importante para a política econômica que para a política ambiental (El Serafy, 1997). Todavia, quando as perdas decorrentes da erosão do solo e a exportação de seus nutrientes são avaliadas monetariamente, o declínio ambiental incorpora-se nas medições macroeconômicas como custo. Sinaliza-se, então, que os recursos naturais podem estar sendo vendidos abaixo de seu custo ambiental total.

Esses sinais indicam sua primazia e importância econômica relativa. Servem de alerta aos macroeconomistas (Hamilton e Lutz, 1996). Podem orientá-los no ajuste da taxa de câmbio real entre o preço dos bens não-comercializáveis e o preço dos bens comercializáveis (Södersten e Reed, 1994). Auxiliam-nos na correção do “mal holandês”, que descreve uma

disfunção econômica; não ambiental. Na pior das hipóteses, desestimulam a superexploração dos recursos naturais (aumento das taxas de extração), que tem lugar para compensar as perdas econômicas impostas por seus preços estrategicamente rebaixados no mercado internacional (El Serafy, 1997).

Por fim, há uma evidente falta de consenso metodológico acerca de como medir o capital natural nas contas nacionais. Victor (2005) desautoriza que se amolde o conceito de capital à natureza e ao meio ambiente. Enquanto equipamentos e instalações (ativos produzidos ou manufaturados) podem ser expandidos ou diminuídos conforme a vontade do produtor, os limites, irreversibilidades, complexidades e retroalimentações dos bens e serviços da natureza (ativos não-produzidos ou naturais) não. Ainda assim, a prática tem provado que a maneira mais fácil de realizar a contabilidade ambiental é a partir da avaliação de ativos naturais que possuam algum tipo de preço de mercado direto ou indireto (Huhtala et al., 2001).

6 Referências bibliográficas

- Aracruz Celulose S. A. *Resultados de 2004: primeiro trimestre*. (disponível em <http://www.aracruz.com.br/shared/ri/1q2004prpor.pdf>)
- Asheim, G. B. Green national accounting: why and how? *Environment and Development Economics*, 5: 25-48, 2000.
- Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul. 101ª. Sessão Ordinária. Porto Alegre, 9 nov. 1995. (disponível em <http://www.al.rs.gov.br/plen/SessoesPlenarias/49/1995/951109.htm>)
- Azevedo, J., Silva Filho, E. V., Damasceno, R. N. Valor agrícola e comercial do composto orgânico de resíduos sólidos urbanos da usina de Irajá, município do Rio de Janeiro. In: IX Simpósio sobre Meio Ambiente/IV Simpósio de Direito Ambiental. Rio de Janeiro, 2001.
- Barichello, L. R. *Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de Acacia mearnsii De Wild. na Região Sul do Brasil*. Santa Maria: UFSM, 2003. (dissertação de mestrado)
- Bertoni, J., Lombardi Neto, F., Benatti Jr., R. *Equação de perdas de solo*. São Paulo: Instituto Agrônomo, 1975. (Boletim Técnico; 21)
- Boulding, K. E. Qué prognostican los índices económicos?: calidad y cantidad em el producto nacional bruto. In: Boulding, K. E., Stahr, E. J., Fabricant, S., Gainsbrugh, M. R. *Costos de la descontaminación*. México: Buenos Aires: Agencia para el Desarrollo Internacional, 1973.
- Chopra, K., Kumar, P. Forest biodiversity and timber extraction: an analysis of the interaction of market and non-market mechanisms. *Ecological Economics*, 49(2):135-148, 2004.
- Cunningham, W. P., Saigo, B. W. *Environmental science: a global concern*. 4. ed. Dubuque, U.S.A.: Wm. C. Brown Publishers, 1997. Part III, chaps. 11 and 14.

- El Serafy, S. Green accounting and economic policy. *Ecological Economics*, 21:217-229, 1997.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Embrapa Florestas. *Cultivo da acácia-negra: mercado e comercialização*. 2003. (Sistemas de produção, 3) (versão eletrônica)
- Graça, L. R., Rodigheri, H. R., Conto, A. J. de. *Custos florestais de produção: conceituação e aplicação*. Colombo, PR: Embrapa Florestas: Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, 2000. (Série Documentos, 50) (disponível em <http://www.cnpf.embrapa.br/>)
- Gray, L. C. Rent under the assumption of exhaustibility. *Quarterly Journal of Economics*, 28:466-489, 1914.
- Green, T. L. Confusing liquidation with income in BC's forests: economic analysis and the BC forest industry. *Ecological Economics*, 34:33-46, 2000.
- Hamilton, K., Lutz, E. *Green national accounts: policy uses and empirical experience*. Washington, D. C.: World Bank: Environment Department, 1996. (Environment Department papers; 39)
- Heal, G., Kriström, B. National income and the environment. In: Mäler, K.-G., Vincent, J. (eds.) *Handbook of environmental economics*. 2001.
- Huhtala, A., Toppinen, A., Boman, M. *An environmental accountant's dilemma: are stumpage prices reliable indicators of resource scarcity?* Stockholm: National Institute of Economic Research, 2001. 27 pp (Working Paper; 77)
- Kant, S. Extending the boundaries of forest economics. *Forest Policy and Economics*, 5: 39-56, 2003.
- Klabin S. A., Klabin S. A. e Controladas. *Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2003 e de 2002*. (disponível em <http://www.klabin.com.br/objmedia/Balan%C3%A7o%202003.pdf>)
- Margolis, E., Silva, A. B. da., Jacques, F. de O. Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 9:165-169, 1985.
- Ministério de Minas e Energia (MME). *Anuário mineral brasileiro*. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2001. v. 30, Parte II.
- Ministério de Minas e Energia (MME). *Série histórica de preços dos metais básicos em US\$/t (1998-2003), negociados na London Metal Exchange -LME, com visualização gráfica da variação anual*. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2004. (disponível em http://www.dnpm.gov.br/m_economia_lme.asp)
- Motta, R. S. da, Ferraz, C. *Estimating timber depreciation in the Brazilian Amazon*. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. (Texto para discussão; 570)
- Nordhaus, W., Tobin, J. Is growth obsolete? In: Moss, M. (ed.) *The measurement of economic and social performance: studies in income and wealth*. Yale: Cowles Foundation Paper, 1973. pp. 509-532.
- Pearce, D., Moran, D. *O valor econômico da biodiversidade*. Lisboa: Instituto Piaget, 1994.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J. *Natural resource and environmental economics*. London and New York: Longman, 1996.

- Ripasa S. A. Celulose e Papel, Ripasa S. A. Celulose e Papel e empresas controladas. *Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2003 e de 2002 e parecer dos auditores independentes*. São Paulo, fev. 2004. (disponível em http://www.ripasa.com.br/htm_anexo/financas/relatorioanual2003/ripasa_demofinanc_2002_2003.pdf)
- Schneider, P. R., Finger, C. A. G., Schneider, P. S. P., Fleig, F. D. *Subsídios para o manejo da acácia-negra, Acacia mearnsii De Wild*. Santa Maria: Centro de Pesquisas Florestais, 2000.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD). *The value of forest ecosystems*. Montréal: SCBD, 2001. (CBD Technical Series no. 4)
- Seta S. A. Extrativa Tanino de Acácia. *Produtos: produtos Seta, uma prova de qualidade*. (disponível em <http://www.setaonline.com/novosite/portugues/produtos/acacia.html>)
- Seta S. A. Extrativa Tanino de Acácia. *Conheça a acácia-negra*. Estância Velha, RS: Divisão Florestal, 2003. (disponível em <http://www.seta-sa.com.br/>)
- Silva, L.L. *Influência do sistema de manejo dos resíduos da floresta de acácia negra (Acacia mearnsii De Wild) sobre as perdas de água e solo*. Santa Maria: UFSM, 1997. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal)
- Sistema utilizado por laminadoras reduz custos. *Revista da Madeira*, v. 13, n. 79, mar. 2004. (disponível em <http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=79&id=496>)
- Soares, J. V. *Hidrologia de florestas*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004. (Apresentação de slides)
- Södersten, B., Reed, G. Further topics in trade theory and policy. In: _____ *International economics*. 3. ed. London: MacMillan Press, 1994. Chap. 14, p. 279-302.
- Torras, M. Sustainability or natural capital disinvestment? A retrospective on Brazilian economic growth, 1965-1993. *Estudos Econômicos*, 30(3):351-375, 2000.
- Victor, P. A. Eric Neumayer, 2003. Weak versus strong sustainability, 2nd edition, Edward Elgar Publishing, ISBN: 184064060X, 256 pp. *Ecological Economics*, 52:127-128, 2005. (Book reviews)
- Vincent, J. R., Hartwick, J. M. *Accounting for the benefits of forest resources: concepts and experience*. Rome: FAO, 1998.
- Weber, J. E. *Matemática para economia e administração*. São Paulo: Harbra, 1977.