5. MÉTODOS ESPECÍFICOS PARA AVALIAR OS RECURSOS NATURAIS

5.1. Solos agrícolas

Os solos com vocação agrícola são constituídos por elementos de materiais inertes (sílica, carbonatos etc.), minerais flutuantes (argilas coloidais) e por uma composição orgânica exterior (humus e outros materiais em decomposição) e, nesta condição eles estão preparados para sustentar colheitas, bosques, pastos, flora e fauna, atividades que, em geral, destinam-se a satisfazer as necessidades humanas. Esses solos seriam classificados como recursos renováveis, desde que adequadamente explorados e conservados (Dykes e Puertas, 1963, 16-231/2).

Como a agricultura é uma das atividades mais antigas do homem, também a preocupação por sua adequada avaliação econômica remonta ao início da ciência econômica. Efetivamente, Petty (1662) já mostrava sua preocupação com este assunto e chegou a afirmar que o valor da terra era igual à somatória de suas rendas futuras, [59] ligeiramente corrigido por questões de segurança, demanda (população) e qualidade das terras. Hoje em dia se aceita, em princípio, esta colocação original de Petty, desde que, em última instância, seja a somatória da renda prevista da terra, devidamente descontada a fonte principal do valor, da terra em questão (Falk, 1991, p. 3).

Este consenso, de que o valor capitalizado das rendas futuras da terra é o que determina seu valor, já foi apresentado num item anterior deste trabalho (4.1.2 - Renda capitalizada) e vale, em quase toda a sua totalidade para o recurso solo, exceção feita à renda como “royalty”, que não se aplica à terra, já que esta não estaria sujeita ao problema de esgotamento e depreciação nos padrões convencionais.

---

[59] Petty William (1662, p. 33) estabelece textualmente que “... o número de anos de renda que vale naturalmente uma terra qualquer é a extensão habitual da vida de três pessoas. Ora, estimamos que, na Inglaterra, três vidas equivalem a 21 anos e, em conseqüência, que o valor da terra é, aproximadamente, sua renda nesse mesmo número de anos...”. Linhas antes, ele mesmo esclarece o que entende por “extensão habitual da vida”, nestes termos: “... entendo ser este o número de anos que, acredito, se possa pensar que viverão concomitantemente um homem de cinqüenta anos, outro de vinte e oito e outro de sete, ou seja, um avô, um pai e um filho...”

As diferenças existentes na forma de abordar a valoração da terra residem, fundamentalmente, no fato de que alguns apresentam modelos com variáveis explicativas bastante difíceis de serem calculadas ou de prever, enquanto outros, embora utilizando modelos matemáticos e econométricos bastante consolidados teoricamente, obtêm resultados que não oferecem a correlação e intervalos de confiança desejáveis, segundo seus próprios autores.

E. W. Morehouse (1935, p. 137-9) considera que a terra, como bem de capital (solo agrícola), tem um valor derivado de sua renda futura, além de fatores intangíveis (características físicas do lugar, conforto e a composição comunitária existente) e subjetivos (nacionalidade de seus habitantes, seus costumes, nível de vida, origem racial e afiliação religiosa). O valor da terra, como derivado da renda futura, seria:

$$V = \frac{a}{r} \pm \frac{i}{r^2}$$

onde:

V = Valor da terra

a = renda anual usual, da terra, como uma perpetuidade

i = montante adicional previsto na renda da terra; crescente (+) ou decrescente (-)

r = taxa de juros do mercado

Renne (1947, Cap. 11), além do Método da Renda Capitalizada, aconselha o Método da Comparação, que consiste em comparar os preços de vendas de terras vizinhas e de qualidades homogêneas e deduzir preços médios para elas. Ele reconhece as desvantagens de ambos os métodos, tais como o fato de o primeiro ignorar as belezas e atrativos naturais da terra, e desconsiderar que a taxa de desconto deve mudar ao longo do tempo, pelas condições do mercado; no tocante ao segundo método, pela circunstância de que os preços das terras mostram uma tendência altista nos períodos de expansão da economia e vice-versa. Como conclusão, sugere utilizar ambos os métodos, uma vez que seus resultados devem ser quase iguais.

Barlowe (1958, Cap. 10) soma-se aos métodos da Renda Capitalizada e da Comparação, que acabam de ser descritos, e também sugere o Método de Substituição.

Sobre o Método da Renda Capitalizada, faz três afirmações: primeiro, que o autor da fórmula apresentada seria Chamber; [60] segundo, que havendo, porventura, conhecimento de que os acréscimos previstos (± i) só teriam vigência por um período determinado n, então a fórmula passaria ser assim corrigida:

$$V = \frac{a}{r} \pm \frac{i}{r^2} \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right]$$ [61]

Terceiro, que a taxa de desconto, quando muito alta, reduz o valor da terra e vice-versa; o autor sugere, então, uma taxa anual de 7% ao ano, assim composta:

taxa de retorno, sem risco	3,25%
risco pela renda prevista	1,5
perdas pela falta de liquidez	1,25
subsídios pelo gerenciamento	1,0
taxa de desconto	7,0

Sobre o Método de Substituição, Barlowe sustenta sua proposta de que o valor de um bem deve ser equivalente ao seu custo de produção; assim, as propriedades (especialmente as urbanas) deveriam se valorizar segundo seu custo de substituição imediata (ou pelo custo de um substituto imediato), menos um desconto pela depreciação existente e a possível obsolescência. Em geral, ele sugere utilizar simultaneamente os três métodos, com ênfase nos dois primeiros para as propriedades rurais e o terceiro para as urbanas.

Melichar (1979) coloca dúvidas sobre a validade do Método da Renda Capitalizada, já que nos E.U.A., no período 1950-1979, observa-se uma exagerada valorização das propriedades rurais, superiores às verificadas na renda da terra. Isto

---

[60] Clyde R. Chamber. "Relation of Land Income to Land Value". ***US Departament of Agricultural Bulletin.*** 1.224, p. 28-9. 1924.

[61] Idem, sua fonte citada é Ernst H. Wieking. "Farm Real Estate Value and Farm Income". ***Annals of the American Academy of Political and Social Science.***, Nº 237, p. 240-1. March 1930.

poderia ser explicado, segundo o autor, porque no conceito de renda não estariam sendo considerados os ganhos de capital (pela inflação e a capitalização de ganhos e perdas de períodos anteriores) e porque, muitas vezes, só se considera o aluguel líquido pago, sem que se leve em conta a renda total dos operadores da terra e os juros pagos pela dívida agrária, que também fazem parte da renda da terra.

O autor sugere esta fórmula:

$$V = \frac{1+g}{1+d} \cdot R + \frac{1+g}{1+d} \cdot V = \frac{1+g}{d-g} \cdot R$$

onde:

V = valor presente da terra

g = taxa de crescimento da renda da terra

d = taxa de desconto

R = renda periódica da terra

Os ganhos de capital apareceriam nos valores de R, g e d, que originariam novos valores de V, e como g > 0 o valor de V cresceria a cada ano, mesmo que g e d permanecessem constantes.

Harris (1979) concorda com a tese de Melichar, no sentido de que o valor da terra deve refletir tanto as rendas correntes como a revalorização do capital terra, porém discorda no referente à taxa de desconto a ser utilizada. Harris acredita ser melhor utilizar uma taxa de capitalização K, na qual:

$$K = w_d . K_d + w_e . K_e$$

onde:

w_d = proporção do capital financiado por endividamento

w_e = proporção do capital financiado com capital próprio

K_d = taxa de retorno nominal de fundos emprestados

K_e = taxa de retorno nominal de fundos próprios

Adicionalmente, para isolar o efeito inflação, far-se-ia:

$$K = w_d.(r_d + \theta_d) + w_e.(r_e + \theta_e)$$

no qual r_d e r_e são as taxas reais de retorno e θ_d e θ_e são as taxas de inflação. Se $\theta_d = \theta_e = \theta$, então:

$K = w_d.r_d + w_e.r_e + \theta$, porque $w_e + w_d = 1$

Desta forma, o valor da terra seria determinado assim:

$$V_0 = \frac{R_0.(1+g)}{w_d.r_d + w_e.r_e + \theta - g}$$

Feldstein (1980), diante do elevado aumento do preço das terras, no período 1970-1980, nos E.U.A., superior até em relação ao Índice Geral de Preços desse período, afirma que, num período inflacionário, os investidores e donos de terras, preocupados em se proteger das incertezas e da desvalorização monetária, orientam-se no sentido de fazer aplicações em terras, que, adicionalmente, lhes permite menores obrigações tributárias que as outras alternativas de investimento.

Alston (1986) fez um teste empírico para comprovar a solidez da tese de Feldstein. Como resultado, encontrou que, para os E.U.A., a revalorização das terras, no período 1960-1980, mostra uma correlação inversa com a inflação; quer dizer, maior inflação, menor preço da terra.

Burt (1986), com base na aplicação de um modelo econométrico para as terras de Illinois, no período 1960-1982, conclui que existe correlação entre o valor das terras e as rendas periódicas e os ganhos de capital de períodos anteriores. Neste sentido, seria válida a tese de Melichar.

$$V = f(a, V_{t-n})$$

onde:

V = Valor da terra de hoje

a = renda periódica

V_{t-n} = ganhos de capital da terra em períodos anteriores

Finalmente, Falk (1991) aplica o Modelo da Renda Capitalizada para as terras de Iowa, no período 1921-1980, que lhe permite admitir a existência de correlação entre o valor das terras e sua renda periódica correspondente; no entanto, ele comprova que o primeiro é mais volátil que a segunda, possivelmente porque a taxa de desconto não seria constante ao longo do tempo.

Como conclusão acerca dos métodos para avaliar os solos agrícolas, poder-se-ia afirmar que quase todos os autores citados deram prova de grande dedicação no seu esforço para encontrar o valor das terras para todo um país, estado ou região, deixando de lado um princípio fundamental da Teoria do Equilíbrio Geral: a "unicidade de preços" exige homogeneidade dos bens na qualidade, tempo e espaço. Se, neste caso, com o desconto se estaria ajustando a homogeneidade no tempo, faltaria ainda o problema da qualidade e o espaço ou distância.

Uma alternativa para esta crítica poderia ser o uso do Método da Renda Capitalizada para cada unidade produtiva e, logo a seguir, para cada localidade ou região, com as vantagens que: no primeiro caso, identificar-se-iam as particularidades da qualidade ou da produtividade marginal da terra (quer dizer, os "rendimentos decrescentes" e as "economias de escala", tratados no item 3.2 deste trabalho); e, no segundo caso, as "externalidades" geradas em cada localidade ou região. Para completar este trabalho do cálculo da renda de cada unidade produtiva e de cada localidade poder-se-ia utilizar o Modelo de Von Thunen, que considera especificamente as particularidades de cada unidade produtiva e a distância do percurso (centro de produção e centro de consumo) e o frete correspondente. Assim, estariam superadas as restrições da qualidade e distância ou espaço. [62]

5.2. Águas

[62] Uma outra alternativa a considerar seria admitir que todas as unidades de terras em análise conservam, ao longo do tempo, a mesma estrutura de preços, em termos relativos (ver "Teorema da Mercadoria Composta", em K. Lancaster, 1968, p. 121-27, e "Generalização para o Caso de Muitas Mercadorias" em J. Hicks, 1939, p. 30). No entanto, como o valor da terra é função crescente dos diferentes graus de

O recurso natural água doce é definido, em geral, como um recurso renovável, porque seu quantum e fluxo periódico é o mesmo ao longo do tempo e, também, sobre a face da Terra, embora existam algumas restrições sobre esta afirmação. [63]

A água é vital para a sobrevivência humana, assim como para a da flora e da fauna, e em geral permite uma ampla gama de atividades econômicas e sociais. Ela pode ser tipificada como um bem de consumo ou bem final (consumo doméstico, recreação etc.) ou como um insumo da produção ou um bem intermediário (na indústria, geração de energia ou meio de transporte). Igualmente, a água pode ser classificada considerando-se as mudanças decorrentes de seu uso; quer dizer, este uso pode ser consuntivo (a água, depois de ser utilizada já não tem as mesmas condições qualitativas ou quantitativas para usos posteriores) ou não consuntivo (ela pode ser usada mais de uma vez sem maiores problemas). [64]

Uso Consuntivo [65]	Doméstico — urbano ou municipal Agricultura Industrial
Uso não Consuntivo	Navegação e transporte Geração de eletricidade Recreação e vida silvestre

urbanização e da escassez da terra agrícola, especialmente numa análise a longo prazo, esta alternativa não teria tanta sustentaçào.

[63] Entre estas restrições temos: 1º) Existe um período mínimo necessário para repor as perdas de água nos rios, lagos, pântanos e poços subterrâneos, que pode ser de horas, dias, anos ou milhares de anos, sucessivamente; 2º) A contaminação das águas; 3º) O esgotamento das águas subterrâneas obriga a escavações cada vez maiores e, subseqüentemente, maiores níveis de salinização.

[64] Usualmente, as águas são medidas como fluxo e como estoque. Como fluxos, aparecem em pés³/s ou m³/s, e como estoques, em pés-acre ou m³. Um pé-acre = 1.234 m³.

[65] Segundo Diana C. Gibbons (1986, p. 45), a estrutura de consumo da água nos níveis doméstico, agrícola e industrial são de 25%, 55% e 9%, respectivamente, para o caso dos Estados Unidos.

As preocupações dos economistas sobre o valor e preço do recurso água são antigas, como se pode constatar nas várias referências apresentadas na Revisão da Literatura deste documento, em especial as preocupações de Marshall (1879); no entanto, a aparente abundância deste recurso, a propriedade comum ou pública de muitas fontes e a inexistência de um mercado de águas que forme os seus preços e tarifas explicam a crença comum de que a água é um bem livre, de preço zero e cujo uso deveria se sujeitar ao interesse de seus usuários tradicionais e, ao se exigir algum preço por seu uso, este deve cobrir somente os custos de capital e de operação e manutenção para seu fornecimento. [66]

Se se aceitar como válido o pressuposto de que a água é um recurso escasso [67] e que ela é útil para o consumo e a produção, fica determinado um caminho para se pensar em um valor e preço da água em seu estado natural.

A seguir, desenvolve-se e deduz-se alguns métodos para estimar o valor e preço das águas doces, utilizáveis no consumo e na produção.

a) Oferta e demanda para o uso consuntivo

Derivação do valor em um mercado dos recursos hídricos: [68] se o montante da água disponível num período e espaço determinado é conhecido, ou, no melhor dos casos, fixo, e a quantidade de água demandada para usos consuntivos por unidade setorial consumidora é dada, então a somatória destes últimos daria a demanda total, que

---

[66] Dúvidas e reflexões aparecem continuamente na imprensa escrita. Veja-se, por exemplo, na ***Gazeta Mercantil*** de 08.12.92, p. 11, o artigo de Francisca Stella Faga, "Tendência é cobrar pelo uso da água"; na ***Folha de S. Paulo*** de 28.06.93, p. I-15, Luís Eduardo Leal, "Estado quer que empresas paguem por água da Billings"; e no ***O Estado de São Paulo*** de 23.08.93, p.A-2, a carta do leitor Pierre Arthur Camps, "Preço da água".

[67] Sobre a escassez crescente do recurso água em nível mundial, encontram-se excelentes reportagens em ***O Estado de São Paulo*** de 23.10.94, p.A-22, Ulisses Capozoli, "Crise de água chega com o próximo século", e idem, no mesmo jornal e do mesmo autor, em 19.03.95, p.D-6, "Educação pode evitar a futura falta de água".

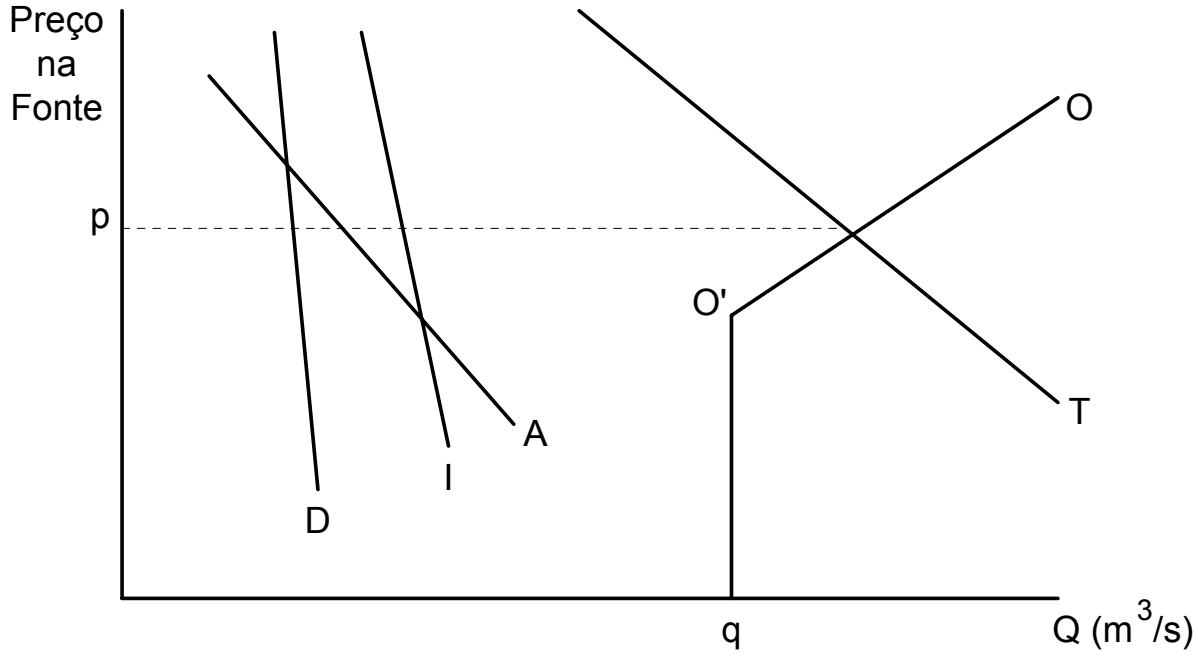
[68] Esta proposta está baseada no artigo de Saliba (1987, p. 619-23), no livro de Gregory (1972, Cap. 8 e 21) e na Tese de Giansante (1994, Vol. 2, p. 362-80).

comparada com a oferta existente formaria o preço de equilíbrio para este recurso, no lugar e momento determinados.

Para aplicar este método deve-se concordar, previamente, com a validade de um princípio básico da Teoria do Equilíbrio Geral, no instante em que afirma que a eficiência no uso dos fatores produtivos só se obtém quando estes conseguem o mesmo retorno marginal em qualquer de seus usos.

Como a destinação consuntiva é formada pelo uso das águas nos lares domésticos, na agricultura e na indústria, então estimar-se-iam as funções demanda para cada um destes setores. A somatória das três curvas de demanda permitiria estimar a curva da demanda total para uma fonte em particular, e sua conjugação com a oferta existente permitiria conhecer o preço de equilíbrio, como se pode ver no Gráfico 21.

Gráfico 21: Oferta conjunta e demanda agregada de água



A oferta do recurso água poderia ser obtida por meio das águas extraídas de poços subterrâneos e de barragens, que exigem um custo de capital e manutenção, assim como de águas provenientes das chuvas (lagos e rios), sem custo nenhum.

No Gráfico 21 tem-se, por um lado, a demanda para fins domésticos (D), para a indústria (I) e para a agricultura (A), cuja somatória dá a demanda agregada (T). Por outro lado, tem-se a oferta de água, formada pela extração de água subterrânea e de barragens (a linha O'O), de custos crescentes, e das águas de chuvas (a vertical qO'), sem custo nenhum.

A interseção da oferta conjunta, O, e da demanda agregada, T, formaria o preço de equilíbrio a ser cobrado pelo uso da água na fonte deste recurso, quer dizer, sem considerar os custos adicionais de extração, transporte e processamento, serviços estes exigidos pelo consumidor final.

Evidentemente, a função demanda de cada um dos componentes da economia (doméstico, industrial e agrícola) varia ao longo das estações do ano e também ao longo dos anos; igualmente, a oferta de águas, especialmente a derivada das chuvas, varia ao longo das estações e nem sempre ambas as mudanças têm o mesmo sentido. Isto indica que o preço da água estaria se ajustando permanentemente a estas

mudanças, embora o ideal fosse a definição de um patamar mínimo, que, além de sinalizar o equilíbrio, permitiria atender as contingências, o abastecimento futuro e a eqüidade social.

Saliba e outros (1987, p. 617-651) não acreditam no mecanismo do mercado como um eficaz sinalizador dos preços ótimos, porque, para eles, as diferenças entre os preços sociais e os preços de mercado são demasiado grandes; em todo caso, dizem eles, o preço de mercado seria uma fraca aproximação do valor social da água. [69]

A seguir, apresentam-se alguns métodos para estimar a função demanda e o valor e o preço da água, quando esta é utilizada no consumo doméstico, na agricultura e na indústria.

A função demanda e o valor da água no consumo doméstico: [70] a função demanda mostra a disposição a pagar dos consumidores, pelo recurso água; esta disposição a pagar, por sua vez, traduz o princípio da utilidade marginal decrescente.

Quando um consumidor ou um conjunto de consumidores se defrontam com uma curva de demanda de inclinação negativa aparecerão os chamados excedentes destes consumidores, caso sua disposição total a pagar seja maior que o dispêndio feito por determinada quantidade de água. Se da disposição total a pagar se deduz o preço pago pela quantidade da água consumida, tem-se o valor da água.

Isto pode ser explicado como segue:

---

[69] Em resumo, segundo Saliba e sua equipe: "... existem vários problemas potenciais a considerar no preço de mercado da água, quando se cogita considerá-la como um valor social marginal. Primeiro, em um mercado perfeitamente competitivo, os preços observados representam a disposição a pagar dos participantes, mas somente pela unidade marginal do fluxo de água. A disposição a pagar da coletividade, por ofertas adicionais de água, seria substancialmente mais baixa que o preço do mercado. Segundo, as atividades de mercado podem gerar externalidades, tal que os efeitos do uso da água e transferências não são adequadamente refletidos no preço de mercado. Algumas externalidades aparecem por causa dos indivíduos afetados pelas transferências de água ou pelos acréscimos na oferta que não participam no mercado e cujos impactos em seu bem-estar não estão refletidos no sistema de preços. Também os preços observados podem ser influenciados ao variar o grau da concorrência imperfeita e a incerteza legal e hidrológica. Finalmente, os preços de mercado podem refletir o acesso desigual à água e às oportunidades na distribuição da renda..." (tradução do autor).

[70] Para esta parte, usou-se como referência o trabalho de Diana C. Gibbons (1986, p. 7-21).

Considerando uma função demanda $P = \frac{a}{Q^x}$, que é uma hipérbole de Fermat, [71] onde:

P = Preço vigente no mercado

Q = Quantidade de água consumida (em m³/s, por ex.)

X = O inverso da elasticidade-preço: 1/|E|

O excedente do consumidor seria igual à área sombreada ABC do Gráfico 22. Esta área corresponde à diferença entre a disposição a pagar por uma quantidade determinada de água Q_1Q_2 (área ABQ_2Q_1) e o dispêndio CB Q_2Q_1.

Este excedente seria dado pela seguinte expressão:

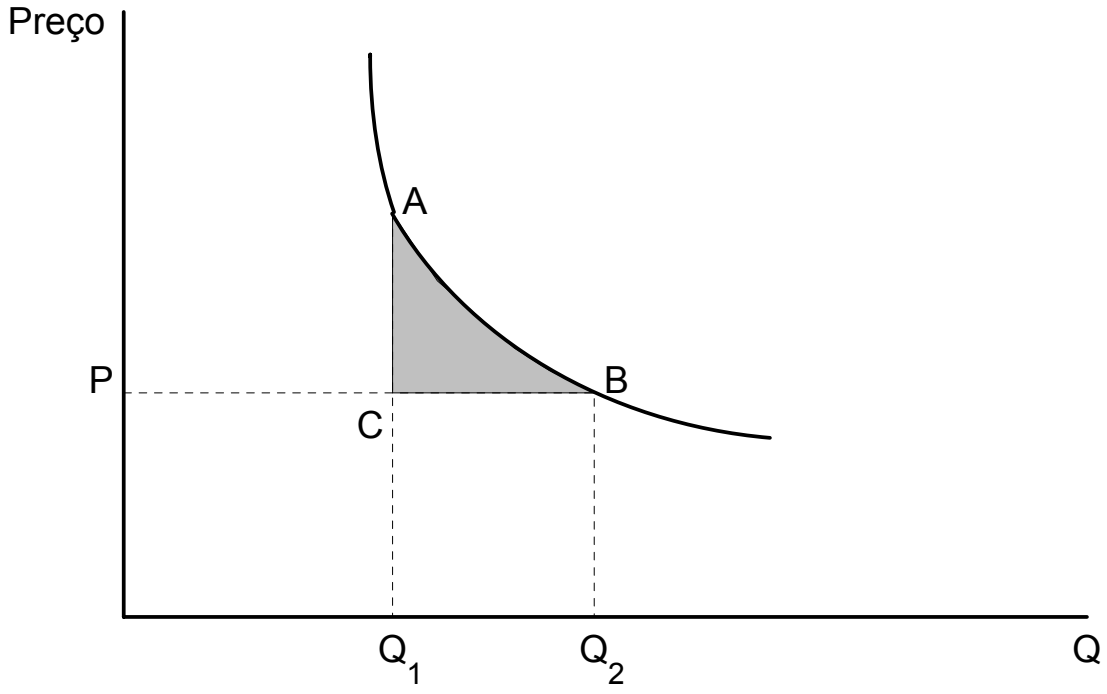
Excedente do consumidor:

$$\int_{Q_1}^{Q_2} f(Q)dQ - (Q_2 - Q_1).P = \frac{P.Q_2^x}{1-x} \cdot \left[\frac{Q_2}{Q_2^x} - \frac{Q_1}{Q_1^x} \right]$$ [72]

Gráfico 22: Curva de demanda de água e o excedente do consumidor

[71] Segundo Jean E. Weber (1967, p. 83-4), uma hipérbole de Fermat tem seu centro na origem e suas assíntotas são os eixos coordenados. Se a > 0 e x é ímpar, os ramos da hipérbole estão no primeiro e terceiro quadrante e são simétricos com relação à origem.

[72] Diana C. Gibbons, op. cit., p. 17.



Em resumo, este método exigiria conhecer a elasticidade da demanda |E|, o preço vigente no mercado P, e as quantidades Q_1 (correspondente à maior disposição a pagar) e Q_2 (o vigente no mercado). A elasticidade-preço pode ser estimada por cross-section ou por séries de tempo, ou até por indicadores de outra cidade com padrões e níveis de vida equivalentes àquela em que se pretende aplicar o método; e a disposição a pagar, por intermédio de questionários. Neste sentido, este método ficaria disponível para as pesquisas correspondentes.

Segundo Diana C. Gibbons, tal método já foi aplicado nas cidades de Tucson (1979), Raleigh (1973) e Toronto (1967).

Outra forma de avaliar o valor do recurso água no consumo urbano-doméstico seria mediante a aplicação do princípio "poluidor-pagador", que prevê o ressarcimento dos danos causados à qualidade do recurso pelos causadores ou usuários correspondentes, neste caso os lares domésticos. Desta forma, estar-se-ia avaliando marginalmente pela disposição a pagar pela água, e desde que a água sem tratamento seja um bem livre.

Segundo Seroa da Motta et alii (1992, p. 19-22), o tratamento e recuperação das águas servidas no Brasil exigem tratamentos primário e secundário. O tratamento primário consiste em "...combinações de operações físicas e químicas que têm como

objetivo a eliminação de sólidos suspensos, coloidais, voláteis e graxas, bem como a remoção de odores e a desinfecção das águas residuais...". O tratamento secundário compreende, adicionalmente, "...processos biológicos que convertem a matéria orgânica em sólidos sedimentáveis floculentos, que podem ser eliminados em tanques de sedimentação secundária". O custo de cada um destes processos, no Brasil, e em dólares de 1988, era:

Tratamento Primário	US$ 32,50/Hab.
Tratamento Secundário	US$ 97,50/Hab.

Só restaria fazer os cálculos complementares destes dois níveis de tratamento, para os fluxos das águas servidas, para que se tenha condições de cobrar uma tarifa adicional de m³/mês, por exemplo, para os esgotos dos lares domésticos. Ter-se-ia, assim, outra forma de calcular o "valor" do recurso água, quando destinado ao uso urbano-doméstico.

Função demanda e o valor da água na agricultura [73]

Segundo Saliba (1989, p. 520), dado que os preços pagos pelos agricultores pela água para irrigação e criação de animais usualmente não são diferentes entre vales, em geral não seria possível fazer estimativas das funções demanda que correlacionem quantidades-preços e, por esta razão, deve-se recorrer a outros métodos para fazer estes cálculos. Entre estes outros métodos podem ser citados os da função de produção, do valor residual, da programação linear e da demanda derivada.

O **Método da Função de Produção** exige conhecer, em detalhe, os fatores ou insumos que participam no processo da produção agrícola e inseri-los na expressão:

$$Q = f\ (A, T, K, L\ ...)$$

[73] Este item tem como referência os trabalhos de Gibbons (op. cit., Cap. 2) e o artigo de Saliba (1989).

onde:

Q = Quantidade produzida

A = Participação do fator água

T = Participação do fator terra

K = Participação do fator capital

L = Participação do fator trabalho.

Aplicando derivadas parciais obter-se-ia a produtividade marginal de cada um destes fatores, no caso particular da água. O valor marginal do fator água seria igual à multiplicação da produtividade marginal da água pelo preço do produto agrícola.

O problema é que este método, em sua forma mais simples, admite ser possível a aplicação de diferentes quantidades de água fixando-se como constantes a terra, capital, trabalho e os outros insumos utilizados na agricultura. Igualmente, existe a possibilidade estatística de autocorrelação entre as variáveis.

Diana C. Gibbons cita vários exemplos de aplicação deste método, para a lavoura dos Estados Unidos. [74] Também, Saliba (1989, op. cit., p. 29) cita um exemplo de aplicação experimental no Arizona, no qual uma redução de 10% no abastecimento normal da água permitiu deduzir o valor marginal do recurso água. Ele seria de US$ 21 por pé-acre de água, quando dedicado a sorgo, e US$ 536, quando dedicado a tomates (em preços de 1980).

O **Método do Valor Residual** tem por objetivo determinar o valor do recurso água por meio da análise e desagregação dos orçamentos das unidades agrícolas, que possibilite subtrair da renda total obtida todos os gastos e despesas comprometidos em fatores e insumos que não sejam a água, caso esta seja o único fator fixo. Assim, por resíduo, obter-se-ia o valor deste recurso.

---

[74] Ver notas de rodapés 12 e 13, do Capítulo 2 da Gibbons.

Um problema surgiria caso se tipificasse também a terra e os equipamentos agrícolas como fixos; neste caso, a individualização das "rendas" e "quase rendas" seria difícil ou quase impossível.

Este método é igual ao método da "renda residual", já apresentado neste documento quando se tratou da renda capitalizada. Dessa forma, todos os méritos e deméritos assinalados naquele item são válidos neste caso.

Saliba (1989, p. 520-1) enumera, igualmente, as seguintes exigências e cuidados que se deveria ter caso se pretenda aplicar o aqui referido método: [75]

1º) Que todos os fatores e insumos que não são água devem ser pagos por sua produtividade marginal correspondente, como ocorre num mercado concorrencial de insumos.

2º) Caso existam outros insumos sem preço, ou que seus preços não sejam compatíveis ou, ainda, que seu emprego não ocorra no ponto onde preço = valor da produtividade marginal, então o método não ofereceria a confiança necessária.

Diana C. Gibbons cita vários exemplos de aplicação deste método à lavoura norte-americana. [76] Também Saliba menciona vários estudos, nos quais se deduzem estes valores da água:

Kelso, Martin, Mack (1973):	US$ 4 por pé-acre de água, para o sorgo e US$ 236 para o algodão.
Martin e Snider (1979):	US$ 133 por pé-acre de água, para o sorgo, US$ 157 para a alface e US$ 1280 para a cebola seca.
Bush e Martin (1984):	US$ 38 por pé-acre de água, para alfafa e US$ 133 para o algodão.

[75] Na verdade, Saliba cita, como autores destas deduções, Young & Gray "Input-Ouput Models, Economic Surplus, and the Evaluation of State or Regional Water Plans", 21 ***Water Resources Res.*** 1819 (1985).

[76] Ver notas de rodapés 15 e 18, do Cap. 2 da Gibbons.

O **Método da Programação Linear** busca aplicar as técnicas da programação linear à agricultura para derivar o valor da água. Por ele se fixa um objetivo e se identifica suas restrições. Com base em uma série de simulações, determina-se qual seria o valor do recurso água. Por exemplo:

Objetivo: Maximizar o retorno econômico de uma fazenda determinada.

Restrições: a) Terras limitadas para cada colheita

b) Custos unitários dos insumos

c) Tecnologia disponível

d) Requerimentos unitários de água para cada colheita

e) Preço das colheitas

O valor médio da água por colheita é estimado derivando uma série de soluções de programação linear, para um nível do custo da água, permanecendo estáveis todas as outras variáveis.

Diana C. Gibbons (op. cit.) faz referência a vários casos de aplicação deste método à lavoura dos Estados Unidos. [77]

O **Método da Demanda Derivada** pretende encontrar o valor do recurso água, por derivação indireta de sua participação na geração do valor do produto final em que ele participa. Ao longo deste estudo já se teve oportunidade de fazer referência aos aspectos teóricos e práticos deste método (Cap. 3 e 4), o que nos exime de fazer maiores comentários sobre ele. [78]

---

[77] Ver notas de rodapés 20, 21, 22, 23, 24 e 25, do Cap. 2 da Gibbons.

[78] Diana Gibbons cita um exemplo de aplicação prática da demanda derivada, qual seja, o trabalho de C. R. Shumway, "Derived Demand for Irrigation Water: The Califórnia Aqueduct", ***Southern Journal of Agricultural Economics,*** Vol. 5, Nº 2, p. 195-203. December 1973.

Função demanda e valor da água na indústria [79]

A água é um insumo fundamental para quase todas as indústrias, especialmente nas tarefas de lavagem, refrigeração, cocção e transporte e dissolução de esgotos; no entanto, o preço que geralmente se paga por ela é mínimo ou insignificante, quando comparado com os outros fatores ou insumos da indústria.

Para a determinação de sua função demanda poder-se-ia seguir os mesmos procedimentos indicados no caso do uso agrícola. Todavia, pelo fato assinalado do preço mínimo pago por ela, os resultados obtidos poderiam ser também baixos ou até nulos para o valor do recurso em questão.

Por esta razão, aconselha-se abordar o problema de estimação do valor da água utilizada na indústria pelo lado do custo de recuperação das águas servidas na indústria; isto é, pesquisar qual é o custo de recuperação e despoluição dos esgotos industriais. Neste caso, como igualmente assinalado para o consumo urbano-doméstico, este recurso seria avaliado marginalmente, pela disposição a pagar pela água, e desde que a água sem tratamento fosse um bem livre.

Diana C. Gibbons menciona uma série de experiências para estimar o custo de tratamento e diluição das águas servidas nos Estados Unidos. Estes valores variam entre um mínimo de US$ 0,48 por pé-acre de água servida, até um máximo de US$ 6,98, em preços de 1980.

Saliba também cita experiências que mostram o custo de recuperação das águas servidas da indústria. Estes variam entre US$ 466 por pé-acre de água, no caso de têxteis, e US$ 658, no caso do algodão. Evidentemente, os extremos mostrados denotam a falta de consenso, pelo menos nestes dois casos.

---

[79] Este item se apoiou nos trabalhos de Diana C. Gibbons (op. cit., Cap. 3 e 4) e Saliba (1989, op. cit.).

b) Oferta e demanda para uso não consuntivo

Valor do recurso água, quando utilizado como via de transporte [80]

Hoje, ainda uma grande parte do transporte de carga utiliza os sistemas navegáveis de rios, canais, barragens naturais e artificiais, existentes ao longo de todos os territórios.

Usualmente, o frete do transporte fluvial é menor que os seus similares imediatos, como os rodoviários ou ferroviários. A diferença existente entre a disposição a pagar pelo transporte fluvial e o seu concorrente mais imediato (ferroviário) seria o valor econômico bruto da água, quando utilizada como via de transporte.

Para estimar o valor líquido da água deve-se deduzir, do valor bruto assinalado anteriormente, os custos e despesas para a construção, manutenção e operação das vias de água, quando existam. A lógica deste raciocínio repousa no pressuposto de que os fretes ferroviários refletem tanto os custos fixos como os variáveis. No caso do transporte fluvial, além do custo de aquisição e manutenção dos barcos e botes, usualmente não se considera qualquer pagamento pelo uso da via.

O valor assim determinado, dividido pela quantidade de água existente em cada uma destas vias, forneceria o valor unitário da água.

Segundo Gibbons (op. cit.), as desvantagens deste método são que este não considera o valor do tempo utilizado nas viagens, que usualmente é maior nas vias de água, e que ao assumir como válida uma relação permanente e rígida, preço = custo aceita-se a existência de uma demanda infinitamente elástica para o serviço de transporte, fato que não é correto.

Diana C. Gibbons informa que nos Estados Unidos, em média, existe uma diferença de US$ 5 milésimos t/milha nos fretes do transporte ferroviário e fluvial.

---

[80] Este item se apoiou no trabalho de Diana C. Gibbons (op. cit., Cap. 6).

Valor do recurso água, quando utilizado para a geração de eletricidade [81]

O meio mais prático para derivar o valor das águas, quando utilizado na geração de eletricidade, não seria mediante uma análise da demanda por eletricidade, mas por meio da comparação dos custos alternativos de geração de eletricidade, por algum outro meio.

A curto prazo, poder-se-ia utilizar as diferenças nos custos de operação e manutenção (que não considera custos de capital) para determinar o valor da água comprometida na geração de eletricidade.

Por exemplo, Diana C. Gibbons (op. cit.) compara os custos de operação e manutenção (custos marginais) de uma usina a carvão e outra a água:

Custo de Operação e Manutenção para Usinas de Eletricidade nos Estados Unidos 1980 US$ milésimos/kW/h	
Usina a carvão	18,52
Usina hidráulica	1,52

Isto quer dizer que a diferença entre estes dois valores, 17 milésimos de dólares/kW/h, seria o valor atribuível à água comprometida nesta gestão. Segundo citações da mesma Gibbons, nos Estados Unidos, em média, a queda de um pé-acre de água (ou 1.243 m^3 de água) gera 0,87 kWh, logo, neste caso, o seu valor monetário (de um pé-acre de água) seria de US$ 0,01479 [82].

Numa análise de longo prazo, deveriam ser consideradas as diferenças existentes no custo total.

[81] Este item se apoiou no trabalho de Diana C. Gibbons (op. cit., Cap. 7).

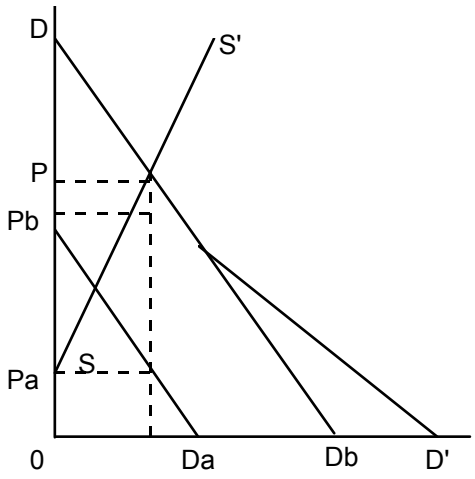
[82] Este procedimento só seria válido caso se assumisse que o custo médio da produção de carvão fosse igual à sua disposição a pagar, e que a longo prazo todos os fatores participantes da produção obedecessem às leis da concorrência perfeita.

Este método só seria válido caso o recurso água fosse abundante, de tal forma que seu uso na geração de eletricidade não comprometesse usos alternativos da mesma.

Corolário

Numa análise mais rigorosa dever-se-ia assinalar que as águas doces têm as características de serem um bem privado (uso consuntivo) e um bem público (uso não consuntivo), já que neste último caso não se cumprem os princípios básicos de "rivalidade" no consumo e "exclusão" pelo preço, próprios dos bens privados. Neste sentido, e segundo Musgrave (1973, p. 41-65), no caso dos bens privados passa-se a somar horizontalmente as demandas dos indivíduos ou setores de uso (Gráfico 21), e no caso dos bens públicos deve-se somar verticalmente as demandas individuais, para, assim, obter-se a demanda total por este serviço, tal como se vê no Gráfico 23.

Gráfico 23: Oferta conjunta e demanda de um bem público



Demanda Agregada DD' = Da + Db

Oferta Agregada = SS'

Disposição a pagar de a = Pa

Disposição a pagar de b = Pb

Receita Total = Custo Total

Pa + Pb = OP

Segundo Hersztajn (1995), no caso em que se considere que a água para fins não consuntivos precise ser renovada periodicamente, seria procedente a agregação

horizontal das curvas de demanda, como bem privado e como bem público, em termos de uma mesma unidade de medida.

> *"... A soma horizontal das curvas de demanda por água como bem público e como bem privado se justificaria, ainda, intuitivamente pelo fato de que as duas classes de utilização são incompatíveis e, portanto, rivais — aquela parte da quantidade total que é retirada dos cursos de água deixa de estar disponível para ser utilizada dentro dos próprios cursos de água e vice-versa. Portanto, mesmo que a água permaneça nestes, seria vista pela outra classe de usuários como se estivesse sendo 'consumida' em outras atividades ..."*

5.3. Florestas

As florestas são constituídas pelo manto de árvores, plantas e flora em geral, que vivem em forma natural por toda a superfície da Terra. Segundo Armas (1981, p. 36-8) estes recursos podem classificar-se assim:

Floresta natural	segundo sua composição florística	bosques homogêneos
		bosques heterogêneos
	segundo sua acessibilidade e fragilidade	bosques de produção
		bosques de proteção

Os **bosques homogêneos** são próprios de climas temperados (Europa Central e América do Norte) e se caracterizam por sua composição florística simples, com um baixo coeficiente de mistura, que permite a existência de poucas espécies por unidade de superfície, porém de alto valor em fibra, polpa e madeira.

Os **bosques heterogêneos** são próprios das zonas tropicais, e se caracterizam por apresentar uma composição florística complexa, com um alto coeficiente de mistura, quer dizer, um alto número de espécies por unidade de superfície, porém de baixo ou pobre valor em fibra, polpa e madeira.

Os **bosques de produção** são aqueles que apresentam condições ecológicas apropriadas para sua extração, em forma permanente e sustentável, além das facilidades de acesso.

Os **bosques de proteção** apresentam condições ecológicas desfavoráveis para sua adequada exploração, com deficientes condições de acessibilidade. Em troca, apresentam um grande valor na defesa do meio ambiente, no que se refere a evitar a erosão dos solos e a regulagem dos afluentes hídricos. Igualmente, são fontes de preservação da flora e da fauna, assim como, pelo seu valor estético, apropriado para a recreação e o turismo.

Neste sentido, então, nem tudo o que é bosque natural deve ser identificado como possível de extração e transformação, embora no mundo em geral se assista a um processo de intensa extração destes recursos, como se pode apreciar na Tabela 5, a seguir.

Tabela 5: Florestas tropicais: existência e extração (milhões de ha)

Categorias	Mundo	Brasil
existente inicialmente	1500-1600	462
existente atualmente	900	420 *
superfície desmatada	600-700	42 **
média desmatada e degradada / ano	20	3, 5-4, 8 *

Fontes: Elaborado com base nos dados de: Anderson e Bojo, 1991, p. 1 (no caso do mundo), e * Motta & May, 1992, p. 6, 9 e ** ***O Estado de São Paulo,*** 05.09.93 - "Especial Amazônia" (no caso do Brasil).

Admitindo-se que os bosques de produção não cheguem a 50% dos bosques em geral, poder-se-ia afirmar que seguindo as atuais tendências este recurso se esgotaria totalmente, em nível mundial, num prazo de vinte e poucos anos e, no caso de Brasil, num prazo de 40-60 anos. [83]

Uma adequada avaliação econômica dos recursos florestais deve considerar, então, tanto a existência global deste recurso como a parte que ecologicamente é possível de ser extraído, sem ocasionar danos irreversíveis à natureza e à própria sobrevivência da espécie em análise.

Qualquer árvore leva um tempo determinado para se desenvolver, até atingir seu máximo nível madeireiro. Este período varia segundo a espécie considerada, podendo se situar entre 30-50 anos (Morehouse, 1935, p. 139).

Pode-se afirmar, portanto, que o valor madeireiro (V) é função do tempo (t).

$$V = f(t)$$

Considerando-se a floresta como um recurso renovável, cujo desenvolvimento obedece a uma curva quadrática, do tipo exposto no Gráfico 15, pode-se atribuir a ela uma função do tipo:

$$V_t = at - rt^2$$

na qual a e r são constantes: $a > 0$ e $0 < r < 1$; *r* representaria a taxa de capitalização da floresta. Para determinar o período t no qual V_t é maximizado, é necessário obter-se o seu valor extremo.

$$\frac{dV_t}{dt} = a - 2rt = 0$$

[83] Esta afirmação se reforça com o alerta dado pelo Banco Mundial (citado em ***The Economist*** p. 26, October 15, 1989) no sentido de que dos 33 países que hoje exportam madeiras tropicais só 10 continuarão a fazê-lo até o fim desta década. Igualmente, na última conferência da CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas), realizada em Novembro / 1994, na Flórida EUA, discutiu-se a possibilidade de se considerar o mogno ("caoba" em espanhol) entre as espécies que podem atingir o perigo de extinção (Apêndice 2). Hoje, já são espécies desaparecidas o jacarandá da Bahia e o pau-brasil.

$$a = 2rt \qquad \text{e} \qquad r = \frac{a}{2t}$$

Nesta última expressão dá-se uma relação inversa entre r e t. Quer dizer, quanto maior a taxa de capitalização ou taxa de juros menor seria o lapso de tempo para o início do período de corte da árvore e vice-versa. [84]

No caso de se considerar os custos de extração (C) e se cogite no momento mais adequado para fazer a extração, então deve-se considerar a relação seguinte, devidamente descontada:

$$\Pi = (V_t - C)e^{-rt} = V_t e^{-rt} - Ce^{-rt}$$

Π é o valor atual do fluxo líquido dos benefícios (V_t) e custos (C). Para determinar o momento ótimo de corte, passa-se a fazer a derivação com respeito ao tempo.

$$\frac{d\Pi}{dt} = V_t^{|} e^{-rt} - V_t r e^{-rt} + Cre^{-rt} = 0$$

$$\frac{d\Pi}{dt} = \left(V_t^{|} - V_t r + Cr\right)e^{-rt} = 0$$

$$V_t^{|} = V_t r - Cr = r(V_t - C)$$

Ou

$$r = \frac{V_t^{|}}{V_t - C}$$ [85]

---

[84] Por exemplo:Se a = 5 e r = 0,10, o período de corte seria t = 25.

Se a = 5 e r = 0,05, o período de corte seria t = 50.

[85] Esta relação é conhecida como “regra básica” por muitos economistas florestais (C. Clark, 1976 Cap. 8); não obstante, Samuelson (1976, p. 478) lhe reconhece valor somente no caso em que as terras ocupadas pelas florestas sejam terras marginais, não apropriadas para outros usos.

Esta última equação pode ser tomada como a condição ótima para escolher o melhor momento do corte e venda da madeira. $V_t^{|}$ representa a taxa marginal de acréscimo no valor da floresta, conforme avance o tempo. $V_t - C$ representa o valor líquido, não descontado, no momento em que se decida fazer o corte e venda da árvore.

No entanto, não são estes os únicos critérios a serem levados em conta quando se decide avaliar a economia das florestas, porque além dos itens tradicionais, como madeira, polpa e lenha, o bosque gera utilidades ("externalidades") para outros campos da economia e a humanidade em seu conjunto. Entre estas externalidades tem-se (Anderson & Bojo, 1991):

a) Na produção de colheitas e criação de animais:

. Controla e combate a erosão dos solos

. Fertiliza e umedece os solos

. Recarrega os aqüíferos subterrâneos

. Protege as colheitas contra ventos, chuvas e geadas

b) Sua extração total ocasiona danos irreversíveis:

. Afeta a sobrevivência da flora e da fauna, terrestre e aquática

. Afeta a existência e o volume das fontes de água

. Favorece as enchentes e inundações

c) Sua permanência e conservação significa:

. Lugar de recreação e distração, para o turismo

. Berço da diversidade biológica [86]

. Estabiliza e melhora o clima. As árvores absorvem o dióxido de carbono e produzem oxigênio, e regulam a temperatura do meio ambiente

---

[86] Segundo o Instituto Smithsonian, USA, as florestas tropicais contêm quase a metade das espécies animais e florestais da terra, e já hoje em dia um quarto dos medicamentos dos Estados Unidos tem sua origem nas plantas tropicais (Citado no ***The Economist,*** p. 25, October 15, 1988).

Por todas estas razões, quase todos os economistas florestais ressaltam a condição de bem público deste recurso, mais ainda quando se verifica o livre acesso dele ante a pobreza e falta de alternativas de grande parte da população carente e os anseios de rápido enriquecimento de uns poucos.

Existem possibilidades de se definir um montante sadio e sustentável para a extração dos recursos florestais. Isto se conseguiria quando se atingisse o nível da "máxima produção sustentável", que significa igualar a taxa de regeneração natural da espécie com a taxa de extração das mesmas. Com a ajuda dos gráficos 15 e 18, e as equações que lhe dão suporte, pode-se compreender melhor este ponto.

Em $\frac{dX}{dt} = f(X) - H_t$ exige-se que $f(X) = H_t$.

A exploração sustentável da floresta significaria limitar a taxa de extração H_t, exatamente no mesmo nível de regeneração da espécie f(X). Isto significaria impor um sistema de exploração da floresta "sob manejo".

Igualmente, quando se analisa a forma de como se definem os preços dos derivados da floresta, pode-se utilizar o instrumental teórico apresentado no item 3.5, anterior (no caso dos recursos naturais renováveis):

$$P_t = \frac{\partial C}{\partial H_t} + \frac{\partial C}{\partial X_t}$$

Onde $\partial C / \partial H_t$ representa o custo marginal da extração e $\partial C / \partial X_t$ representa o custo marginal relacionado com a diminuição da biomassa ou reserva natural.

No caso das florestas homogêneas, usualmente se considera que o custo marginal de extração é uma constante ao longo do tempo (Howe, 1979, p. 231). No entanto, nas florestas tropicais, segundo Aércio Cunha (1988, p. 225), cabem duas possibilidades:

1) se a extração fosse de alto vulto, com a utilização de maquinaria pesada e sem os cuidados seletivos, os custos marginais da extração seriam decrescentes;

2) pelo contrário, caso se exija uma extração seletiva, de espécies que nem sempre estão uniformemente distribuídas, e cuja biomassa fosse diminuindo ao longo do tempo, então os custos marginais seriam crescentes.

Quer dizer, por um lado, tem-se possibilidades de preços decrescentes (a curto prazo, porque a longo prazo toda a floresta se extinguiria) e, por outro, preços crescentes, em proporção à existência das espécies nobres.

Então, regular níveis ótimos de H_t e P_t irá exigir um manejo sustentável e seu tratamento como bem público, sob pena de extinção total do recurso. [87]

Com estes antecedentes e assumindo-se que os bosques tenham um manejo sustentável, passa-se a deduzir alguns métodos para avaliar economicamente os recursos florestais.

Método do custo de substituição [88]

Dada uma floresta nativa ao lado de uma floresta cultivada, o valor da primeira pode ser calculado considerando o custo da última. Com um exemplo bastante simples pode-se explicar este método.

Se uma determinada plantação requer um investimento líquido de US$ 1.000/ha, e as árvores correspondentes só estarão disponíveis passados 50 anos, então o valor deste investimento, capitalizado a uma taxa de juros de 6% ao ano, seria:

$$V_{50} = 1000\ (1 + 0{,}06)^{50} = 18.420{,}00$$

---

[87] Existem denúncias de que hoje em dia vigora todo um esquema de disposições legais, de políticas econômicas (impostos, subsídios e créditos oficiais) e práticas de posse e propriedade, que premiam e estimulam a extração indiscriminada dos bosques, para seu uso como terras agrícolas ou simples reservas de valor (com pouco sucesso na lavoura) que ameaçam a sobrevivência das florestas tropicais (***The Economist,*** p. 91, March 18, 1989).

[88] Elaborado com base em Mikesell (1989, p. 293-4).

Se o valor de venda das árvores, neste último período, é de US$ 25.000, e o custo de extração, US$ 4.000, então a renda líquida seria de US$ 2.580.

No caso da floresta nativa, tanto o valor de venda como os custos de extração seriam os mesmos da floresta cultivada, e imputando-se um lucro normal de US$ 2.580 para este caso ter-se-ia, por diferença, o valor do ativo natural como igual a US$ 18.420.

No caso em que a floresta fosse de propriedade pública, este montante de US$ 18.420/ha seria o mínimo a exigir de quem estivesse disposto a extrair as árvores existentes nela. No caso da floresta nativa ser de propriedade particular, este montante de US$ 18.420/ha seria o montante de referência para cobrar taxas ou impostos pelo corte das árvores correspondentes. Em ambos os casos estes montantes arrecadados serviriam para pesquisa, administração e investimento em reflorestamento das áreas desbravadas. [89]

Esta forma de avaliar as florestas permitirá obter apenas um valor aproximado delas, já que não se estaria considerando o valor de todos os danos ocasionados ao meio ambiente em geral, nem as diferentes qualidades das árvores existentes num bosque. Seu uso e aplicação só seria aconselhável para casos isolados.

Método da produção sustentável

A extensão total das florestas existentes passa a ser avaliada por espécies e localidades, para determinar sua área em hectares, suas taxas de regeneração natural, seu potencial madeireiro e o montante máximo que se poderia extrair dela, e sem afetar suas possibilidades de regeneração natural. Todo este processo é apresentado na Tabela 6.

---

[89] Coincidentemente, José Goldemberg assinala que o custo de reflorestamento por hectare, no Brasil, é de cerca de US$ 1.000 (***O Estado de São Paulo,*** 06.12.94, p.A-2).

Com base nesta tabela poder-se-ia afirmar que o Brasil tem um potencial madeireiro de 32 bilhões de m^3. No entanto, seria sadio e aconselhável extrair somente um máximo de 212 milhões de m^3 / ano (0,66% do potencial madeireiro). Desta forma, ficaria garantida a sobrevivência perpétua deste recurso.

Se, hipoteticamente, se chegasse a extrair dessas florestas um montante de 212 milhões de m^3/ano de madeira, que seria um montante assegurador da sua perpetuidade, e tomando uma média de US$ 500 por m^3 de madeira, [90] ter-se-ia um valor aproximado de 100 bilhões de dólares anuais. [91]

Aplicando a fórmula da perpetuidade apresentada no item 4.2 anterior e tomando uma taxa de juros de 10% ao ano ter-se-ia:

$$V_0 = \frac{100 \text{ bilhões}}{0,10} = 1 \text{ trilhão de dólares}$$

Quer dizer, o valor atual das reservas florestais do Brasil, considerando somente as possibilidades ideais de extração de madeira, [92] seria de um trilhão de dólares, valor-capital que merece ser cuidado zelosamente.

Caso se cogite sobre qual dos dois métodos apresentados é mais aconselhável, deveria-se preferir este último, já que ele oferece garantias de se ter sempre um mínimo sadio de áreas florestais.

---

[90] Em 1993 o Brasil exportou 174 mil m³ de mogno, a um preço médio de US$ / tonelada 850. (***Folha de São Paulo,*** 13.11.94, p. 6-16).

[91] Só para fins de comparação, apresenta-se o caso do Peru. Este país tem 75 milhões de ha em bosques naturais e um potencial madeireiro de 7 bilhões de m^3 (Armas, 1981, p. 36) e o volume ideal de extração era de 153 milhões de m^3/ano (INP 1980, Tomo I, p. 84), que significa uma proporção de 2,16%. Esta maior proporção relativa poderia ser explicada pela data desses levantamentos, quando ainda não era claro o problema ecológico atual.

[92] Não se deveria descartar a possibilidade de se poder dimensionar a riqueza e a renda periódica que se poderia obter pela exploração sustentável de todo o conjunto da flora e fauna existente nas florestas naturais. Segundo o último relatório do Fundo Mundial para a Natureza (WWF), a comercialização de animais silvestres no Brasil representa um montante anual entre US$ 500-700 milhões, e no mundo inteiro ele chega a US$ 10 bilhões/ano. (citado na ***Folha de São Paulo,*** 04.06.95, p. 3-9).

Tabela 6: Estimativa da produção sustentável de madeira no Brasil 1985

Regiões e Estados	Superf. Florest. 1000 ha	Potencial Madeireiro		Extração Sustentável		
		Unitário m³/ha	Total Milh.m³	Unitário m³/ha	Total Mil m³	Relativ %
	A	**B**	**C = A . B**	**D**	**E = D . A**	**F = E / C**
NORTE	314.902	—	26.686	—	172.847	0,65
Acre	14.275	70	999	0,48	6.852	0,69
Amapá	12.324	90	1.109	0,60	7.394	0,67
Amazonas	151.936	90	13.674	0,60	91.162	0,67
Pará	102.796	80	8.224	0,48	49.342	0,60
Rondônia	17.049	70	1.193	0,48	8.184	0,69
Roraima	16.522	90	1.487	0,60	9.913	0,67
NORDESTE	24.000	—	1.050	—	6.882	0,66
Alagoas	373	40	15	0,48	179	1,19
Bahia	4.582	37,5	172	0,20	916	0,53
Ceará	844	37,5	32	0,20	169	0,53
Maranhão	6.592	60,0	396	0,50	3.296	0,83
Paraíba	1.079	37,5	40	0,20	216	0,54
Pernambuco	3.982	37,5	149	0,20	79	0,53
Piauí	4.165	37,5	156	0,20	833	0,53
Rio Gde. Norte	1.779	37,5	67	0,20	356	0,53
Sergipe	604	37,5	23	0,20	121	0,53
CENTRO-OESTE	61.673	—	3.481	—	24.524	0,70
Dist. Federal	281	45,5	13	0,20	56	0,43
Goiás (Incl. TO)	9.944	45,5	452	0,20	1.989	0,44
Mato Grosso	43.533	61	2.656	0,48	20.896	0,79
Mato Gr. do Sul	7.915	45,5	360	0,20	1.583	0,44
SUDESTE	11.114	—	564	—	3.184	0,56
Esp. Santo	405	67	27	0,64	259	0,96
Minas Gerais	8.397	45,5	382	0,20	1.679	0,44
Rio de Janeiro	646	67	43	0,64	413	0,96
São Paulo	1.665	67	112	0,50	833	0,74
SUL	8.111	—	543	—	4.500	0,83
Paraná	3.439	67	230	0,50	1.720	0,75
Rio Gde do Sul	1.497	67	100	0,50	749	0,75
Sta Catarina	3.174	67	213	0,64	2.031	0,95
BRASIL	419.800	—	32.324	—	211.937	0,66

Fonte: Elaborado com a utilização de dados contidos em Motta & May, 1992, Tabelas 1 e 3. Estes últimos, por sua vez, citam o IBDF 1983, IBAMA, 1991, FAO 1985 e Veloso & Góes, 1982, respectivamente.

5.4. Cenários naturais

A natureza também oferece espaços que se destacam por sua beleza natural, sua biodiversidade de flora e fauna silvestre, a par de brindar a todos com a sua amplidão e muito lazer, desde que cada um contribua para a conservação de sua integridade natural. A classificação destas áreas obedece a uma série de padrões, um dos quais poderia ser a seguir apresentado: [93]

a) Áreas de preservação permanente (restingas, margens de rios e lagos, orlas e praias do mar etc.);

b) Áreas do patrimônio nacional (Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Serra do Mar, Pantanal Matogrossense e a Zona Costeira);

c) As unidades de conservação (reserva biológica, estação ecológica, parque nacional, parque estadual, parque municipal, monumento natural, refúgio da vida silvestre etc.).

Em geral, a Constituição e as leis de cada país costumam definir e delimitar cada uma destas áreas, tipificando-as quase sempre como de propriedade pública. Inclusive as dimensões destes cenários chegam a ser consideráveis. Por exemplo, o espaço considerado como Mata Atlântica, no Brasil, chega a 1,1 milhão de km², ou seja, quase 13% do território nacional (Decreto Lei 750/1993). Adicionalmente, segundo dados obtidos do Anuário Estatístico do Brasil (IBGE, 1994, p. 1-135 / 1-139), o Brasil tem quase 33 milhões de ha (3,86% do território nacional) tipificados como unidades de conservação, entre reservas e parques de vários tipos. [94]

---

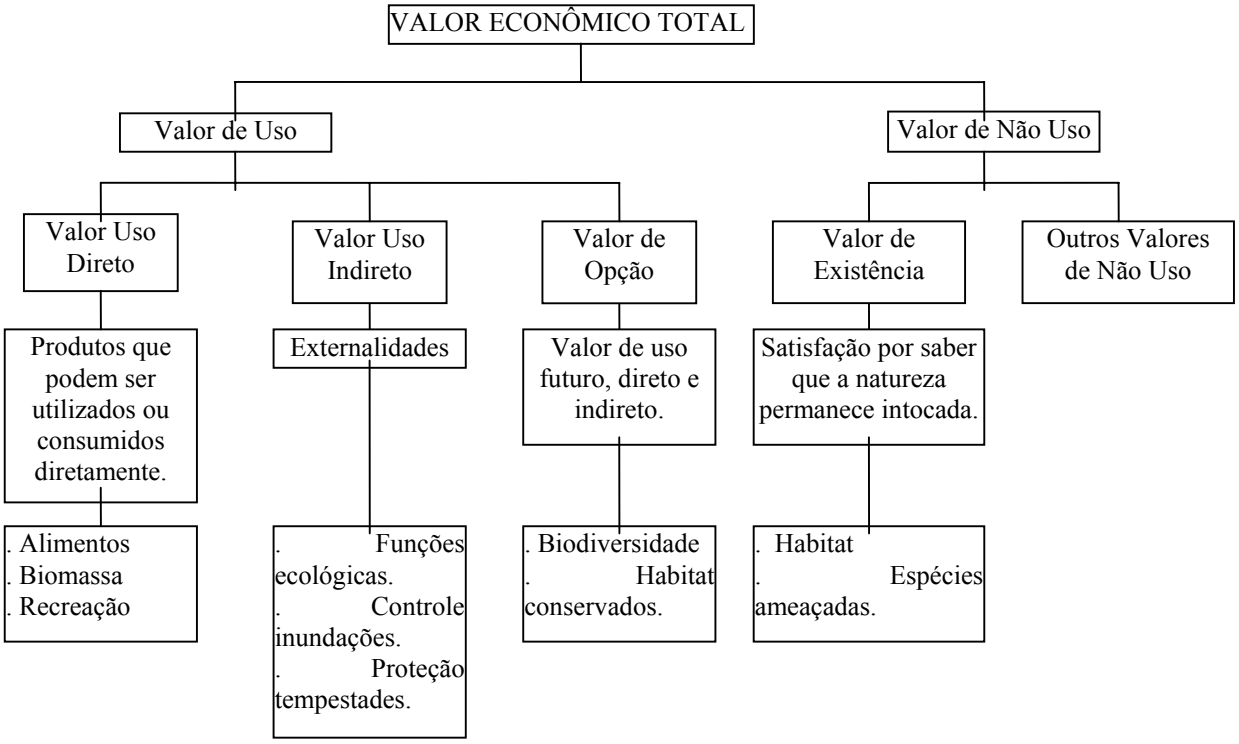
[93] Conforme Portaria nº 18, que publica o Anteprojeto de Lei da Consolidação das Leis Federais do Meio Ambiente, publicado no ***Diário Oficial da União,*** Brasília 17.02.1992, Suplemento nº 33.

[94] Só para fins de comparação: no caso do Peru quase 9% de seu território tem a categoria de intangíveis e administrados (7,3 milhões de ha como bosques nacionais, 4,2 como parques, reservas e santuários e, dentre destes últimos, 2,5 como reservas da biosfera, Programa MAB-UNESCO). Presentemente, tramita uma proposta para elevar de 26 a 38 o número de unidades de conservação, dentro do Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SINAMPE.

Entre as razões para definir estes lugares como ativos naturais e postular sua conservação à perpetuidade deve-se contar também com os fundamentos econômicos. Mas, como estimar este valor?

Entre as várias instituições e economistas, especialmente ligados a organismos internacionais, aparece uma postura consensual de avaliação do patrimônio natural, como mostra o Gráfico 24.

Gráfico 24: Valores econômicos das áreas de conservação



Fonte: Elaborado com base no Gráfico 3 de Ismail Serageldin (1993, p. 3).

Seguindo a ordem deste gráfico, procurou-se definir esses conceitos e descrever a forma de estimar estes valores, consoante ao exposto a seguir:

Valor de uso direto

Seria o proveito que se pode obter destas áreas, pelo uso e consumo direto de seus derivados, desde que o nível da extração ou qualquer forma de uso seja sustentável, isto é, que não seja afetada a sua integridade natural. Seria o caso da extração de madeira, que se acaba de rever, ou a caça, a pesca, o recolhimento de frutos e raízes, e o turismo e esportes em geral, em todos os quais deve-se respeitar o princípio básico de que o uso e a extração não excedam a relação $f(X) = H_t$, vista anteriormente, ou que, nos casos do turismo e da recreação, estes se façam com os necessários cuidados para não deteriorar estes ativos. No caso dos bens extraídos sustentavelmente, estes seriam avaliados por seu correspondente valor do mercado, como foi referido no caso da madeira. No caso da recreação, existem alguns métodos indiretos, como:

. O Método do Custo de Viagem

. O Método Hedonístico

. O Método de Avaliação Contingente

Em geral, estes três métodos se apóiam em dois princípios básicos (Desaigues & Point, 1990b, p. 737):

1º) Na observação do comportamento dos indivíduos diante das despesas que estão predispostos a enfrentar por uma melhoria da qualidade do meio ambiente, ou, ao contrário, para se proteger contra a degradação da qualidade do meio ambiente.

2º) Na existência de uma “complementaridade” entre as preferências pelo meio ambiente e outro bem ou serviço complementar (Mäler 1974, p. 178-83). Quando a qualidade do meio ambiente é complementar de um bem ou serviço cujo preço é mensurável, então é possível utilizar-se as variações da demanda desse bem, para deduzir um valor pelas variações correspondentes do meio ambiente.

O método do custo de viagem

De acordo com Randall (1994), este método teve seu início nas sugestões de Hotelling para avaliar economicamente a recreação nos parques nacionais dos Estados Unidos [95] e, gradualmente, o método foi se aperfeiçoando para estimar o valor econômico de lugares destinados à recreação, turismo, caça, pesca, banhos, passeios etc.

O método se sustenta no princípio da demanda do consumidor, quando o número de visitas ou viagens a um lugar determinado (Q) é função do preço ou custo de viagem (P) a esse lugar:

$$Q = f(P)$$

No caso do preço (P), ele deve considerar o frete ou o valor do bilhete de viagem, a tarifa ou pedágio de entrada, assim como o valor do tempo empregado para se chegar a esse lugar.

Por exemplo, utilizando o Gráfico 13a: se as visitas a um lugar determinado têm uma média histórica de Q_1 e um preço (frete, valor da passagem, pedágio, tarifa de entrada, valor do tempo etc.) igual a P_1, o que aconteceria se se passasse a mudar o uso deste espaço para outros fins, quer dizer, ele deixaria de existir como lugar de recreação? Nesta hipótese, é de se supor que os antigos usuários passarão a procurar outro lugar imediatamente mais distante, porém de maior preço. Muitos desistirão e outros continuarão a freqüentar estes lugares, porém enfrentando um preço maior (P_0Q_0, no caso do Gráfico 13a). A perda do excedente do consumidor seria, neste caso, igual à área P_0BCP_1; logo, este seria o valor econômico da atual zona ou parque de recreação.

Uma das desvantagens deste método é de que nem sempre é fácil medir o valor do tempo.

---

[95] Segundo Alan Randall (1994), a referência concreta é: Hotelling H. 1949 “Letter”, in An Economic Study of the Monetary Evaluation of Recreation in the National Park. Washington D.C.: National Park Service.

O método hedonístico

Este método foi inicialmente desenvolvido por Rosen (1974) para descrever o equilíbrio espacial, quando existe um mesmo bem, porém com características diferentes de seus similares ao longo do território. Posteriormente, Freeman (1979) e Johanson (1987), entre outros, adaptaram este método para o caso do meio ambiente e hoje já existem muitas aplicações deste último tipo, tal como as enumeram Desaignes & Point (1990a, p. 278-80 e 1990b, p. 738-39).

Por este método, pretende-se medir o valor ou preço de um lugar determinado (parques, reservas naturais, sítios ou praias) com base em correlações entre o preço implícito (P_h) de uma classe de lugar, e algumas variáveis independentes, tais como distância (N), superfície (S) e diferentes níveis da qualidade do meio ambiente (Q), quer dizer:

$$P_h = f(N, S, Q)$$

onde:

P_h = Preço implícito de um lugar determinado (frete, bilhete, pedágio, tarifa de entrada, valor do tempo etc.)

N = Distância e grau da acessibilidade entre um centro urbano importante (os lugares de origem de seus visitantes) e o lugar a ser avaliado.

S = Superfície geográfica do lugar ou reserva natural

Q = Qualidade do meio ambiente (beleza, floresta, flora e fauna, rios e lagos, veredas para passeios e mirantes etc.)

Então, pode-se definir uma função de regressão múltipla do tipo:

$$P_h = a + bN + cS + dQ$$

E, com base em uma amostra dos lugares mais representativos de cada classe, com seus valores correspondentes, passa-se a definir por regressão dos mínimos quadrados os valores correspondentes a a, b, c e d, dos quais os três últimos representariam os “preços” marginais da distância, superfície e meio ambiente, respectivamente.

Assim, seria possível encontrar-se o valor de cada uma das unidades de reserva natural, seja ele uma praia, um rio, um lago, um parque ou uma reserva natural de qualquer tipo.

O método da avaliação contingente (MAC)

Este método busca conhecer o valor dos ativos naturais, neste caso, dos cenários naturais com vocação recreacional, esportiva ou de riqueza científica e histórica, por meio de testes empíricos entre aqueles que se sentem beneficiados / prejudicados pela existência e possíveis mudanças que poderiam ocorrer na qualidade e quantidade destes ativos naturais. [96] Estes testes poderiam ser feitos com base em questionários ou entrevistas pessoais, para populações ou amostras destas, e também por técnicas experimentais, nas quais os indivíduos respondem a vários estímulos, em condições de "laboratório".

As perguntas direcionadas aos beneficiários / prejudicados buscam conhecer sua "disposição a pagar", no caso dos beneficiários, e sua "disposição a receber", no caso dos prejudicados. A disposição a pagar significa aceitar uma perda na renda, no caso do entrevistado, ao contrário da disposição a receber, que significa um ganho.

Por isso, é de se supor que os indivíduos que são alvo da pesquisa estejam motivados e interessados em expressar suas opiniões e modo de agir sobre os benefícios / danos com que se deparam os indivíduos pelas mudanças nos ativos naturais em análise, e que estejam cientes de seu dever / direito de fazer / receber contribuições que poderão significar perdas / ganhos em sua renda pessoal.

---

[96] Segundo Desaigues & Lesgards (1992), entre os vários antecedentes sobre o método MAC destacam-se os trabalhos de: 1) R. G. Cummings, D. S. Brookshire e W. D. Schulze (1986) ***Valuing Public Goods: The Contingent Valuation Method,*** Totowa (N. J.) Rowman and Allonheld Publishers, e 2) R. C. Mitchell, R. T. Carson (1989), ***Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method,*** Resource for the Future, Washington D. C.

Estas perdas / ganhos significam perdas / ganhos no excedente do consumidor, segundo o exposto no Gráfico 13a (área P_0BCP_1), que, a partir de uma adequada avaliação ao longo do tempo, daria o valor para o ativo natural em análise.

Um bom estudo do MAC, segundo Desaigues & Lesgards (1992, p. 102) deve conter os seguintes itens:

1º) Definição clara da população a ser interrogada, com o propósito de se saber que valores serão tomados em consideração: aqueles de uso imediato ou de uso potencial ou também do não uso.

2º) Definição clara e completa do ativo natural em análise, com ajuda de figuras, fotografias e tabelas de dados, que permitam entender suas vantagens e desvantagens, pela sua existência e possíveis mudanças.

3º) Definição do meio de pagamento de uma maneira realista e objetiva. Indica-se, geralmente, um meio que seja familiar para os interrogados (direitos de entrada, contribuições extraordinárias, pedágios, impostos, subsídios etc.)

4º) Preparação das perguntas de forma clara e concreta, para evitar respostas evasivas ou duvidosas, ou a não resposta.

5º Adição, no rol de perguntas, de algumas questões que permitam dimensionar o ambiente sócioeconômico, que explique a disposição a pagar e a disposição a receber.

6º Realização de uma análise aprofundada dos resultados, para se obter valores médios viáveis, porque estes valores médios, multiplicado pelo tamanho da população, fornecerão os dados para o dimensionamento das mudanças no excedente do consumidor e, com base neste, o valor do ativo natural em análise.

Contudo, também o MAC tem suas desvantagens, o que é quase consenso entre todos os seus seguidores (Desaigues & Point 1990a, p. 284-5).

a) A sub / sobreestimação das preferências (o passageiro clandestino ou “Free Rider”). Os entrevistados não se revelam em sua real disposição a pagar / receber, na esperança de qualificar um menor / maior preço por estes bens e, paralelamente, exageram / diminuem seu interesse por estes bens, para assim conseguir uma maior / menor oferta por eles. Uma possibilidade é que estas contradições se compensem, anulando, assim, esta restrição.

b) O perigo da subestimação do valor, derivado do desconhecimento da real importância de um ativo natural, é que poderá conduzir a que a somatória das propostas individuais não cubra os valores mínimos observados em outros lugares. Ter-se-ia que formular nova pergunta e novas indagações para reduzir estas diferenças.

c) As dificuldades de visualizar a forma dos pagamentos, já que os interrogados geralmente assinalam os pagamentos indiretos, e impessoais, quando se trata da disposição a pagar, como impostos, em vez de direitos de entrada ou pagamentos extraordinários.

d) Em geral, também são exageradas as manifestações da disposição a receber, tanto por se sobrevalorizar as supostas perdas ou danos, como, também, porque este tipo de pagamento significaria um ganho a mais na sua renda.

No tocante a estes bens (cenários naturais que convidam à prática de atividade recreacional e/ou esportiva, ou então revestidos de riqueza científica e histórica), poderiam eles ser tipificados como bens públicos ou quase públicos. Este entendimento se alicerça no fato de que a tais bens não é fácil ou possível se aplicar os princípios de rivalidade e exclusão, próprios dos bens privados.

Valor de uso indireto (externalidades)

Este tipo de avaliação, que de certa forma já foi citado anteriormente, quando se tratou dos florestais (Anderson & Bojo), é difícil de se traduzir em valores monetários, tanto pela natureza dos fatos, que significa complexidade e subjetivismo, como pela falta de antecedentes empíricos.

Estes recursos que agora permanecem em estado natural e virgem deveriam, em parte, ser avaliados, seja por sua inacessibilidade ou por prescrição legal, em termos das vantagens que traz à economia por esta condição, diante da possibilidade de que tal condição deixe de existir. Ou seja, caso estes recursos ou o meio que lhes dá sustentação, passem a ter outros usos diferentes dos atuais, quais os benefícios ou danos que a economia teria que enfrentar?

Por exemplo, caso as terras florestais passem a ser terras de cultivo, evidentemente aparecerão as figuras dos deslizamentos e erosão, que significam, por um lado, maiores custos com a remoção destes materiais dos lugares onde eles são depositados e, por outro, poderão eventualmente ocorrer perdas de vidas, de colheitas e terras, de estradas, além de investimentos em reposição da fertilidade terras etc.

No caso da perda destes recursos, seria preciso estimar e contabilizar o que eles significam ou poderiam significar como fontes de matérias-primas ou o seu papel como reguladores do clima e a atmosfera, entre outros.

Em alguns campos, já existem estimativas, embora imprecisas, sobre estes valores. Segundo Norton-Griffiths-Southey (1995, p. 133), já se pode dispor de alguns cálculos sobre o valor potencial das florestas como fonte de produtos farmacêuticos. Entre os autores desses cálculos, são citados Pearce e outros, que fixam este valor entre US$ 0,01 - US$ 21 por hectare. Igualmente, Panayotou, que estima o valor da floresta, como meio de reter e transformar o anidrido carbônico, entre US$ 1.500 - US$ 3.500 ha / ano. Similarmente, neste último caso, tanto Brown como Pearce e outros fixaram este valor entre US$ 320 - US$ 1.600 ha / ano.

Valor de opção

Este conceito surge como parte das especulações existentes nas últimas décadas sobre o significado e transcendência dos bens coletivos ou públicos, especialmente quando se considera sua propriedade, gestão, financiamento e suas projeções no futuro.

Especificamente, foi Weisbrod (1964, p. 471-7) quem desenvolveu o conceito de valor de opção, como sendo igual ao valor que qualquer bem tem quando se considera as possibilidades de seu uso futuro, pelos consumidores atuais e pelas gerações futuras.

Em geral, quando um bem qualquer tem um alto volume de produção e vendas, e existem possibilidades de expansão da oferta, menor será o grau de importância de seu valor de opção, porque o sistema de preços sinalizaria a situação deste mercado. Disto deduz-se que quando um bem é pouco utilizado e existem restrições na oferta o grau de seu valor de opção é maior (parques naturais, transportes públicos, hospitais etc.).

Weisbrod toma o exemplo de um parque natural dos Estados Unidos (Sequoia) para mostrar como uma análise tradicional de benefícios e custos descontados poderia colocar dúvidas sobre a sobrevivência deste parque natural, porque os benefícios são menores que os custos; não obstante, se se considerasse os benefícios resultantes

da disposição a pagar dos atuais e futuros usuários pela conservação deste parque a situação se inverteria.

Nesta disposição a pagar estariam consideradas as preferências dos consumidores, mesmo que eles nunca chegassem a utilizar o parque, quer dizer, essa disposição tomaria a forma dos "prêmios" de seguros. Igualmente, nesta disposição a pagar, se superariam as conhecidas dificuldades da revelação de preferências, quando o bem já existe.

Weisbrod conclui seu artigo levantando possibilidades de concessão de subsídios, caso o parque seja de propriedade privada ou haja necessidade da exploração pública deles.

Atualmente, já existem vários trabalhos sobre este conceito. Não obstante: "...os desenvolvimentos teóricos, assim como as verificações empíricas que têm tratado de precisar este conceito não são sempre muito claras, logo uma certa confusão existe ainda quanto ao seu conteúdo..." (Desaigues & Point 1990a, p. 286-7).

Valor de existência

Este conceito surge como um esforço para traduzir em valores econômicos valores subjetivos, como beleza, estética, moral etc., os quais emergem quando se cogita sobre o valor de um espaço natural qualquer, que se caracteriza por sua beleza natural e sua flora e fauna correspondentes, ante a alternativa de dar-lhe um uso qualquer ou conservá-lo como está.

Krutilla & Fisher (1976, p. 22) formalizaram este conceito num trabalho orientado para definir o valor econômico das terras públicas dos Estados Unidos. Eles indicam que entre os benefícios destes recursos deveriam ser considerados os benefícios dos consumidores "vicarious", que simplesmente exteriorizam sua satisfação por tomar conhecimento que certas espécies da natureza, conhecidas ou raras, ainda existem, e para cuja preservação eles mostram disposição a pagar.

Trabalhos posteriores vieram enriquecer os esclarecimentos sobre este conceito, como:

1º) A disposição a pagar por estes bens é totalmente independente de qualquer expectativa do uso presente ou futuro destes ativos (Desaigues & Point 1990a, p. 290).

2º) O valor marginal da existência destes ativos é uma função positiva, porém decrescente, do tamanho do estoque destes recursos (Johanson 1987, p. 186).

Adicionalmente, aparecem os fundamentos subjetivos para o valor de existência dos ativos naturais, tais como: [97]

a) O motivo herança. As pessoas teriam interesse em deixar para as futuras gerações um bem tangível, como os recursos naturais, que contribua para o seu bem-estar.

b) O motivo doação. Geralmente existe um prazer em dar um presente a amigos e parentes. Por que não considerar, entre as dádivas a ofertar, os recursos naturais?

c) Simpatia por pessoas e animais. A satisfação de colaborar com as pessoas, para que elas gozem de um meio ambiente agradável e sadio, assim como de melhorar as condições da existência e da vida natural de todas as espécies de animais.

d) O equilíbrio do meio ambiente. Tomar consciência de que o meio ambiente é um só e que todas as suas partes cumprem uma função determinada para o equilíbrio ecológico significa tomar posição por sua adequada preservação.

e) Responsabilidade sobre o meio ambiente. Assumir o fato de que todos os que utilizam e provocam danos no meio ambiente devem contribuir para reduzir estes impactos.

Os estudos que tratam de avaliar o Valor de Existência da natureza são muito poucos (Desaigues & Point 1990a, p. 292) e muitas vezes se confundem com o Valor de Opção, embora o Método Contingente pudesse ser aplicado ao primeiro (Desaigues & Point 1990b, p. 744).

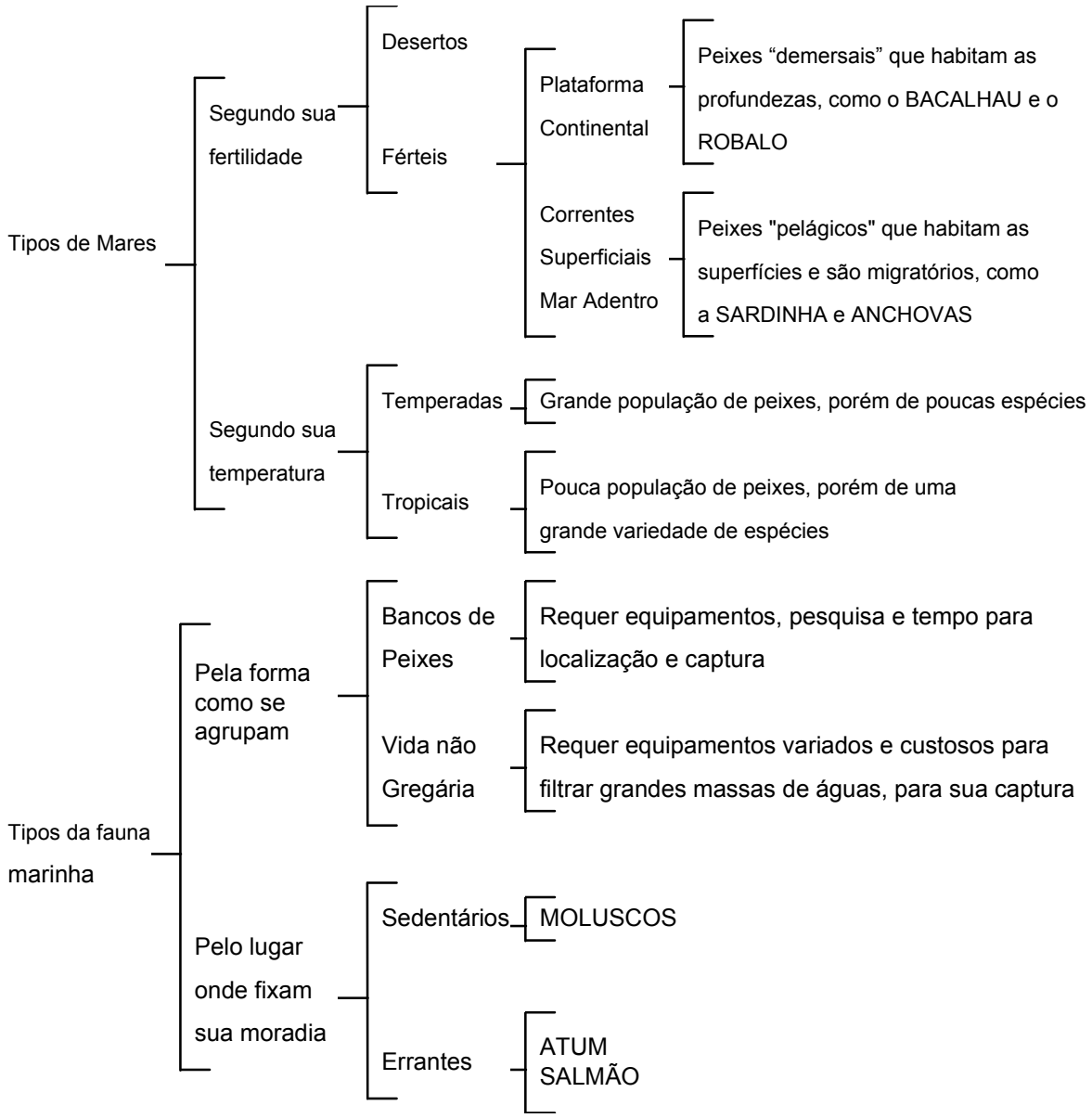
5.5. Recursos pesqueiros

[97] Estes fundamentos aparecem no trabalho de Johanson (1987, p. 185-6), embora ele mesmo cite que são tomados de K. J. Boyle e R. C. Bishop (1985, p. 13). “The Total Value of Wildlife Resources: Conceptual

A fauna hidrobiológica, em geral, habita os mares, rios e lagos existentes, que, em conjunto, significam mais de 70% da superfície da Terra. Entretanto, toda esta superfície não tem, necessariamente, a mesma fertilidade e produtividade em flora e fauna. A seguir, apresenta-se um esquema-síntese, baseado em um relatório da FAO (FAO, 1992, p. 3), que permite visualizar este fato.

---

and Empirical Issues." Invited Paper, Association of Environmental and Resource Economists Workshop on Recreational Demand Modeling, Boulder, Colorado, 17-18 May 1985.



Uma parte importante da dieta humana é constituída pelos recursos hidrobiológicos. Neste sentido, o volume da extração de peixes ao longo do tempo é crescente. Entre os anos 1948 e 1990 registra-se um aumento contínuo no volume da pesca marinha mundial, passando de 18 para 83 milhões de toneladas/ano (FAO, 1992, p. 4).

O total da captura de peixes no mundo inteiro, tanto em águas continentais como nos mares em geral, chega, hoje, a quase 100 milhões de toneladas/ano (Tabela 7), das quais 85% se originam da pesca marítima, especialmente nos Oceanos Pacífico e Atlântico.

Tabela 7: Volume de pesca mundial, 1990

Pesca continental		Pesca marítima	
Continente	Volume milhões t/ano	Mares	Volume milhões t/ano
África	1,9	Atlântico	21,8
América do Norte	0,5	Mediterrâneo	1,5
América do Sul	0,3	Índico	6,2
Ásia	10,2	Pacífico	52,9
Europa	1,4	Antártida	0,4
TOTAL	14,3	TOTAL	82,8

Fonte: Elaborado com base no documento FAO (Op. cit. p. 9, Fig. 22), que por sua vez cita o documento FAO Year Book Statistics, Catches and Landing, 1990, vol. 70.

Sobre a dinâmica da vida dos peixes, os efeitos da ação do homem na extração deste bem e o equilíbrio biológico-econômico correspondente existem vários estudos e explicações, dos quais passa-se a fazer um resumo rápido, para, em seguida, inferir o valor deste recurso.

A explicação dos biólogos [98]

Entre os biólogos mais citados, que tratam da dinâmica e extração dos peixes, aparecem os nomes de P. F. Verbulst (1838) e M. B. Schaefer (1954), ambos citados em C. W. Clark (1976) e outros.

Afirma-se que o estoque ou biomassa da fauna aquática obedece a uma equação logística deste tipo:

[98] Esta seção desenvolveu-se com base em C. W. Clark (1976) e M. L. A. Paez (1993), mudando-se ligeiramente a nomenclatura para torná-la compatível com a utilizada no Capítulo 3.

$$X_t = \frac{X_M}{1 + be^{-at}}$$

onde:

X_t = biomassa dos peixes

X_M = biomassa máxima possível (potencial máximo ou capacidade de carga da natureza)

a e b = parâmetros

t = tempo

Ao longo do tempo, a população dos peixes deve incrementar-se sucessivamente, até atingir um máximo de X_M e estabilizar-se nesse nível. Estes acréscimos periódicos podem ser calculados derivando-se esta função em relação ao tempo, e assim aparece a seguinte função quadrática [99]:

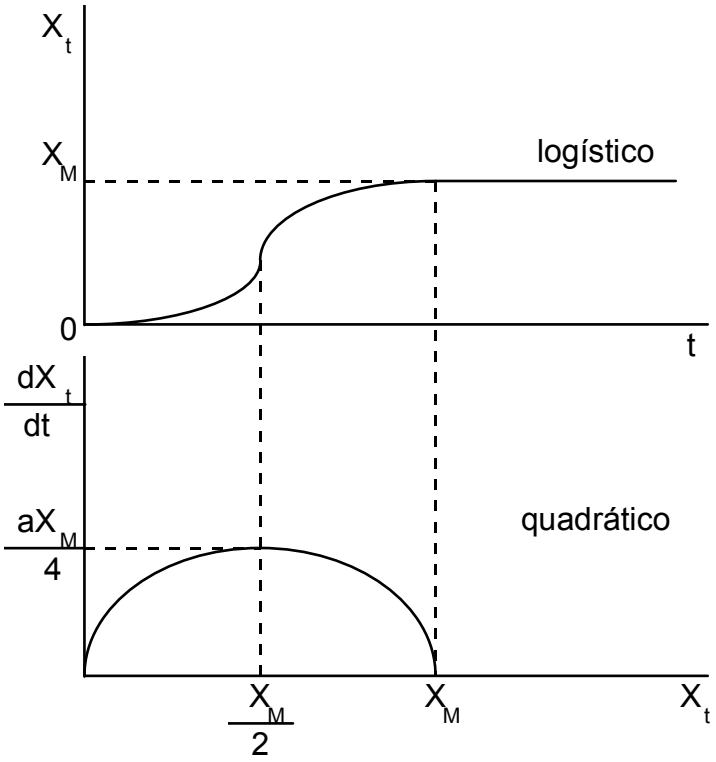
$$\frac{dX_t}{dt} = aX_t - \frac{a}{X_M} X_t^2$$

Ambas as equações, a logística de X_t e a quadrática de dX_t / dt, aparecem no Gráfico 25.

---

[99] Se $X_t = \frac{X_M}{1 + be^{-at}}$ então $\frac{dX_t}{dt} = \frac{-X_M\left(-abe^{-at}\right)}{\left(1 + be^{-at}\right)\left(1 + be^{-at}\right)}$

Gráfico 25: Crescimento natural da biomassa ao longo do tempo



Estes acréscimos periódicos atingiriam um máximo quando o tamanho da biomassa chegasse à metade da capacidade de carga, [100] $X_t = X_M / 2$, ou quando: [101] $dX_t / dt = aX_M / 4$, como aparecem identificados no último gráfico.

$$\frac{dX_t}{dt} = \frac{X_M a \left(\frac{X_M}{X_t} - 1\right)}{\left(\frac{X_M}{X_t}\right)\left(\frac{X_M}{X_t}\right)} = aX_t - \frac{aX_t^2}{X_M}$$

[100] Se $\frac{dX_t}{dt} = aX_t - \frac{a}{X_M}X_t^2$ então $\frac{d\left(dX_t / dt\right)}{dX_t} = a - 2X_t\frac{a}{X_M} = 0$ e $X_t = \frac{X_M}{2}$.

[101] Se $\frac{dX_t}{dt} = aX_t - \frac{a}{X_M}X_t^2$ e $X_t = \frac{X_M}{2}$ então $\frac{dX_t}{dt} = \frac{aX_M}{2} - \frac{a}{X_M}\left(\frac{X_M}{2}\right)^2 = \frac{aX_M}{4}$

Quando surge a mão do homem, para a caça, extração e/ou captura (H_t), tem-se que:

$$H_t = KE_tX_t$$

onde:

H_t = Volume da captura periódica

E_t = Unidades físicas do serviço de pesca, no período t

K = Coeficiente técnico da produção

Assim, a nova função dinâmica de acréscimos na biomassa seria:

$$\frac{dX_t}{dt} = aX_t - \frac{a}{X_M}X_t^2 - KE_tX_t$$

Um equilíbrio sustentável ao longo do tempo estaria subordinado, necessariamente, à seguinte relação:

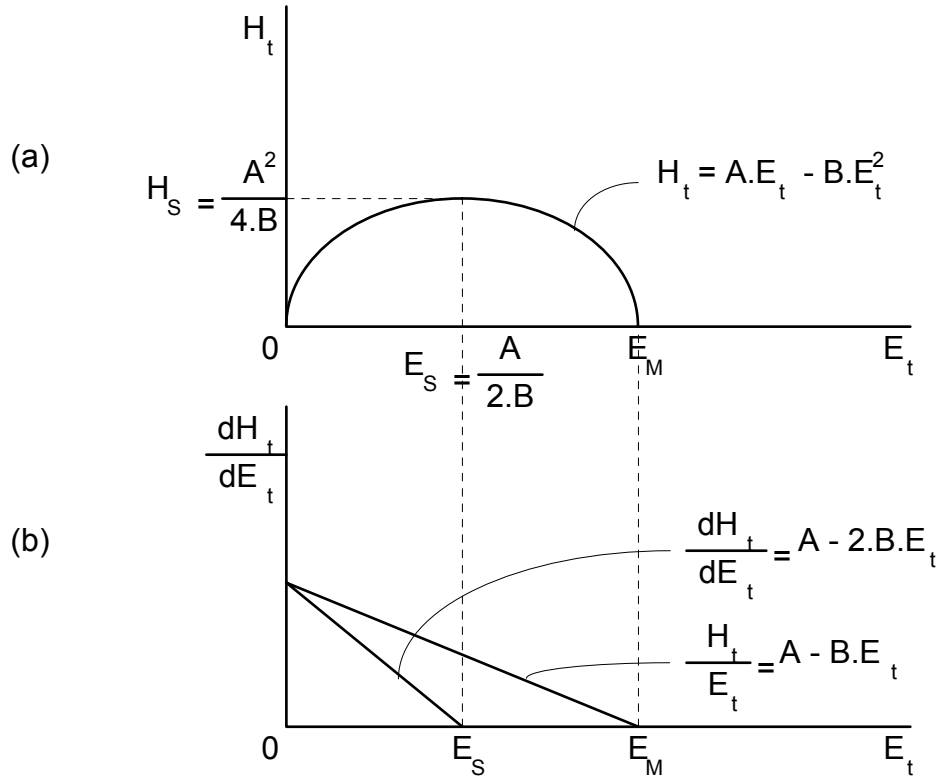
$$aX_t - \frac{a}{X_M}X_t^2 = KE_tX_t$$

De $H_t = KE_tX_t$ se deduz o valor de $X_t = \frac{H_t}{KE_t}$, e este é substituído na equação anterior:

$$a\frac{H_t}{KE_t} - \frac{a}{X_M}\left(\frac{H_t}{KE_t}\right)^2 = KE_t\frac{H_t}{KE_t} \Rightarrow H_t = KX_ME_t - \frac{X_MK^2E_t^2}{a}$$

Fazendo $A = KX_M$ e $B = \frac{X_M K^2}{a}$, tem-se $H_t = AE_t - BE_t^2$, uma função quadrática, que envolve a dinâmica natural dos peixes e uma extração sustentável destes últimos. No Gráfico 26 apresenta-se esta função modificada, com a função de seus valores médios (H_t / E_t) e marginais (dH_t / dE_t) correspondentes.

Gráfico 26: Extração sustentável: total, média e marginal



O valor máximo do esforço sustentável (E_s) dar-se-ia no ponto [102] $E_s = A/2B$ e a correspondente extração máxima sustentável (H_s) no ponto [103] $H_s = A^2/4B$, como aparece no Gráfico 26 (a).

Ao ponto H_s, anterior corresponde o mesmo ponto do valor máximo possível, dos acréscimos periódicos, $aX_M/4$, do Gráfico 25, assim como o ponto E_s é equivalente ao ponto $X_M/2$ correspondente. [104]

Assim, superpondo as equações e Gráficos 25 e 26 deduz-se que ultrapassando o nível do esforço E_s conseguir-se-á decréscimos marginais na captura total e, mais ainda, esforços maiores aplicados a E_M significarão redução absoluta da população dos peixes.

---

[102] Se $H_t = AE_t - BE_t^2$ então $\frac{dH_t}{dE_t} = A - 2BE_t = 0$

Logo $E_t = \frac{A}{2B} = E_s$

[103] Se $H_t = AE_t - BE_t^2$ e $E_t = \frac{A}{2B} = E_s$

Então $H_t = A\left(\frac{A}{2B}\right) - B\left(\frac{A}{2B}\right)^2$ $\qquad H_t = \frac{A^2}{4B} = H_s$

[104] Se $H_s = \frac{A^2}{4B}$, $A = KX_M$ e $B = \frac{X_M K^2}{a}$

Logo $H_s = \frac{(KX_M)^2}{4\left(\frac{X_M K^2}{a}\right)} = \frac{K^2 X_M^2}{4\frac{X_M K^2}{a}} = \frac{aX_M}{4}$

A explicação dos economistas

Os economistas, desde a época de Marshall (1890), também mostram interesse em entender o comportamento dos recursos do mar.

> *"Quanto ao mar, diferem as opiniões. Seu volume é enorme, e o peixe é muito prolífico; muitos pensam que o homem pode pescar quantidades quase ilimitadas sem afetar apreciavelmente o número de peixes que restam no oceano; ou, em outras palavras, que a lei do rendimento decrescente não se aplica bem à pesca marítima: enquanto outros acham que a experiência mostra cair a produtividade das zonas de pesca intensamente trabalhadas, mormente por barcos a vapor. A questão é importante, pois a futura população do mundo será afetada de maneira apreciável tanto pela quantidade quanto pela qualidade do peixe de que dispora..."* Marshall (1890, vol. I, p. 154).

Formalmente, foi H. S. Gordon (1954) quem iniciou o tratamento sistemático deste recurso, particularmente para os recursos demersais. Ele baseia sua análise nas seguintes afirmações:

a) O tamanho da biomassa marinha (X) é uma função do volume da extração dos peixes (H).

b) O volume da extração (H) é uma função tanto da biomassa (X) quanto do esforço desenvolvido para a extração dos peixes (E).

c) O custo originado pela extração dos peixes (C) é função do nível do esforço (E).

d) Num sistema não controlado da extração e de propriedade comum destes recursos a tendência seria de igualar o valor de venda da extração (H) e o custo total correspondente (C), desde que o preço médio e o custo unitário sejam iguais a um.

Quer dizer, ter-seia estas quatro equações:

a) $X = f(H)$

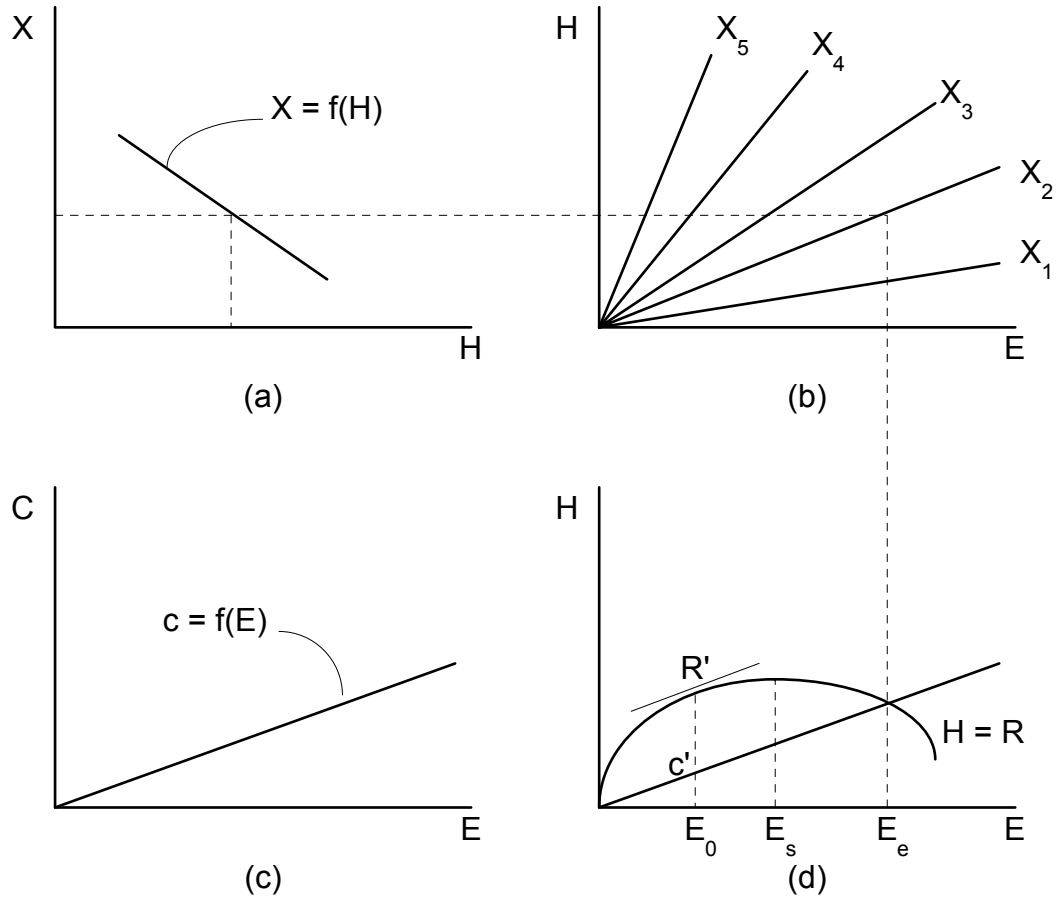
b) $H = f(X, E)$

c) $C = f(E)$

d) $C = H$

O comportamento e relações destas funções figuram, sucessivamente, no conjunto que representa o Gráfico 27.

Gráfico 27: O equilíbrio bioeconômico de Gordon



No Gráfico 27 (d), Gordon combina suas quatro equações, antes assinaladas, além da função dos acréscimos periódicos da extração dos biólogos (H), que neste caso também seria igual à receita total pela venda dos peixes (R).

Se a quarta equação estabelece que os pescadores, sob um regime de livre entrada, dirigem seus esforços até um ponto em que consigam igualar pelo menos seu custo de produção, por exemplo E_e no Gráfico 27 (d), então este ponto estaria à direita daquele ponto sustentável E_s definido no Gráfico 26, ou, mais ainda, à direita de E_M do mesmo gráfico, significando em ambos os casos extração marginal decrescente e esgotamento sucessivo dos recursos.

Gordon assinala que o ótimo econômico deveria se fixar no ponto em que se igualem a receita marginal e o custo marginal correspondente (C' = R', quando as

tangências de ambas as linhas são iguais), isto é, no ponto E_o à esquerda do ponto de extração sustentável E_s .

Daí se deduz que quanto maior for o custo de extração menor será o volume da captura, e menor sua diferença com o nível de extração sustentável, e vice-versa; em outras palavras, um imposto significaria menor nível de extração e maior nível da biomassa e vice-versa; um subsídio, maior nível da extração e menor biomassa.

Por todas estas razões, Gordon postula uma política de controle da pesca, que permita atingir o máximo dos benefícios econômicos derivados desta atividade e ao mesmo tempo preservar os recursos para o futuro; quer dizer, estabelecer o ponto da extração em E_o , no último gráfico. A propriedade comum só restaria para as espécies pelágicas, que migram continuamente.

Scott (1955) concorda com o trabalho de Gordon, porém só para o curto prazo, porque em maiores horizontes dever-se-ia considerar a situação dos mercados futuros e a oferta de peixes (biomassa) nesses períodos. Assim, nasce o seu conceito de "custo de uso", que ele assim define:

> *"a curva de custo de uso mostra o efeito de unidades sucessivas na produção corrente, no 'valor presente' da empresa" (Scott, 1955 p. 123).*

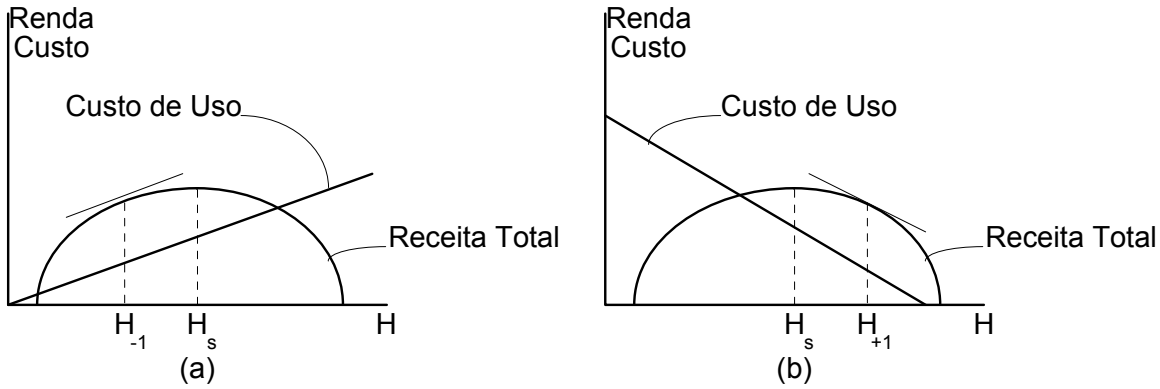
Neste ponto, Scott considera três possibilidades:

1º) Ao aumentar a extração de peixes hoje, diminui a biomassa existente, e diminui também a renda líquida, que se poderia obter por sua venda nos períodos futuros. Neste caso, a curva de custo de uso teria uma inclinação positiva (a maior uso maior custo). O equilíbrio na produção dar-se-ia no ponto em que se igualem o custo de uso marginal e a renda marginal, (H_{-1}) , ou seja, o mesmo ponto que ficaria à esquerda do ótimo de Gordon, como aparece no Gráfico 28 (a). Este seria o caso das espécies pelágicas, o salmão e também as focas.

2º) Ao aumentar a extração de peixes hoje, surgem espaços e alimentos para uma melhor reprodução deles no futuro, aumentando, assim, a renda futura. Neste caso, a curva de custo de uso teria uma inclinação negativa e o equilíbrio na produção dar-se-ia à direita do ótimo de Gordon, (no ponto H_{+1}), como aparece no Gráfico 28 (b).

3º) Ao aumentar a extração de peixes hoje, não se visualizam mudanças substanciais na oferta e renda futura. Neste caso, não existiria custo de uso. Este parece ser o caso, diz ele, das espécies demersais.

Gráfico 28: O custo de uso e o equilíbrio na produção (Scott)



Embora não se tenha verificações empíricas específicas para provar as três colocações de Scott, revisando-se algumas estatísticas pesqueiras é possível afirmar que a primeira delas é a mais aceitável, tanto porque já existem evidências históricas das perdas dos estoques e das receitas correspondentes, pelos excessos na extração, como porque, ao que tudo indica, para o conjunto do recurso já estaria se aproximando o limite crítico, como se verá mais adiante.

Entre as evidências históricas de liquidação dos estoques, tem-se o caso da anchova peruana, que desde uma extração inicial média de 2 milhões de toneladas/ano, nos anos 1959-1960, passou-se a extrair 10-12 milhões nos anos 1968-1970, liquidando-se praticamente a espécie, já que nos anos seguintes a extração desta espécie reduziu-se quase totalmente. Neste caso, deve-se reconhecer, também, os efeitos extraordinariamente prejudiciais da corrente “El Niño” desses anos (caracterizado pelo aquecimento excessivo das águas) e que se somaram a esta destruição.

Igualmente, a FAO (op. cit., p. 8) registra a queda contínua da extração de espécies altamente valorizadas, como o bacalhau (atlantic cod), merluza (cape hake), haddock e silver hake. Esta queda iniciou-se em 1970.

Por outro lado, Robinson (citado por John Butlin, em Pearce & Rose, 1975, p. 90) afirma que em 1966 a captura mundial de peixes chegou a 42% do potencialmente explorável, em 1970 a 54%, projetando-se 100% para o ano 2000. Passado este limite, entraríamos num franco processo de liquidação dos estoques.

O mesmo documento da FAO (op. cit., p. 52) informa que os custos totais da frota pesqueira mundial chegou a 124 bilhões de dólares em 1989 e a receita total a 70 bilhões, o que mostraria que o nível de operações da pesca deve estar a direita do ponto E_e no Gráfico 27 (d) ou, no melhor dos casos, perto dele, denunciando, assim, a irracionalidade biológica e econômica.

Externalidades e incertezas

A pesca também registra externalidades, especialmente negativas e também incertezas, que surgem pela propriedade comum destes recursos, e que afetam a estrutura de custos e receitas dos pescadores. Entre estas externalidades e incertezas, tem-se:

Externalidades:

(-) O custo de captura aumenta, conforme a biomassa cai.

(-) Os tipos de redes e aparelhagem da pesca afetam a sobrevivência e a biomassa.

(-) A concentração de barcos numa área determinada diminui a extração e aumenta os custos correspondentes.

(-) A captura de peixes quebra a corrente biótica da flora e fauna marinha, afetando seu equilíbrio natural.

(+) O descobrimento de um banco de peixes passa a beneficiar a todos os outros pescadores.

Incertezas:

. O volume da extração e o tipo da espécie estão sujeitos às probabilidades decorrentes do lugar e estações do ano.

. O tamanho e o tipo da biomassa estão sujeitos às mudanças climáticas, temperatura e à maior ou menor concentração de nutrientes. Vê-se, pois, que no campo das Incertezas é grande o número de fatores imponderáveis a considerar.

Oferta e demanda de peixes [105]

A oferta de peixes é, principalmente, uma função dos preços vigentes no mercado.

$$H^{O} = f(P)$$

Para elaborar a equação e a curva correspondente do Gráfico 29 assume-se, como hipótese, um ambiente de extração sustentável, e dada a seguinte igualdade:

$$\frac{dX}{dt} = \underbrace{aX - \frac{a}{X_M}X^2}_{F(X)} - \underbrace{KEX}_{H}$$

A oferta de equilíbrio sustentável se alcançaria quando:

$$F(X) = H \quad \text{ou} \quad F(X) - H = 0$$

Igualmente, se a renda total (R) for igual ao valor da venda da extração (XE) menos o custo de extração (CE):

$$R = \underbrace{PXE}_{\text{vendas}} - \underbrace{CE}_{\text{custo}}$$

Num regime de livre entrada o limite da produção significaria, pelo menos, cobrir custos:

---

[105] Para esta parte utilizou-se o trabalho de C.W. Clark (1976).

$$PXE = CE \quad \text{ou} \quad PXE - CE = 0 \quad \text{ou} \quad X = \frac{C}{P}$$

Substituindo-se o valor de X na equação de partida:

$$\frac{dX}{dt} = a\frac{C}{P} - \frac{a}{X_M}\left(\frac{C}{P}\right)^2 - KE\frac{C}{P}$$

Para achar a interseção no eixo das ordenadas faz-se H = 0.

$$a\frac{C}{P} - \frac{a}{X_M}\left(\frac{C}{P}\right)^2 = 0$$

$$a\frac{C}{p} = \frac{a}{X_M}\frac{C}{P}\frac{C}{P} \quad \text{e} \quad P = \frac{C}{X_M}$$

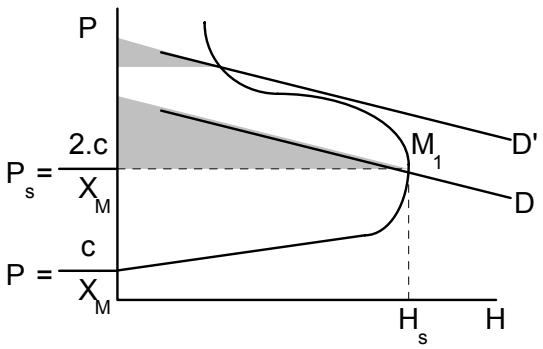
Igualmente, o máximo valor pela venda dos peixes se alcançará quando dX/dt obtenha seu máximo valor em função de P, quer dizer:

$$\frac{d(dX/dt)}{dP} = \frac{-aC}{P^2} - \frac{2aC^2}{X_M P^3} = 0$$

$$\frac{aC}{P^2} = \frac{2aC^2}{X_M P^3} \quad \text{ou} \quad P = \frac{2C}{X_M}$$

Neste ponto, a oferta sustentável atingiria seu máximo valor em quantidade, e pressões maiores significariam girar a curva da oferta à esquerda, como aparece no Gráfico 29.

Gráfico 29: Oferta e demanda de peixes: livre entrada e produção sustentável



A demanda de peixes também seria uma função dos seus preços de mercado, principalmente.

$$H^d = f(P)$$

Esta demanda pode ser inelástica, elástica ou infinitamente elástica. No caso de uma demanda elástica finita (D), tal como aparece no Gráfico 29, tornar-se possível deduzir que:

1º) No caso dos produtores, qualquer nível inferior a M_1 seria um convite para aumentar a produção até esgotar a renda existente.

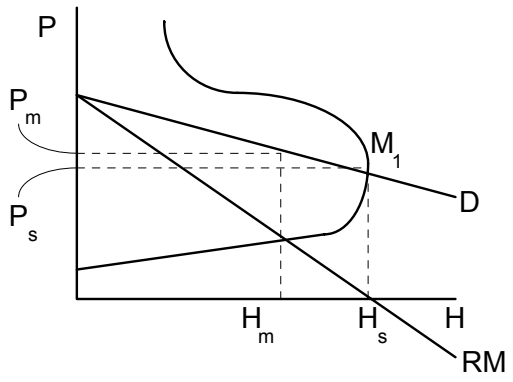
2º) No caso dos consumidores, eles teriam um excedente igual à área hachurada.

3º) Caso a demanda fosse infinitamente elástica o excedente do consumidor seria mínimo e vice-versa.

4º) Caso a demanda se elevasse a D', por razões distintas a H e P, o preço tenderia a crescer muito, a quantidade produzida diminuiria, e o excedente do consumidor também.

No caso de uma produção controlada ou um monopólio, a eficiência e o equilíbrio exigiriam igualar a receita marginal e o custo marginal, ou seja, apareceria uma curva RM da receita marginal, a mesma que, ao interceptar a curva de custo marginal correspondente, definiria um ótimo na produção. No Gráfico 30 aparecem H_m e P_m como a quantidade e o preço em monopólio.

Gráfico 30: Oferta e demanda de peixes: entrada controlada ou monopólio



Neste caso, então, a produção seria menor que o máximo sustentável $(H_m < H_s)$ e, igualmente, o preço ligeiramente maior $(P_m > P_s)$; neste sentido, a entrada controlada ou o monopólio, que buscam maximizar a renda do produtor ou do dono do recurso, aparecem também como melhor guardião destes estoques, embora o excedente do consumidor fosse, neste caso, menor que na livre entrada.

Biomassa, extração e valor dos recursos pesqueiros

Como corolário de tudo que foi repassado, pode-se deduzir que o tamanho da biomassa marinha mundial esteve, no intervalo dos anos 1966 e 1970, entre 500-400 milhões de t; [106] uma vez que os cálculos e projeções assinalam que no ano 2000 estar-se-á pescando o máximo permissível, é de se supor que os níveis atuais da extração estariam margeando estes limites (80-100 milhões t/ano).

---

[106] Segundo as citações de M. Robinson, a relação pesca real/pesca ótima, foram de 42% e 54% nos anos 1966 e 1970 e como o nível de extração destes anos foi de 54 e 60 milhões de toneladas (FAO, op. cit. p. 4), deduz-se que o nível ideal de pesca nestes anos era de 128 e 111 milhões de toneladas, sucessivamente. Como a captura sustentável tem estas relações: $H_s = A^2 / 4B$ (Gráfico 26) $H_s = aX_M / 4$ (Gráfico 25), logo a biomassa total X_M deve flutuar entre 500-400 milhões de toneladas.

Evidentemente, este volume ótimo e sustentável da extração, que é uma média aproximada e cuja exata dimensão deve estar sujeita a pesquisas mais aprofundadas, não constitui motivo bastante para se negar que, em algumas espécies e localidades, estes limites já foram ultrapassados, como nos casos citados das anchovas peruanas e das quatro espécies mencionadas anteriormente.

Aceitando-se, com todas as suas limitações, essas colocações, pode-se afirmar, então, que o valor deste recurso marinho é igual ao volume da extração atual vezes seu preço de mercado hoje, e, insistindo-se no pressuposto de pesca controlada e seletiva, este ganho líquido seria projetado no tempo, com vistas à perpetuidade, e devidamente descontado, nos daria o valor atual líquido desta riqueza:

Extração Pesqueira Marinha, 1989 (FAO, op. cit. p. 17):

Volume:	80.910 mil toneladas
Valor Médio:	US$ 861,5 toneladas
Valor Total:	US$ 69.704 bilhões

Valor atual de um fluxo perpétuo deste valor total:

$$\mathrm{VAL} = \frac{69.704}{0{,}12} = \mathrm{US\$}\ 580.866 \text{ bilhões de 1989}$$ [107]

Sob este enfoque, a riqueza da fauna marinha de toda a humanidade teria um valor médio superior a 500 bilhões de dólares. A mecânica seguida teria que ser refeita com dados mais apurados e atualizados, para as m espécies e n localidades da Terra, a fim de se determinar, desta forma, o tamanho da biomassa existente (X_M) e o

[107] Este valor se obtém aplicando a fórmula da perpetuidade, deduzido no item 4.2, e utilizando uma taxa de juros de 12% ao ano.

volume a ser extraído sustentavelmente (X_s) . Este último volume, multiplicado pelos preços vigentes para cada uma das m espécies e n localidades, daria o valor total e o valor atual da riqueza marinha ou da fauna hidrobiológica em geral. Este último valor, por sua vez, serviria para definir uma política de investimentos, controle, cotas, taxas e impostos neste ramo.

Breve Referência sobre a Pesca no Brasil

Aparentemente, a riqueza do mar brasileiro não se destaca entre as fontes da vida econômica do país, e o volume de sua participação na dieta do consumidor é bastante baixo (quatro quilos por ano, enquanto que no resto do mundo é de dezoito). Esta limitação seria conseqüência da "pobreza" de seu mar adjacente, como diz Paez (1993):

> *"O Brasil possui limitada potencialidade de expandir a produção pesqueira através da pesca extrativa. A despeito da extensão do litoral brasileiro, suas águas territoriais são pobres em nutrientes, levando a estimar que a produção de recursos pesqueiros marinhos e estuarinos poderá, no máximo, dobrar seus níveis atuais, alcançando volumes de captura entre 1.400 e 1.700 toneladas (Neiva, 1990)..."* (Paez, 1993, p. 57).

Entretanto, vê-se na Tabela 8 como todos os países vizinhos ao Brasil e também países de outros continentes aumentam grandemente seu volume de extração, em níveis bastante superiores ao que corresponderia ao Brasil devido à extensão de sua faixa costeira no Atlântico Sudoeste. O volume de captura do Brasil, no período 1970-1975, sobrepassava os 2/3 do total correspondente ao Atlântico Sudoeste; no período 1987-1989, entretanto, esta relação se reduziu para menos de 1/3 (coluna 7, da Tabela 8).

Tabela 8: Volume da extração pesqueira no Atlântico Sudoeste

Milhares t

Anos	Brasil		Argentina	Uruguai	Outros países	Total	Brasil /Total %
	Total (1)	Sardinha (2)	(3)	(4)	(5)	(6) = 1 + 3 + 4 + 5	(7) = 1 / 6
1970	480	135	209	13	33	735	65
1971	525	161	222	14	19	780	67
1972	543	171	231	21	14	809	67

1973	676	228	294	18	14	1.002	67
1974	547	201	286	16	20	869	63
1975	579	184	217	26	18	840	69
1976	515	94	272	34	19	840	61
1977	563	146	393	48	46	1.050	54
1978	584	145	527	74	56	1.241	47
1979	656	149	567	108	107	1.438	46
1980	619	146	392	120	142	1.273	49
1981	611	116	365	147	124	1.247	49
1982	619	99	473	119	315	1.526	41
1983	671	139	413	143	465	1.692	40
1984	743	136	313	133	367	1.556	48
1985	756	124	410	138	371	1.675	45
1986	717	126	418	140	543	1.818	39
1987	702	91	554	137	929	2.322	30
1988	624	65	485	107	1.017	2.233	28
1989	640	78	478	121	930	2169	30
1990		32					

Fonte: Elaborado com base nos documentos da FAO (op. cit., p. 57) e Paez (1993, p. 58). Este último serviu especificamente para a sardinha no Brasil.