



14

**Avaliação
de serviços
ecossistêmicos
em Florestas com
Araucária**

Junior Ruiz Garcia
Lucilia Maria Parron

Introdução

A utilização maciça dos recursos naturais pela sociedade, ao longo do século XX (Hernández-Blanco; Constanza, 2019), tornou evidente que esses recursos, não são dádivas gratuitas e livres da natureza (Say, 1966; Gómez-Baggethun et al., 2010). Na verdade, esses recursos são esgotáveis, mesmo aqueles considerados até recentemente como renováveis, se a taxa de extração superar a de reposição (Pearce; Turner, 1990). Se a taxa de desmatamento, por exemplo, superar a taxa de regeneração florestal, esse recurso será extinto ao longo do tempo, mesmo sendo tratado como um recurso renovável. O reconhecimento, ainda que parcial, pela sociedade, de que o uso dos recursos naturais resulta em custos reais e potenciais, e que nem todos estão cobertos pela economia de mercado, contribuiu para a sua inserção na agenda política e de pesquisa.

Os recursos naturais representam os benefícios do ecossistema que contribuem direta ou indiretamente para o bem-estar humano. Esses benefícios têm sido definidos como bens e serviços ecossistêmicos, e a degradação dos ecossistemas tem influenciado na capacidade de provisão desses serviços. Essa nova realidade vem demandando uma profunda revisão da relação que a sociedade mantém com o meio ambiente. Um dos maiores obstáculos para o desenvolvimento e implementação de estratégias de conservação é o pouco conhecimento sobre o valor econômico (monetário) dos benefícios sem valor de mercado, gerados pelos sistemas naturais e produtivos (Sanderson et al., 2013). Como muitos serviços ecossistêmicos são disponíveis gratuitamente, sem mercados e sem sistemas de atribuição de preços, o seu verdadeiro valor no longo prazo não é incluído nas estimativas econômicas. Nesse sentido, a avaliação econômica de tais benefícios faz com que o uso e conservação do capital natural sejam mais eficientes.

Estima-se que existam menos de 3% da cobertura original da Floresta com Araucária no Brasil (SOS Mata Atlântica, 2019). O objetivo deste capítulo é apresentar e discutir métodos que permitam avaliar a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pela Floresta com Araucária, a fim de fornecer subsídios para a criação de programas de incentivo à recuperação e conservação desses remanescentes florestais. Além disso, o capítulo discute a viabilidade de conciliar a conservação com o uso econômico, com base em sistemas integrados de manejo de remanescentes da Floresta com Araucária.

O capítulo está organizado em três seções. A primeira apresenta uma breve revisão teórica dos serviços ecossistêmicos, em ecossistemas florestais. Na sequência é realizada uma discussão sobre o valor dos recursos naturais e dos principais métodos de valoração de serviços ecossistêmicos. A última seção discute alguns incentivos à conservação da Floresta com Araucária, em função de sua importância como provedora de serviços ecossistêmicos e do seu elevado grau de degradação.

Serviços ecossistêmicos em ecossistemas florestais

As áreas de remanescentes de cobertura florestal nativa são consideradas a expressão máxima e sintética da biodiversidade dos ecossistemas¹ (Ipardes, 2010). É possível acrescentar que as florestas representam, no limite, o principal componente ecossistêmico responsável pela manutenção da qualidade ambiental. Desse modo, a cobertura florestal representaria um importante

¹ Um ecossistema pode ser caracterizado como um sistema composto por comunidades de plantas, animais e microrganismos e pelo meio ambiente não vivo – ou seja, composto por diversos subsistemas ou sub-ecossistemas –, que mantêm estreita e contínua interação unidirecional ou bidirecional (efeito de *feedback* ou retroalimentação) entre esses componentes (Miller; Spoolman, 2013).



indicador de qualidade dos ecossistemas e da capacidade de provimento de serviços ecossistêmicos (Millenium Ecosystem Assessment, 2003)². Neste sentido, a avaliação de serviços ecossistêmicos em florestas naturais pode fornecer importantes subsídios para a formulação de políticas que materializem o reconhecimento dos benefícios advindos das florestas e não remunerados devido às falhas de mercado, contribuindo para a recuperação e a conservação de remanescentes florestais.

Os componentes dos ecossistemas são interdependentes e sua dinâmica complexa resulta do número e da variedade desses componentes que estão em constante interação (Daly; Farley, 2011). As principais propriedades que contribuem para a relativa estabilidade dinâmica dos ecossistemas são variabilidade, resiliência e limiares (ou pontos de ruptura) (Millenium Ecosystem Assessment, 2003), as quais assumem um papel central na manutenção dos ecossistemas, de suas funções e no provimento de serviços ecossistêmicos.

O artigo 2º da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD) destaca que biodiversidade e ecossistema são conceitos estreitamente relacionados. Acima de tudo, fisicamente, são estruturas interdependentes (ONU, 1993). A biodiversidade é a variabilidade entre os organismos vivos, o que inclui a diversidade dentro e entre espécies e a diversidade dentro e entre ecossistemas. A biodiversidade é a fonte de muitos bens do ecossistema, como alimentos e recursos genéticos. Mudanças na biodiversidade dos ecossistemas podem levar a mudanças no seu funcionamento, incluindo o fornecimento de serviços ecossistêmicos (Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

A resiliência pode ser entendida como uma medida da magnitude dos distúrbios que podem ser absorvidos pelo ecossistema, sem que altere suas condições naturais (Arrow et al., 1995). Neste contexto, qual é o volume de recursos madeireiros e não madeireiros que pode ser extraído de uma Floresta com Araucária, sem que altere sua condição natural ou afete de maneira irreversível sua resiliência? Entretanto, quando a capacidade de recuperação (resiliência) é ultrapassada, existe a possibilidade de perdas irreversíveis na estrutura ecossistêmica. O ponto de ruptura da resiliência do ecossistema é conhecido como limiar. Os limiares são desvios drásticos, geralmente súbitos, menores que uma década, no comportamento 'normal' dos ecossistemas (Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

A fonte primordial de bem-estar humano é o fluxo de serviços ecossistêmicos, os quais representam os benefícios apreendidos dos ecossistemas, de forma direta ou indireta, pela sociedade (Millenium Ecosystem Assessment, 2003). A publicação dos relatórios da Avaliação Ecossistêmica do Milênio contribuiu para consolidar e divulgar para a sociedade, além de incluir na agenda política, a importância dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar e para a economia.

Os serviços ecossistêmicos têm sido classificados em suporte, regulação, provisão e socioculturais (Millenium Ecosystem Assessment, 2003) (Figura 1).

Os serviços de suporte propiciam as condições necessárias para que os demais serviços possam ser disponibilizados à sociedade. Os benefícios ocorrem, em sua maioria, de maneira indireta, e manifestam-se no longo prazo, como a formação do solo, a ciclagem de nutrientes, a produção primária, que estão na base do crescimento e da produção. Os serviços de provisão compreendem os produtos obtidos dos ecossistemas e oferecidos diretamente à sociedade, como alimentos e fibras naturais, madeira para combustível, água e material genético.

² O Millennium Ecosystem Assessment (MEA) foi um programa de quatro anos concebido para responder às necessidades de tomadores de decisão política e científica sobre a relação entre as alterações presenciadas, nas últimas décadas do século XX, na relação entre os ecossistemas e o bem-estar humano. Esse programa foi uma iniciativa do então Secretário Geral das Organizações das Nações Unidas (ONU), Kofi Annan, em junho de 2001.

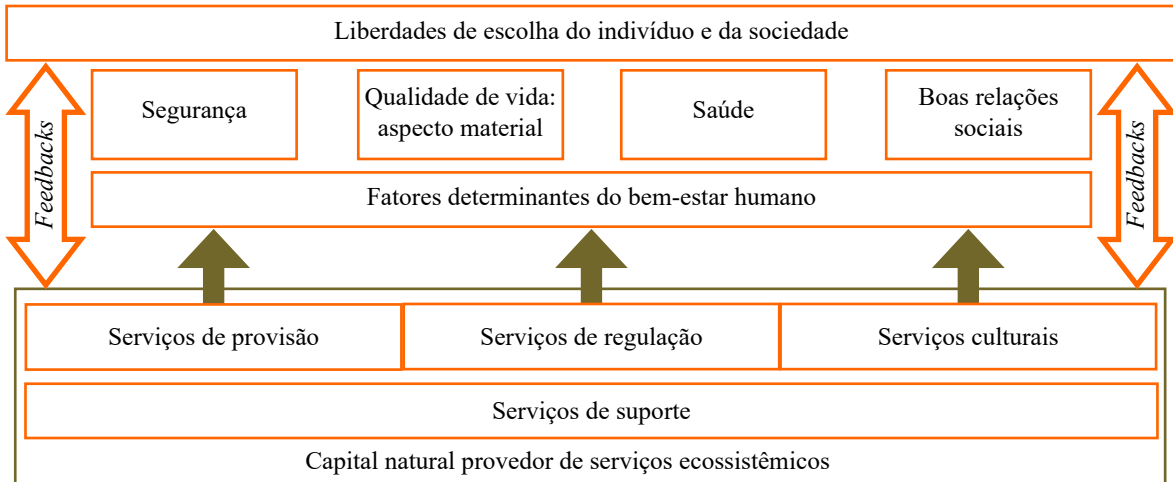


Figura 1. Grupos de serviços ecossistêmicos e relações e interdependências entre o fluxo de serviços ecossistêmicos e o bem-estar.

Fonte: preparado pelos autores com base em Millenium Ecosystem Assessment (2003).

Os serviços de regulação englobam os benefícios obtidos pela sociedade, a partir da regulação natural dos processos ecossistêmicos, tais como a regulação do clima, a regulação dos fluxos de água, o controle da erosão, a redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico, e a polinização. Os serviços culturais são os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas que contribuem para o bem-estar da sociedade, como enriquecimento espiritual e cultural, desenvolvimento cognitivo, reflexão sobre os processos naturais, oportunidades de lazer, turismo e recreação (Figura 1). A partir dessa abordagem, as florestas podem ser vistas como responsáveis pelo provimento de um conjunto de serviços ecossistêmicos.

Exceto os serviços de provisão, a maioria dos outros serviços não tem preço apesar do seu valor inestimável para a sociedade. A colheita do pinhão é o serviço de provisão mais importante em fragmentos florestais com araucária, juntamente com o serviço de regulação, captura e estocagem de carbono e o serviço sociocultural de lazer e contemplação provido por sua beleza cênica (Apremavi, 2018). Fichino et al. (2017) identificaram alguns *trade-offs* relacionados aos serviços de provisão, de suporte e de regulação na Floresta com Araucária, em diferentes intensidades da colheita do pinhão. Os indicadores de serviços ecossistêmicos avaliados nesse estudo foram: número de pinhões germinados, número de mudas, biomassa de árvores jovens com diâmetro à altura do peito (DAP) entre 5-10 cm e quantidade de pinhões consumidos pela fauna, os quais podem ser classificados como serviços de suporte; pinhões colhidos de cada árvore fêmea como serviços de provisão; armazenamento de carbono em árvores com DAP maior que 5 cm como serviços de regulação.

Os resultados mostraram que a intensidade de colheita do pinhão impacta mais fortemente os indicadores de conservação de *A. angustifolia*, (ex. quantidade de pinhões colhidos em relação ao de pinhões germinados, número de plântulas, biomassa de árvores jovens etc) que aqueles relacionados à conservação do ecossistema e ao armazenamento de carbono. A prática de colheita do pinhão pode ser sustentável, desde que não exceda o limite de 85% dos pinhões produzidos (Fichino et al., 2017). As informações revelam a importância da Floresta com Araucária no provimento de serviços ecossistêmicos. O referido estudo também apresentou alguns atributos dos ecossistemas florestais que podem assegurar a sustentabilidade da floresta.

Para uma adequada valoração dos serviços ecossistêmicos em remanescentes de Floresta com Araucária, que leve em conta as dimensões ecológica, sociocultural e econômica, é fundamental realizar uma avaliação ecossistêmica aprofundada. Segundo Romeiro e Maia (2011), a avaliação ecossistêmica deve ser considerada como o ponto central da valoração dos serviços ecossistêmicos sustentada pela Economia Ecológica (Andrade, 2008; Cechin; Veiga, 2010). É preciso considerar a complexidade dos ecossistemas, as interdependências biofísicas de seus componentes e suas estreitas interações com o sistema socioeconômico.

Valor dos recursos naturais e os principais métodos de valoração de serviços ecossistêmicos

Uma adequada avaliação ecossistêmica deve apresentar as fortes interações entre seus elementos e as fracas em suas áreas limítrofes; adotar uma visão pragmática de suas fronteiras, as quais dependerão dos objetivos da pesquisa (Millenium Ecosystem Assessment, 2003). Um caminho prático para a delimitação de um ecossistema seria a construção de um conjunto de mapas que apresente os componentes mais significativos de um ecossistema. Essa proposta tem por objetivo mapear as discontinuidades do ecossistema, a distribuição dos organismos, ambiente biofísico (topografia, tipos de solos, bacias hidrográficas, a profundidade do corpo d'água etc.) e as interações espaciais (variedade de habitats, padrões de migração, fluxos de matéria etc.) (Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

Cabe destacar que os serviços ecossistêmicos são dotados de valor ecológico, sociocultural e econômico (Figura 2). O valor dos serviços ecossistêmicos é uma forma de revelar sua importância para o bem-estar da sociedade. Assim, a valoração compreende a identificação do valor dos serviços ecossistêmicos para a sociedade, os quais podem ou não ser expressos na métrica monetária. A partir do valor total dos respectivos serviços será possível traçar as linhas gerais que deverão nortear a tomada de decisão referente ao uso e ocupação das terras.

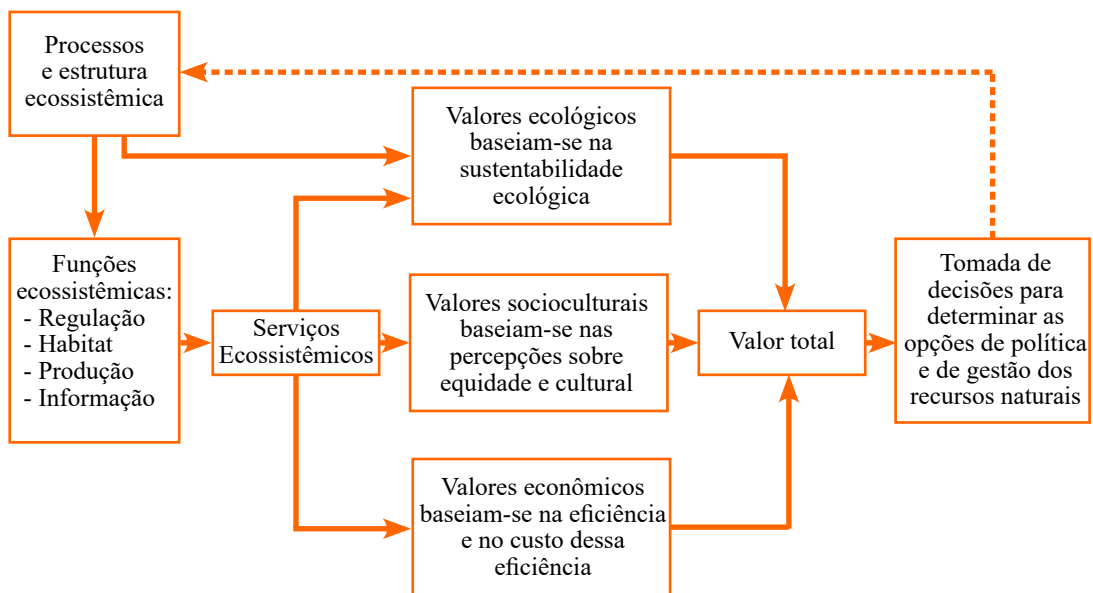


Figura 2. Avaliação integrada das funções e serviços ecossistêmicos.

Fonte: adaptado de De Groot et al. (2002, p. 394).

A ausência de mercados para os serviços ecossistêmicos se mostra como um grande desafio a ser transposto pela sociedade, para auxiliar na adequada gestão ambiental. Como a sociedade pode alocar os recursos naturais e distribuir os seus benefícios sem os sinais dos preços via mercado? A proposta da Economia Neoclássica tem sido a adoção de diversos instrumentos que possam “revelar” os valores dos serviços ecossistêmicos (Garcia, 2013). Neste sentido, a valoração dos serviços ecossistêmicos significa captar a importância monetária atribuída pela sociedade ou sua contribuição para o bem-estar. A “valoração ambiental” da Economia Neoclássica dispõe de um conjunto de técnicas para estimar os valores monetários dos recursos naturais.

Nesta perspectiva, o valor econômico total dos recursos naturais (VET) é composto pelo valor de uso direto e indireto e de não uso, que inclui o valor de opção, existência, herança ou quase opção (Figura 3). O valor de uso é atribuído pela sociedade pelo uso efetivo do recurso natural no presente (direto ou indireto). O valor de não uso é aquele atribuído pela sociedade referente aos valores sociais, não econômicos, mas que estariam associados ou não ao uso potencial no futuro dos recursos naturais.

VET dos recursos naturais	De uso	Direto	Uso direto dos recursos naturais
		Indireto	Uso indireto dos recursos naturais
	De não uso	Opção	Uso direto ou indireto futuro dos recursos
		Existência	Direito à vida
		Herança	Legado às futuras gerações
		Quase opção	Parcela possível de ser utilizada do recurso em função do aumento do conhecimento.

Figura 3. Decomposição do Valor Econômico Total dos recursos naturais (VET)¹.

Fonte: adaptado de Maia et al. (2004, p. 4).

Nota: ¹os recursos naturais podem incluir os serviços ecossistêmicos ou componentes do capital natural, por exemplo, os minerais.

A valoração econômica pressupõe que os agentes estejam dispostos a transacionar os recursos naturais (Liu et al., 2010). O valor monetário do recurso natural será baseado em bens e serviços econômicos, com sistemas de preços bem definidos. Os métodos de valoração da economia neoclássica são baseados no arcabouço teórico da microeconomia do bem-estar, excedente do consumidor e do produtor, custo de oportunidade, noção de disposição a pagar e a receber, eficiência econômica, equilíbrio geral e bem-estar social (Mueller, 2007). Os principais métodos de valoração econômica são agrupados em: i) Diretos ou Demanda; ii) Indiretos ou Função de Produção; iii) Preços de Mercado (Figura 4)³.

³ Para mais informações sobre os métodos de valoração econômica dos recursos naturais ver Maia et al. (2004), May et al. (2000), Seroa da Motta (2011), Romeiro e Maia (2011).

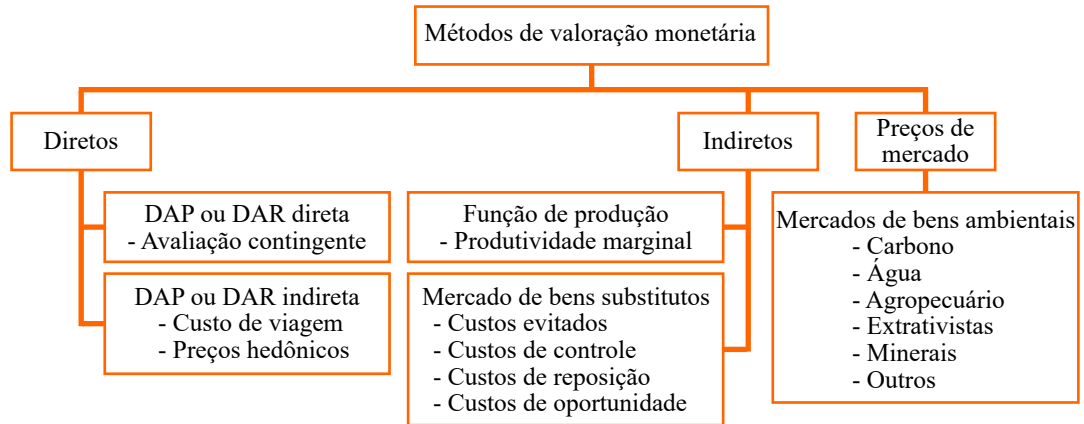


Figura 4. Métodos de valoração econômica dos recursos naturais.

Fonte: adaptado de Maia et al. (2004, p. 4).

Os métodos diretos buscam captar os valores dos recursos naturais a partir das preferências dos agentes. O objetivo é identificar a disposição a pagar pela recuperação e, ou preservação de um ecossistema ou a receber pela perda da qualidade ambiental dos indivíduos, em termos da variação quantitativa e, ou qualitativa dos recursos naturais, obtida a partir da consulta direta aos agentes (Mueller, 2007; Seroa da Motta; Ortiz, 2018)⁴. A seguir, são descritos os métodos com base nos trabalhos de Farber et al. (2002), Maia et al. (2004), Seroa da Motta (2011), Romeiro; Maia (2011) e Masiero et al. (2019).

O método avaliação contingente (MAC) consiste na aplicação de questionários em uma amostra de indivíduos, cujo objetivo é que esses revelem suas preferências em relação aos recursos naturais não disponíveis no mercado. O método simula um mercado hipotético, no qual o indivíduo é informado sobre os atributos do recurso natural valorado, mas sem informar que o mercado não existe (Masiero et al., 2019). Com base nessas informações, o indivíduo é induzido a revelar sua disposição a pagar ou a receber. O método é flexível e adaptável a vários contextos de valoração econômica, mas sua aplicação exige atenção especial quanto ao planejamento e execução da pesquisa, ou seja, um rigor metodológico.

O uso da Avaliação Contingente pode ser ilustrado com base no estudo realizado por Adams et al. (2008), para avaliar o valor de existência do Parque Estadual Morro do Diabo, que ocupa uma área de 35 mil hectares no oeste do estado de São Paulo. A disposição a pagar pela conservação do parque e dos demais remanescentes da Mata Atlântica no Estado foi estimada em US\$ 2.113.548 ano⁻¹ ou US\$ 60,39 ha⁻¹ ano⁻¹. Os resultados mostraram também alta incidência de disposição a pagar nula e de votos de protesto. No estudo, a disposição a pagar estimada esteve fortemente associada à capacidade de pagamento da população, aumentando conforme os níveis de renda.

O método dos Preços Hedônicos busca estabelecer uma relação entre os atributos ambientais de um bem econômico e seu preço de mercado. Adota-se o pressuposto de que o preço de alguns bens varia em função do preço de outros bens, isto porque os bens são “complementares” (Masiero et al., 2019). A estimativa da diferença de preços entre bens econômicos similares, mas com atributos distintos, representaria a disposição a pagar dos agentes, para se beneficiar de um recurso

⁴ A aplicação dos métodos diretos exige cuidados metodológicos (Farber et al., 2002, Maia et al., 2004, Seroa da Motta, 2011).



natural. O mercado imobiliário leva em conta alguns atributos ambientais na definição do preço dos imóveis. A presença, por exemplo, de um parque natural com exemplares de araucária pode influenciar no preço do imóvel. Isto porque os consumidores preferem um imóvel com uma vista para uma Floresta com Araucária do que um imóvel idêntico sem essa vista. Essa disposição a pagar reflete a importância dos serviços socioculturais providos pela Floresta com Araucária.

O método Custo de Viagem consiste na avaliação dos gastos incorridos pelas pessoas para se beneficiarem dos serviços fornecidos por recursos naturais dotados, por exemplo, do atributo beleza cênica. O método poderia ser usado para estimar o custo total de visitação, para acessar um fragmento de Floresta com Araucária que seja aberto à visitação. O valor será considerado a máxima disposição a pagar da pessoa pelos recursos ambientais oferecidos pelo parque em questão. Maia e Romeiro (2008) usaram o método custo de viagem para avaliar o valor econômico do Parque Nacional da Serra Geral, localizado entre os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, ocupando 17,3 mil hectares. O estudo, realizado entre abril e setembro de 2004, forneceu subsídios para uma decisão judicial a respeito do processo de desapropriação e indenização dos proprietários de terras na área do parque. Os benefícios líquidos providos pelo parque para os visitantes foram estimados em R\$ 33 milhões ano⁻¹.

Os métodos baseados na Função de Produção têm por objetivo avaliar o valor dos recursos naturais em relação à sua contribuição para a produção de bens e serviços econômicos (Seroa da Motta, 2011; Romeiro; Maia, 2011). A valoração pode ser realizada com base na Produtividade Marginal ou na Produção Sacrificada.

Na valoração baseada na Produtividade Marginal, o ecossistema é considerado um fator de produção, portanto as variações na quantidade e, ou qualidade dos recursos naturais podem afetar a produtividade das atividades econômicas. Assume-se que o valor do recurso natural na função da produção representa seu valor de uso. Assim, a valoração busca encontrar a associação entre a variação no recurso natural (quantidade e, ou qualidade) e as alterações na produção de bens econômicos, os quais são negociados no mercado (Seroa da Motta, 2011; Romeiro; Maia, 2011). No caso de *A. angustifolia*, o seu elevado estágio de degradação, acompanhado pela proibição do corte no Brasil, reduziu a zero a produção de sua madeira. Por conseguinte, o seu valor seria representado pela queda na oferta de bens econômicos produzidos com a sua madeira. O método da Produção Sacrificada tem sido aplicado com maior frequência em contextos onde existem riscos ambientais à saúde humana, como a perda temporária ou permanente da capacidade de gerar renda do indivíduo afetado (Seroa da Motta, 2011). A morte precoce de uma pessoa representaria o custo de oportunidade para a sociedade, cujo valor do recurso natural afetado será equivalente ao valor presente líquido (VPL) dos rendimentos líquidos gerados ao longo de sua vida. Nesta situação o valor das Florestas com Araucária poderia ser estimado com base nos prejuízos causados pelos danos ambientais e econômicos à sociedade, em função do desmatamento que afeta a produção econômica, por exemplo, o avanço dos processos de erosão que reduzem a produção agropecuária.

Os métodos de Valoração do Mercado de Bens Substitutos têm por objetivo estimar o valor dos recursos naturais com base nos bens econômicos substitutos, por conseguinte, esses bens possuem preço de mercado. Os métodos são apoiados na hipótese de que existem bens substitutos econômicos perfeitos para os recursos naturais (National Research Council, 1999; Romeiro; Maia, 2011). Os principais métodos são: custo de reposição, custos evitados, custos de controle, custo de oportunidade, custos irreversíveis. A aplicação do método poderia auxiliar na valoração de Florestas com Araucária, com base no valor dos bens substitutos. O valor da madeira de outras espécies florestais usada para substituir a madeira de araucária poderia ser usado para estimar o valor econômico da floresta.



O método do Custo de Reposição estima o custo de reposição dos recursos naturais degradados para restabelecer sua condição “original” (Romeiro; Maia, 2011; Masiero et al., 2019). Esse método supõe que a degradação ambiental seja reversível. Os custos da reposição de áreas de Florestas com Araucária degradadas poderiam refletir o seu valor.

O método dos Custos Evitados estima o valor dos recursos naturais com base nos gastos defensivos, substitutos ou complementares, para garantir o fluxo do produto econômico que depende do recurso natural. Este método tem sido usado para estimar os custos incorridos para não afetar a quantidade consumida ou a qualidade do recurso natural. Neste caso, os gastos incorridos pelo governo com a fiscalização das áreas protegidas poderiam ser usados para estimar o valor de Florestas com Araucária, porque representaria os custos evitados do desmatamento.

O método dos Custos de Controle baseia-se nos gastos incorridos pelos agentes, para evitar uma variação na disponibilidade dos recursos naturais. O valor dos recursos naturais é resultado do custo para melhorar a capacidade de resposta do ecossistema, em decorrência da degradação (Romeiro; Maia, 2011). Esse método é muito similar ao de Custos Evitados.

O método do Custo de Oportunidade busca estimar o custo de oportunidade da não realização de atividades econômicas, a fim de que sejam protegidas determinadas áreas naturais. O custo de oportunidade poderia ser avaliado como os benefícios econômicos do melhor uso alternativo da terra, em função da recuperação e conservação da Floresta com Araucária.

É importante destacar que os métodos indiretos captam apenas os valores de uso direto e indireto dos recursos naturais e, em algumas situações, os seus valores de opção. Isso ocorre porque estes métodos baseiam-se nos chamados “preços sombras”. Isso significa que os métodos indiretos não captam valores não econômicos. Por isso, o valor econômico total dos recursos naturais tende a ser subestimado. Embora a valoração econômica esteja relacionada às abordagens ecológicas, ainda prevalece apenas o critério econômico, à disposição a pagar ou a receber dos agentes pelos serviços ecossistêmicos e pelo capital natural.

A análise do valor econômico total dos serviços ecossistêmicos providos pela Floresta com Araucária ainda é restrita. O cálculo do custo de oportunidade é comumente usado nos estudos de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD, sigla em inglês) e programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), para apoiar a definição do valor a ser pago pela restauração ou conservação da floresta (Brancalion et al., 2017; Ickowitz et al., 2017). Em estudo realizado por Alarcon et al. (2017), o conceito de lucro líquido gerado em 1 ha ano⁻¹ foi adotado como o custo de oportunidade da terra ou o rendimento médio ha⁻¹ ano⁻¹, para a produção de leite e culturas informadas. Os resultados mostram maior interesse dos agricultores na modalidade de conservação que pode refletir na sua obrigação legal de manter, pelo menos, 20% da área de suas propriedades como florestas permanentes ou Reserva Legal (RL), conforme define o Novo Código Florestal (Brasil, 2012).

A manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APP), as quais incluem as matas ciliares em corpos d'água, tais como rios, lagos e nascentes, matas em encostas íngremes e colinas, também é obrigatória. Além disso, existem restrições adicionais impostas pela Lei da Mata Atlântica, que proíbe o desmatamento de florestas em estágio avançado de regeneração (Brasil, 2008). As florestas sob proteção legal não estão sujeitas à tributação (Brasil, 2012), mas não geram renda para os agricultores e proprietários. Nesse contexto, participar de um PSA para conservar florestas existentes ou restaurar florestas degradadas é uma alternativa atraente para os proprietários.

Os proprietários concordariam em receber uma compensação para cumprir os regulamentos ambientais, representaria a disposição a receber (DAR) dos produtores rurais, reservando apenas



aquelas terras cuja preservação já é obrigatória. Contudo, a cobertura florestal não aumentaria porque a disposição dos agricultores para restaurar áreas florestais abertas ou degradadas é seis vezes menor que aquela para conservar áreas florestais (Alarcon et al., 2017). Os proprietários esperam uma compensação monetária maior (35%) por hectare, para alterar o uso agrícola da terra para cobertura florestal, em comparação à compensação para conservar as terras já florestadas. Mesmo assim, possíveis resultados positivos do programa seriam a redução da degradação florestal e do desmatamento em pequena escala e o aumento de *compliance* (Alarcon et al., 2017).

Visão futura: incentivos à conservação da Floresta com Araucária

A manutenção de ecossistemas “saudáveis” contribui direta e indiretamente para o bem-estar humano, o desenvolvimento, a redução da pobreza e as condições de suporte à vida no Planeta Terra. Desse modo, a gestão efetiva e eficiente dos ecossistemas pode manter, ampliar e, ou preservar a capacidade de provisão dos serviços ecossistêmicos (Turner; Daily, 2008). A estrutura dos ecossistemas integrada ao sistema social necessariamente tem valor econômico, social e ambiental, porque a sua manutenção é necessária para que seja mantido o fluxo de serviços ecossistêmicos.

Parcela dos benefícios proporcionados pelos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano no sistema capitalista é formada por “bens” privados ou públicos (Daly ; Farley, 2011), portanto estão associados a uma variedade de direitos de propriedade e de arranjos institucionais. A localização no território dos recursos naturais, o que inclui os serviços ecossistêmicos, pode ser propriedade privada, propriedade de um país (propriedade pública), que constitui propriedade comum, ou mesmo ser objeto de tratados internacionais (Turner; Daily, 2008).

Um componente fundamental para a existência de ecossistemas saudáveis (Lu et al., 2015) e, consequentemente, para manter o fluxo de serviços ecossistêmicos é o capital natural⁵ (Daly; Farley, 2011). O capital natural pode ser entendido como o estoque de recursos naturais responsáveis por um fluxo de benefícios para a sociedade, tais como os serviços ecossistêmicos (Costanza; Daly, 1992). Cabe destacar que a produção de bens e serviços econômicos contribui para o bem-estar da sociedade, mas o capital natural é o fator determinante, pois sem este e sem os serviços ecossistêmicos não existiria produção econômica.

Os serviços ecossistêmicos e o capital natural não podem ser substituídos pelo capital produzido pela sociedade, pois esses são complementares (Cechin; Veiga, 2010). A produção de pinhão, por exemplo, ainda tem sido limitada aos remanescentes de Florestas com Araucária e aos poucos sistemas de produção florestais (Mello; Peroni, 2015, Wendling; Zanette, 2017). Mesmo assim, em 2016, a produção alcançou quase oito mil toneladas (Figura 5), gerando R\$ 22,4 milhões (IBGE, 2020). Portanto, qual o futuro da cadeia produtiva de coletores e consumidores de pinhão e dos demais produtos da araucária se não existirem mais essas florestas? Com o desaparecimento do capital natural, o capital produzido perde seu significado, porque seria incapaz de gerar um fluxo de benefícios para a sociedade.

⁵ O conceito de ecossistema é mais amplo, porque refere-se aos sistemas que englobam as complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físico-químicos e biológicos, nos quais a espécie humana é parte integral (Millenium Ecosystem Assessment, 2003). O conceito de capital natural refere-se apenas à parcela do estoque de recursos naturais (bióticos e abióticos) dos ecossistemas que, de fato, possam gerar algum benefício para o bem-estar humano (Costanza et al, 1997).

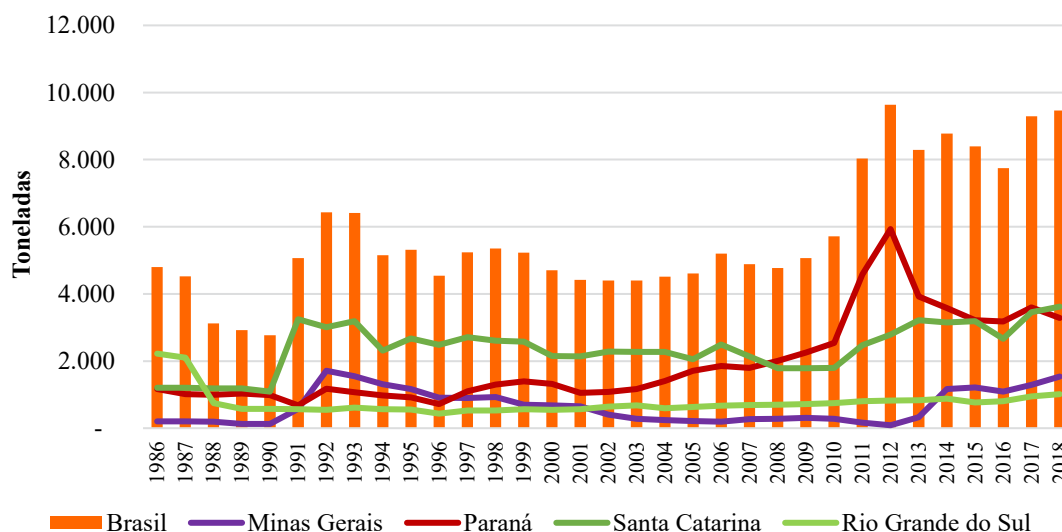


Figura 5. Evolução da quantidade produzida de pinhão no Brasil e por Estado (toneladas): 1986-2018.

Fonte: IBGE (2020).

Uma alternativa para recuperar e conservar os remanescentes de Florestas com Araucária seria estimular o seu uso integrado, fundamentado na integração da produção animal, produção agrícola e manejo florestal de erva-mate, araucária e outras espécies nativas. Os sistemas e as práticas tradicionais de gestão integrada, adotados pelos agricultores mantêm a paisagem com fragmentos florestais produtivos, favorecendo a conservação dessas espécies e o turismo rural (Mello; Peroni, 2015; Reis et al., 2018). Áreas, assim, ainda permanecem devido à tradição cultural de uso e manejo da vegetação, o que caracteriza os serviços ecossistêmicos culturais.

Ao utilizar sistemas integrados de manejo de remanescentes da floresta para atingir objetivos econômicos como a produção de erva-mate e produção de pinhão, os agricultores também podem ter perda da qualidade ambiental, com alterações na composição florística, na fertilidade química e na atividade microbiológica do solo, o que comprometeria a sustentabilidade da floresta como um todo. Por isso, é necessário elaborar uma matriz de avaliação de serviços ecossistêmicos para mostrar as condições e as alterações do ambiente, monitorizar as tendências e diagnosticar eventuais problemas ambientais.

Quando os sistemas de uso integrado contribuem para a conservação da Floresta com Araucária, os agricultores podem ser beneficiados (além da renda com a produção) com a implantação de programas de PSA. A adoção de sistemas integrados contribui para elevar a taxa de captura (sequestro) de carbono, o estoque de carbono, conservação da biodiversidade, melhoria dos serviços de provisão de água (quantitativo e qualitativo), controle de cheias e de erosão, entre outros benefícios. Além do PSA, os produtores e as regiões que adotem ações para recuperar e conservar as Florestas com Araucária poderiam ser beneficiados como a ampliação do ICMS-Ecológico⁶, com a diferenciação tributária e, inclusive, a busca por parcerias com a iniciativa privada no que se

⁶ É um instrumento de política pública instituído pioneiramente pelo estado do Paraná, a fim de estimular a recuperação e a proteção da qualidade ambiental. Do total arrecadado de ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) no estado do Paraná, 5% têm sido destinados aos municípios que adotam práticas de proteção ambiental, como áreas de mananciais e unidades de conservação. Sobre o ICMS Ecológico ver IAP (2019).



refere à responsabilidade ambiental e social das empresas. O projeto ‘Estradas com Araucárias’ é um exemplo de incentivo, por meio de programas de PSA, ao plantio de *A. angustifolia* nas divisas de propriedades rurais familiares com faixas de domínio de estradas. Os produtores rurais plantam araucárias em suas propriedades e são pagos por empresas privadas, que utilizam as árvores para compensar emissões de gases de efeito estufa, no mercado voluntário e para promover outros serviços ecossistêmicos (Oliveira, 2015).

Os faxinais são uma forma de organização social e produtiva fundamentada na integração da produção animal, mediante criadouros comunitários, produção agrícola de subsistência para consumo e comercialização, e extrativismo florestal de baixo impacto com manejo de erva-mate, araucária e outras espécies nativas (Barreto, 2011). Considerando um faxinal com 117 famílias (faxinal típico) e um projeto de implantação de 300 ha com araucária, Silva (2005) sustenta que a implantação de um sistema silvipastoril ecológico, baseado no plantio de araucária e, conseqüentemente, produção de 40 pinhas por planta, para uma densidade de 75 plantas por hectare, pode gerar uma receita familiar anual média superior ao sistema tradicional, com incremento de, aproximadamente, 445% para um período de 30 anos. Se for considerada a produção de pinhão e um programa de PSA por sequestro de carbono, o incremento médio de renda seria de, aproximadamente, 470%.

A partir do beneficiamento da semente do pinhão e da organização de uma cadeia extrativista, também é oportuno o desenvolvimento de novos artefatos, como a utilização das escamas estéreis da pinha da araucária em compósitos e sua aplicação no *design* de produtos moldados (Cezimbra, 2017). Uma estratégia a ser adotada por órgãos competentes de Estado é a elaboração de um plano de fortalecimento da cadeia extrativista com foco no mercado produtivo e em tecnologia de armazenamento e na industrialização do pinhão, visando à valorização dos remanescentes de Floresta com Araucária (Ribeiro et al., 2015).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) divide as unidades de conservação em dois grupos: o primeiro compreende as Unidades de Proteção Integral e o segundo, as Unidades de Uso Sustentável (Brasil, 2011). O SNUC, por meio das Unidades de Proteção Integral, tem desempenhado um papel expressivo na preservação dos remanescentes de Floresta com Araucária: são 21 unidades de conservação federais (como as Florestas Nacionais de Irati-PR, Canela, RS, Aparados da Serra, RS, Três Barras, SC, e Passo Fundo, RS, e os Parque Nacional das Araucárias, SC e do Itatiaia, RJ) e 47 unidades de conservação estaduais (como o Parque Estadual Campos do Jordão, SP), distribuídas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro (Indrusiak; Monteiro, 2009). No entanto, as Unidades de Conservação de Uso Sustentável ainda são inexpressivas e necessitam de regulamentação para que desempenhem sua função ecológica, social e econômica. O uso controlado dos recursos madeireiros e não madeireiros nas unidades de uso sustentável possibilitaria a autogestão dos espaços naturais protegidos, o controle dos estoques de madeira na região e, conseqüentemente, a redução da pressão sobre os remanescentes florestais locais.

Numa parceria entre o Centro de Monitoramento da Conservação Mundial do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Ministério do Meio Ambiente, Medeiros et al. (2011) identificaram que a visitação pública nas unidades de conservação federais e estaduais existentes no Brasil teria potencial para gerar R\$ 2,2 bilhões por ano; além de evitar a emissão de 2,8 bilhões de toneladas de carbono, cujo valor econômico estimado alcançaria R\$ 96 bilhões. Desse modo, o estímulo ao turismo nas Florestas com Araucária poderia contribuir para a geração de renda e emprego, como resultado de sua proteção.



Uma medida eficaz contra a fragmentação pode ser a gestão baseada no manejo da Floresta com Araucária, apoiada em métodos de ordenação florestal, como forma de garantir a melhoria da floresta em termos de estrutura, composição florística, manutenção da capacidade de reprodução e perpetuação das espécies, além de ordenar os recursos florestais (madeireiros e não madeireiros), de forma a atingir uma produção com rendimento sustentado (Rosot, 2007). Sanquetta et al. (2003) destacam que o manejo florestal pode ser um elemento decisivo para perpetuar a sobrevivência da araucária. O manejo pode contribuir para estimular a regeneração natural, aumentar as taxas de crescimento das árvores remanescentes, além de reduzir a taxa natural de mortalidade na floresta. Neste contexto, Pires et al. (2012) propuseram a criação de uma nova categoria de unidade de conservação, a Reserva Particular de Desenvolvimento Sustentável (RPDS). O objetivo seria a constituição, em áreas com cobertura florestal, com espécies predominantemente nativas, dotadas de importantes atributos ecológicos para uso múltiplo sustentável dos recursos florestais, madeireiros e não madeireiros. Essas áreas poderiam prover ao agricultor uma alternativa de renda para suas florestas e, concomitantemente, proporcionar à comunidade o aumento das áreas florestais protegidas. No entanto, não significaria usar todas as áreas florestais da propriedade, mas aquelas que permitissem o uso sustentável de seus recursos. Outra possibilidade seria o de formação de plantios comerciais da espécie, com garantias legais de exploração florestal, semelhante aos sistemas de plantio de espécies florestais exóticas.

O retorno econômico resultante da aplicação de um projeto de REDD como fonte pagadora pelos serviços ecossistêmicos de regulação climática (especificamente, sumidouro de carbono) em uma área de 4.000 ha de Floresta com *Araucaria montana* foi estimado por Mognon et al. (2014). De acordo com os resultados, seriam evitadas emissões de 319.745,9 Mg de CO₂ eq para um período de 50 anos. O cálculo considerou o valor de U\$ 9,43 Mg⁻¹ CO₂ eq e taxa de câmbio de U\$ 1,00 equivalente a R\$ 1,72, para obter uma renda bruta de R\$ 5.186.150,70. Com isso, o projeto REDD pagaria ao proprietário pelo desmatamento evitado, a compensação de R\$ 8.643 por mês ou R\$ 25,93 ha⁻¹ ano⁻¹ ao longo do projeto. Nesse cenário, o estoque de carbono corresponde a 284,27 Mg CO₂ eq ha⁻¹, que é o valor equivalente da biomassa aérea (não considerando o estoque no solo e na serapilheira). Contudo, o valor estimado para a tonelada de carbono pode sofrer variação ao longo do tempo e em função do projeto ou programa. Ainda assim, projetos REDD ou programas PSA, onde o estoque de carbono pode ser considerado como produto dos serviços prestados pela floresta, permitem aos proprietários rurais receberem compensação por serviços ecossistêmicos, podendo conservar seus remanescentes florestais e obter uma compensação financeira por isso.

Esse cenário associado a outros benefícios econômicos gerados pelos serviços ecossistêmicos prestados pela floresta representam alternativas econômicas aos proprietários rurais. O uso de dispositivos fiscais e tributários pode contribuir para a conservação da Floresta com Araucária. A isenção do Imposto Territorial Rural (ITR) para áreas particulares protegidas, como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), é uma modalidade de programa de PSA. A aplicação, por exemplo, de uma alíquota progressiva para o Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBi), em função da qualidade e tamanho do remanescente florestal, inclusive considerando o número de araucárias na propriedade, poderia fornecer um incentivo dado pelas prefeituras dos municípios, para a restauração florestal (Pires et al., 2011).

O programa produtor de água, gerenciado pela Agência Nacional de Águas (ANA), representa outra iniciativa para a recuperação e conservação das Florestas com Araucária. Esse programa é um exemplo de PSA que remunera produtores rurais pela manutenção dos mananciais, reflorestamento de matas ciliares e qualidade da água. Vários exemplos de sucesso desse programa são relatados por Fidalgo et al. (2017). Em 2018, o programa contava com 57 projetos em andamento,



23 em fase de contratação, abrangendo 400 mil hectares de áreas protegidas e mais de dois mil produtores beneficiados. Na mesma linha de atuação tem-se o programa governamental Bioclima Paraná (Paraná, 2012) que promove a conservação da biodiversidade, contenção dos efeitos das mudanças climáticas e proteção hídrica.

Para viabilizar a adoção de políticas públicas para a conservação e restauração de remanescentes florestais, é preciso definir indicadores socioeconômicos e ambientais, além de ações e estratégias que valorizem a conservação da Floresta com Araucária, considerando que a floresta protegida pode ser uma fonte complementar de renda para o produtor rural e de serviços ecossistêmicos para toda a sociedade. Assim, a sociedade tenderia a reconhecer os importantes serviços ecossistêmicos providos pela Floresta com Araucária, e elevaria sua disposição para compensar os custos envolvidos na sua conservação.

Considerações finais

O foco na avaliação econômica e em pagamentos por serviços ecossistêmicos tem contribuído para atrair suporte político para a conservação dos ecossistemas. A valoração dos serviços ecossistêmicos possibilita uma variedade de benefícios pelos quais os valores desses serviços são convertidos em incentivos financeiros à conservação.

Neste sentido, a avaliação de múltiplos indicadores para a determinação de serviços ecossistêmicos em sistemas florestais busca induzir a mudança de paradigmas no manejo de recursos naturais e contribuir para a tomada de decisão de gestores de recursos naturais e formuladores de políticas visando o bem-estar da sociedade. A decisão sobre uso, ocupação e manejo da terra a adotar é uma combinação entre políticas governamentais e escolhas do proprietário da terra. Informações sobre como e em que magnitude os serviços ecossistêmicos de provisão, regulação, suporte ou culturais são produzidos devem servir como base para tornar essas decisões mais consistentes. Diferentes abordagens baseadas em indicadores ambientais (conservação da água e do solo, conservação da biodiversidade e sequestro de carbono), sociais (renda familiar) e econômicos (produção das culturas) podem ser utilizadas para medir a capacidade dos ecossistemas em prestar serviços ecossistêmicos.

Referências

- ADAMS, C.; SEROA DA MOTTA, R.; ORTIZ, R. A.; REID, J.; EBERSBACH AZNAR, C.; DE ALMEIDA SINISGALLI, P. A. The use of contingent valuation for evaluating protected areas in the developing world: Economic valuation of Morro do Diabo State Park, Atlantic Rainforest, São Paulo State (Brazil). **Ecological Economics**, v. 66, n. 2-3, p. 359-370, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.09.008>.
- ALARCON, G. G.; FANTINI, A. C.; SALVADOR, C. H.; FARLEY, J. Additionality is in detail: Farmers' choices regarding payment for ecosystem services programs in the Atlantic forest, Brazil. **Journal of Rural Studies**, v. 54, p. 177-186, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.008>.
- ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, v. 14, p. 1-31, 2008.
- APREMAVI. Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. **Guia de espécies: sua majestade o Pinheiro Brasileiro**. 2018. Disponível em: <http://www.apremavi.org.br/sua-majestade-o-pinheiro-brasileiro/>. Acesso em: 10 maio 2018.



ARROW, K. J.; BOLIN, B.; COSTANZA, R.; DASGUPTA, P.; FOLKE, C.; HOLLING, C. S.; JANSSON, B.O.; LEVIN, S.; MÄLER, K.G.; PERRINGS, C.; PIMENTEL, D. Economic growth, carrying capacity, and the environment. **Ecological Economics**, v. 15, n. 2, p. 91-95, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00059-3](https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00059-3).

BARRETO, M. Sistema faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro-sul do Paraná. **Terr@Plural**, v. 5, n. 2, p. 249-253, 2011.

BRANCALION, P. H. S.; LAMB, D.; CECCON, E.; BOUCHER, D.; HERBOHN, J.; STRASSBURG, B.; EDWARDS, D. P. Using markets to leverage investment in forest and landscape restoration in the tropics. **Forest Policy and Economics**, v. 85, p. 103-113, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.08.009>.

BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008**. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. República Federativa do Brasil, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: 1 mar. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...] e dá outras providências. Brasília, DF. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 1 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 76 p.

CECHIN, A.; VEIGA, J. E. O fundamento central da Economia Ecológica. In: MAY, P. (Org). (org). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2010. p. 33-48.

CEZIMBRA, D. J. **A utilização das escamas estéreis da pinha da Araucária (*Araucaria angustifolia*) em compósitos e sua aplicação no design de produtos moldados**. 2017. 191 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

COSTANZA, R.; DALY, H. E. Natural capital and sustainable development. **Conservation Biology**, v. 6, n. 1, p. 37-46, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.610037.x>.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital, **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

DALY, H. E.; FARLEY, J. C. **Ecological economics: principles and applications**. Washington, DC: Island Press, 2011.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7).

FARBER, S. C.; COSTANZA, R.; WILSON, M. A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 375-392, 2002.

FICHINO, B. S.; PIVELLO, V. R.; SANTOS, R. F. Trade-offs among ecosystem services under different pinion harvesting intensities in Brazilian Araucaria Forests, **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 13, p. 139-149, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/21513732.2016.1275811>.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. (ed.) **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 78 p.

GARCIA, J. R. Valoração econômico-ecológica dos recursos naturais e dos serviços ambientais. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 8, n. 13, p. 37-55, 2013.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R.; LOMAS, P.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1209-1218, 2010.

HERNÁNDEZ-BLANCO, M.; COSTANZA, R. Natural capital and ecosystem services. In: PAUDEL, K. P.; SCHMITZ, A. **The routledge handbook of agricultural economics**. London; New York: Routledge, 2019. p. 254-268.



IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **ICMS Ecológico por Biodiversidade**. 2019. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/ICMS-Ecológico-por-Biodiversidade>. Acesso em: 27 abr. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em : 22 mar. 2020

ICKOWITZ, A.; SILLS, E.; SASSI, C. Estimating smallholder opportunity costs of REDD+: A pantropical analysis from households to carbon and back. **World Development**, v. 95, p. 15-26. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.02.022>.

INDRUSIAK, C.; MONTEIRO, S. A. Unidades de Conservação na área de distribuição da Araucária. In: FONSECA, C. R. et al. (ed.). **Floresta com Araucária: ecologia, conservação de desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 253-265.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Indicadores de sustentabilidade ambiental por bacias hidrográficas do estado do Paraná**. Curitiba, 2010. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/Apresentacao.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2019.

LIU, S.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; TROY, A. Valuing ecosystem services-theory practice and the need for a transdisciplinary synthesis. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1185, n. 1, p. 54-78, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05167.x>.

LU, Y.; WANG, R.; ZHANG, Y.; SU, H.; WANG, P.; JENKINS, A.; FERRIER, R.C.; BAILEY, M.; SQUIRE, G. Ecosystem health towards sustainability. **Ecosystem Health and Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1890/EHS14-0013.1>.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. **Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações**. Campinas: IE/UNICAMP, 2004. (IE/UNICAMP. Texto para Discussão, v. 116, n. 38).

MAIA, A.; ROMEIRO, A. Validade e confiabilidade do método do custo de viagem: um estudo aplicado ao Parque Nacional da Serra Geral. **Economia Aplicada**, v. 12, n. 1, p. 103-123, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-80502008000100005>.

MASIERO, M.; PETTENELLA, D.; BOSCOLO, M.; BARUA, S. K.; ANIMON, I.; MATTA, J. R. **Valuing forest ecosystem services: a training manual for planners and project developers**. Rome: FAO, 2019. (Forestry Working Paper, 11). Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca2886en/CA2886EN.pdf>. Acesso em: 11 set. 2018.

MAY, P. H.; VEIGA NETO, F. C. V.; POZO, O. V. C. **Valoração econômica da biodiversidade: estudos de caso no Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 90 p.

MEDEIROS, R.; YOUNG, C. E. F.; PAVESE, H. B.; ARAÚJO, F. F. S. (ed.). **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: sumário executivo**. Brasília, DF: UNEP-WCMC, 2011. 44 p.

MELLO, A. J. M.; PERONI, N. Cultural landscapes of the Araucaria Forests in the northern plateau of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 11, n. 51, 14 p. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0039-x>.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press. 2003. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>. Acesso em: 11 set. 2018.

MILLER, G. T.; SPOOLMAN, S. E. **Ecologia e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 376 p.

MOGNON, F.; SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P.; RODRIGUES, A. L. Estoque de carbono e geração de serviços ambientais na **Floresta com Araucária**. In: SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P.; RODRIGUES, A. L.; MOGNON, F. **Floresta com Araucária: pesquisas ecológicas de longa duração**. Curitiba: Multi-Graphic, 2014. p. 185-206.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília, DF: Ed. da UnB: Finatec, 2007. 561 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Perspectives on biodiversity: valuing its role in an everchanging world**. Washington, DC: The National Academies Press, 1999. DOI: <https://doi.org/10.17226/9589>.



OLIVEIRA, E. B. Projeto Estradas com Araucárias. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 271-277.

ONU. Organização das Nações Unidas. Convention on Biological Diversity. **Text of the Convention**. Concluded at Rio de Janeiro on 5 June 1992. [S.l.], 1993. DOI: <https://www.cbd.int/convention/text/>. Acesso em: 8 abr. 2018.

PARANÁ. **Lei nº 17134 de 25 de abril de 2012**. Institui o Pagamento por Serviços Ambientais, em especial os prestados pela Conservação da Biodiversidade, integrante do Programa Bioclima Paraná, bem como dispõe sobre o Biocrédito. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=240833>. Acesso em: 8 abr. 2018.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990.

PIRES, P. T. L.; PETERS, E. L.; ZENI, D. M.; GAULKE, D. O bioma florestal com araucária e a legislação tributária brasileira. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 575-588, 2011.

PIRES, P. T. L.; ZENI, D. M.; GAULKE, D. As unidades de conservação e a floresta ombrófila mista no Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 589-603, 2012.

REIS, M. S.; MONTAGNA, T.; MATTOS, A. G.; FILIPPON, S.; LADIO, A. H.; MARQUES, A. C.; ZECHINI, A. A.; PERONI, N.; MANTOVANI, A. Domesticated landscapes in Araucaria Forests, southern Brazil: a multispecies local conservation-by-use system. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00011>.

RIBEIRO, R. M.; SANTOS, A. J.; BITTENCOURT, A. A política de garantia de preços mínimos para o pinhão. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 84, p. 459-468, 2015.

ROMEIRO, A. R.; MAIA, A. G. **Avaliação de custos e benefícios ambientais**. Brasília, DF: ENAP, 2011. (Cadernos ENAP, 35). Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/657>. Acesso em: 8 abr. 2018

ROSOT, M. A. D. Manejo florestal de uso múltiplo: uma alternativa contra a extinção da Floresta com Araucária? **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 55, p. 75-85. 2007.

SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG, M.; NICHOLS, K.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. **Renew. Agriculture Food Systems**, v. 28, p. 129–144, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170512000312>.

SANQUETTA, C. R.; DALLA CÔRTE, A. P.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SAY, J. B. **Cours complet d'économie politique**. Osnabrück: Otto Zeller, 1966.

SEROA DA MOTTA, R.; ORTIZ, R. O. Costs and perceptions conditioning willingness to accept payments for ecosystem services in a Brazilian case. **Ecological Economics**, v. 147, p. 333-342, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.01.032>.

SEROA DA MOTTA, R. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. **Economia verde: desafios e oportunidades**, n. 8, p. 179-190, 2011. Disponível em: http://web01.ib.usp.br/ffa/arquivos/maio2013/Valoracao_de_recursos.pdf. Acesso em: 11 jul. 2019.

SOS Mata Atlântica. **Atlas da Mata Atlântica**. Relatório técnico período 2017-2018. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica, 2019. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica_17-18.pdf. Acesso em: 5 set. 2020.

SILVA, M. **A contribuição de florestas de araucária para a sustentabilidade dos sistemas faxinais**. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TURNER, R. K.; DAILY, G. C. The ecosystem services framework and natural capital conservation. **Environmental and Resource Economics**, v. 39, n. 1, p. 25–35, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10640-007-9176-6>.

WENDLING, I.; ZANETTE, F. **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 159 p.