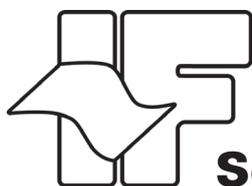




SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO FLORESTAL

A REGENERAÇÃO NATURAL COMO UM SERVIÇO DO ECOSISTEMA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O SEU CÁLCULO



Série Registros

IF Sér. Reg.	São Paulo	n. 48	p. 1 - 14	jun. 2012
--------------	-----------	-------	-----------	-----------

GOVERNADOR DO ESTADO

Geraldo Alckmin

SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE

Bruno Covas

DIRETOR GERAL DO INSTITUTO FLORESTAL

Miguel Luiz Menezes Freitas

CORPO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**Editor-chefe/Editor-in-Chief**

Lígia de Castro Etori

Editor-assistente/Assistant Editor

Gláucia Cortez Ramos de Paula

Editores/Editors

Adriano Wagner Ballarin

Alexsander Zamorano Antunes

Antonio da Silva

Antonio Ludovico Beraldo

Beatriz Schwantes Marimon

Carla Daniela Camara

Claudio de Moura

Daniela Fessel Bertani

Daysi Vilamajó Alberdi

Humberto Gallo Junior

Ingrid Koch

Isabel Fernandes de Aguiar Mattos

Israel Luiz de Lima

João Carlos Nucci

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Leonardo Alves de Andrade

Maria de Jesus Robim

Maurício Ranzini

Miguel Angel Vales García

Milton Cezar Ribeiro

Paulo Eduardo Telles dos Santos

Rosângela Simão Bianchini

Roseli Buzanelli Torres

Solange Terezinha de Lima-Guimarães

PUBLICAÇÃO IRREGULAR/IRREGULAR PUBLICATION

SOLICITA-SE PERMUTA

EXCHANGE DESIRED

ON DEMANDE L'ÉCHANGE

Biblioteca do

Instituto Florestal

Caixa Postal 1322

01059-970 São Paulo, SP

Brasil

Fone: (11)2231-8555

sctc@if.sp.gov.br



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO FLORESTAL

A REGENERAÇÃO NATURAL COMO UM SERVIÇO DO ECOSISTEMA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O SEU CÁLCULO



Série Registros

IF Sér. Reg.	São Paulo	n. 48	p. 1 - 14	jun. 2012
--------------	-----------	-------	-----------	-----------

CORPO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Editor-chefe/Editor-in-Chief

Lígia de Castro Etori

Editor-assistente/Assistant Editor

Gláucia Cortez Ramos de Paula

Editores/Editors

Adriano Wagner Ballarin

Alexsander Zamorano Antunes

Antonio da Silva

Antonio Ludovico Beraldo

Beatriz Schwantes Marimon

Carla Daniela Camara

Claudio de Moura

Daniela Fessel Bertani

Daysi Vilamajó Alberdl

Humberto Gallo Junior

Ingrid Koch

Isabel Fernandes de Aguiar Mattos

Israel Luiz de Lima

João Carlos Nucci

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Leonaldo Alves de Andrade

Maria de Jesus Robim

Maurício Ranzini

Miguel Angel Vales García

Milton Cezar Ribeiro

Paulo Eduardo Telles dos Santos

Rosângela Simão Bianchini

Roseli Buzanelli Torres

Solange Terezinha de Lima-Guimarães

EDITORAÇÃO GRÁFICA/GRAFIC EDITING

Filipe Barbosa Bernardino

Yara Cristina Marcondes

REVISÃO FINAL/FINAL REVIEW

Yara Cristina Marcondes

SOLICITA-SE PERMUTA/EXCHANGE DESIRED/ON DEMANDE L'ÉCHANGE

Biblioteca do Instituto Florestal

Caixa Postal 1322

01059-970 São Paulo-SP-Brasil

Fone: (011) 2231-8555

sctc@if.sp.gov.br

PUBLICAÇÃO IRREGULAR/IRREGULAR PUBLICATION

IF SÉRIE REGISTRO

São Paulo, Instituto Florestal.

1989, (1-2)	2002, (24)
1990, (3-4)	2003, (25-26)
1991, (5-9)	2004, (27)
1992, (10)	2005, (28-29)
1993, (12)	2007, (30-32)
1994, (12)	2008, (33-36)
1995, (13-15)	2009, (37-40)
1996, (16-17)	2010, (41-43)
1997, (18)	2011, (44-46)
1998, (19-20)	2012, (47-48)
2001, (21-23)	

COMPOSTO NO INSTITUTO FLORESTAL

junho, 2012

IF SÉRIE REGISTROS N. 48

SUMÁRIO/CONTENTS

	P
RESUMO	5
ABSTRACT	5
1 INTRODUÇÃO	6
2 QUANTIFICANDO OS BENS E SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS	8
3 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	9
4 MÉTODO	10
4.1 Abordagem Comparativa	10
4.2 Abordagem Analítica	10
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

A REGENERAÇÃO NATURAL COMO UM SERVIÇO DO ECOSISTEMA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O SEU CÁLCULO¹

THE NATURAL REGENERATION AS AN ECOSYSTEM SERVICE: A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR ITS CALCULATION

Bruno Almozara ARANHA^{2, 4}; Silvana Cristina Pereira Muniz de SOUZA³

RESUMO – A utilização dos recursos naturais pela sociedade não tem sido racional, nem sustentável. A contrapartida econômica para a manutenção do fluxo de bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas não tem sido adequadamente paga pela sociedade. O resultado é que poucos ganham os benefícios econômicos do uso dos recursos naturais e muitos perdem com a escassez e delapidação dos mesmos. A incorporação de valor econômico aos bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas para a humanidade é imprescindível para que a distribuição de perdas e ganhos entre a sociedade e o meio ambiente seja equilibrada, ação que contribuiria para o uso sustentável dos recursos naturais. Neste estudo é apresentado um método que alia o conceito de serviços dos ecossistemas com a teoria da restauração ecológica para calcular o valor da regeneração natural, um serviço do ecossistema essencial para o sucesso de projetos de restauração de áreas degradadas. O método é baseado na técnica de benefício perdido, na qual são calculados os custos de um projeto que não leva em conta o potencial de regeneração e o custo de um projeto que leva em conta este potencial, o valor da regeneração natural. O método é apresentado por meio de duas abordagens: comparativa e analítica. Com esse método esperamos contribuir com a valorização de fragmentos de vegetação natural, os quais são fontes de diásporos e aumentam o potencial de regeneração natural, e incorporar mais serviços dos ecossistemas ao mercado.

Palavras-chave: bens e serviços dos ecossistemas; restauração ecológica; remanescentes naturais.

ABSTRACT – The use of natural resources by the society has not been rational or sustainable. The economic return for maintaining the flow of goods and services provided by ecosystems has not been properly paid by the society. The result is that few people take the economic benefits of the use of natural resources and many lose with their scarcity and depletion. The incorporation of economic value to goods and services provided by ecosystems to humanity is essential so that the distribution of gains and losses between society and the environment is balanced, which would contribute to the sustainable use of natural resources. This study presents a method that combines the concept of ecosystem services with the theory of ecological restoration to calculate the value of natural regeneration, an ecosystem service essential to the success of restoration projects of degraded areas. The method is presented with two approaches: comparative and analytical. With this method we hope to contribute to the appreciation of fragments of natural vegetation, which are sources of seeds and increase the potential for natural regeneration, and also incorporate more ecosystem services to the market.

Keywords: ecosystems goods and services; ecological restoration; natural areas remnant.

¹Recebido para análise em 22.02.12. Aceito para publicação em 12.06.12.

²Fundação Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

³Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

⁴Autor para correspondência: Bruno Amozara Aranha – baaranha@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento econômico atual tem causado um enorme passivo ambiental. A regra é explorar ao máximo os recursos naturais e obter, em curto prazo, o maior lucro possível. Esse foi o tipo de desenvolvimento aplicado na região de domínio da Mata Atlântica e é o que vem ocorrendo na região de domínio do Cerrado e da Amazônia. Como herança desse modelo de desenvolvimento, restaram apenas 7,26% da cobertura original da Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2011), quilômetros de áreas extremamente degradadas (Daily, 1995), milhares de espécies extintas (Loreau et al., 2006), rios assoreados (Ab’Saber, 2001), entre outros problemas ambientais. Toda essa dilapidação dos recursos naturais custa caro a toda sociedade, pois acarreta gastos de despoluição e tratamento de águas, gastos cada vez maiores com insumos para a agricultura, gastos com recuperação após catástrofes naturais como, por exemplo, enchentes, gastos com saúde pública, gastos com controle de populações superabundantes, etc. (Millenium Ecosystem Assessment – MEA, 2005).

A prevenção de catástrofes naturais, equilíbrio populacional, ciclagem de nutrientes, fornecimento de água, regulação climática, entre outros, são os chamados bens e serviços dos ecossistemas. Em suma, os bens e serviços dos ecossistemas são os benefícios oferecidos pelos ecossistemas para o bem-estar da humanidade (Costanza et al., 1997; MEA, 2005).

Os bens e serviços dos ecossistemas podem ser enquadrados em quatro classes: Abastecimento, Culturais, Regulação e Suporte (MEA, 2005). A prevenção de catástrofes, equilíbrio populacional e regulação climática são considerados serviços de Regulação; ciclagem de nutrientes e fornecimento de água são enquadrados como serviços de Suporte, e a produção de matéria-prima e ecoturismo como serviços de Abastecimento e Culturais, respectivamente (Tabela 1). Existe, ainda, outra importante divisão dos serviços dos ecossistemas: os serviços que são incorporados pelo mercado e os serviços que não são incorporados pelo mercado. Dentre os serviços incorporados pelo mercado a maioria pertence à classe Abastecimento, pois os serviços desta classe estão relacionados com o fornecimento de matéria-prima. Contudo, como visto acima, os serviços dos ecossistemas vão além do simples fornecimento de matéria-prima para humanidade. Os serviços dos ecossistemas fornecem, sobretudo, condições para que a nossa espécie sobreviva. Todavia, entre os serviços que não são incorporados pelo mercado encontramos, principalmente, os serviços da categoria Suporte, fundamentais para o provimento dos demais serviços dos ecossistemas (MEA, 2005). Em outras palavras, o preço pelo uso dos bens e serviços oferecidos pelos ecossistemas, bem como o custo pela sua destruição, não têm sido pagos pelo mercado (Costanza et al., 1997; Balmford et al., 2002).

A consequência econômica do uso indiscriminado dos bens e serviços dos ecossistemas, sem o devido repasse financeiro, é a diminuição do fluxo de serviços para a humanidade, elevando a disposição do mercado a pagar mais pelos serviços (Costanza et al., 1997; Fisher et al., 2008) e, finalmente, os tornando disponíveis somente para uma pequena parte da sociedade em condições de pagar. Esse panorama geraria, claramente, enormes problemas para a sobrevivência e perpetuação da espécie humana. Uma maneira de solucionar o problema é atribuir valor econômico aos bens e serviços dos ecossistemas que ainda não foram incorporados ao mercado (Costanza et al., 1997; MEA, 2005; Fisher et al., 2008). Assim, o objetivo deste artigo é apresentar uma nova metodologia, baseada na teoria da restauração ecológica de áreas naturais degradadas para quantificar o custo da não utilização de alguns bens e serviços dos ecossistemas na atividade de recuperação de áreas degradadas e, conseqüentemente, calcular o valor econômico destes serviços.

Tabela 1. Classificação dos bens e serviços provenientes dos ecossistemas segundo MEA (2005).

Table 1. Classification of the ecosystem goods and services following MEA (2005).

Classe	Bens e Serviços dos Ecossistemas
Abastecimento	Alimentos Fibras Combustíveis Recursos genéticos Remédios Recursos ornamentais Água pura
Regulação	Qualidade do ar Regulação climática Controle de doenças Regulação hidrológica Controle de erosão Tratamento de resíduos Controle de pestes Polinização Regulação de distúrbios naturais
Culturais	Diversidade cultural Valores espirituais e religiosos Sistemas de conhecimento (tradicional ou formal) Valores educacionais Inspiração Valores estéticos Relações sociais Senso de lugar Recreação e ecoturismo
Suporte	Formação do solo Produção de O ₂ Produção primária Ciclo dos nutrientes Ciclo da água

2 QUANTIFICANDO OS BENS E SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS

Atribuir valor econômico aos serviços dos ecossistemas é vantajoso, pois desta maneira é factível determinar o custo da produção destes serviços e assim inserir os problemas de conservação do meio ambiente, geralmente discutidos apenas na literatura ecológica, em um contexto econômico e social (Serôa da Motta, 1998). Com as questões ecológicas transferidas para o âmbito econômico e social torna-se mais fácil a identificação da distribuição de perdas e ganhos dentro da sociedade, o que poderia ajudar a aumentar a eficiência do manejo ambiental (Serôa da Motta, 1998, Toman, 1998).

Com a crescente preocupação mundial sobre as condições ambientais e com o desenvolvimento sustentável, o que é reflexo da iminente escassez dos recursos naturais, ecólogos e economistas têm unido esforços para quantificar o valor dos bens e serviços dos ecossistemas para a sociedade. Quantificar esses valores é complexo e passou a ser o principal campo de pesquisa tanto na área ambiental quanto na área de economia ecológica (Smith, 2000). Ao contrário de preço, quantificar valores é mais incerto, pois varia de pessoa a pessoa e de geração a geração (Pimm, 1997). Outro fator complicador é como colocar valor em algo intocável como os benefícios ecológicos de longo prazo, por exemplo, o fornecimento de água, algo tão essencial que tem valor infinito (Costanza et al., 1997). Dessa forma, o que é mensurado é o valor nas mudanças de qualidade e quantidade dos vários tipos de bens e serviços dos ecossistemas, ou seja, o custo de produção dos serviços dos ecossistemas.

Em uma tentativa de mensurar todo o valor dos bens e serviços dos ecossistemas, Costanza et al. (1997) fizeram uma estimativa de qual é o valor mínimo anual dos serviços prestados pelos ecossistemas em todo o mundo. Esse valor gira em torno de US\$ 18 a 56 trilhões por ano com uma média de aproximadamente US\$ 33 trilhões por ano. A floresta tropical, em todo o mundo, corresponde com US\$ 3,8 trilhões por ano ou com US\$ 2.007 ha.ano⁻¹. O serviço de maior valor prestado pelas florestas tropicais, assim como em todos os outros biomas, é a ciclagem de nutrientes (US\$ 922 ha.ano⁻¹), seguido pela produção de matéria-prima (US\$ 315 ha.ano⁻¹), para este último serviço a floresta tropical é, dentre todos os biomas, aquela que tem maior contribuição.

Todavia, esses cálculos foram muito criticados pela comunidade científica por terem violados alguns preceitos teóricos. Extrapolações macroeconômicas são inconsistentes com a teoria microeconômica, pois extrapolações de valor marginal para o total global devem incorporar o conhecimento sobre o formato da curva de demanda (Toman, 1998). Por exemplo, um serviço como o turismo, que tem um alto valor em determinados locais, devido a peculiaridades cênicas de certas regiões, não pode ser extrapolado para o mundo inteiro com o mesmo valor.

Uma figura mais clara do valor de uma área natural conservada pode ser obtida não por meio da estimativa do valor bruto dos benefícios por ela provida, mas, sim, por exemplo, pela diferença entre o fluxo de benefícios entre uma área relativamente intacta e uma área similar degradada (Balmford et al., 2002). De maneira menos pretensiosa, uma figura clara da diferença de fluxo de benefícios fornecidos pelos ecossistemas pode ser obtida, em escala regional, por meio da comparação no custo de recuperação de duas áreas degradadas, ecologicamente similares (i.e. restinga comparada com restinga, floresta paludosa com floresta paludosa, floresta ombrófila densa com floresta ombrófila densa, etc.), restauradas, mas com diferentes históricos de perturbação e diferentes contextos de paisagem.

3 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Atualmente, a restauração ecológica reconhece que existem, numa mesma região climática, muitas trajetórias distintas que levam à formação de uma comunidade madura relativamente estável, que podem diferir em composição e estrutura, é o chamado paradigma do “não-equilíbrio” (Pickett e Cadenasso, 2005). Há pouco tempo as restaurações buscavam recriar as condições idênticas dos ecossistemas antes da ação de degradação. Essa recriação era baseada em dados florísticos e fitossociológicos, de uma única comunidade dentre o conjunto de comunidades florestais remanescentes existentes em uma paisagem regional, que servia como referência e deveria ser copiada e reconstruída (Rodrigues e Gandolfi, 2001). Esse procedimento é intensivo, requer muitos tratos culturais e, conseqüentemente, se torna muito caro. Com a mudança de paradigma o foco da restauração migrou do plantio exclusivo de mudas para o potencial de autorrecuperação das áreas, denominado resiliência. A resiliência é entendida aqui como o potencial ou capacidade de regeneração de um ecossistema após um distúrbio (Rodrigues e Gandolfi, 2001). Assim, o foco da restauração ecológica é (re)iniciar os processos ecológicos, interrompidos pela ação de degradação, para que a área degradada siga uma trajetória natural de restauração (Society for Ecological Restoration International – SER, 2004). E, quanto mais severa a degradação, mais difícil é a retomada dos processos ecológicos, ou seja, menor o potencial de autorrecuperação.

O potencial de autorrecuperação, ou resiliência de uma área, depende tanto da intensidade do distúrbio na área como das condições ambientais do entorno. Tanto a intensidade da degradação como as condições do entorno têm enorme influência na qualidade e quantidade da regeneração natural (Gandolfi et al., 2007). Um dos principais fatores limitantes à recuperação é a inexistência de regeneração natural e dispersão de diásporos (Holl et al., 2000; Donath et al., 2003). Dessa maneira, áreas com intenso histórico de perturbação e inseridas em paisagens onde não há mais remanescentes da formação vegetal original, não possuem mais um banco de sementes das espécies originais nem recebem diásporos advindos de remanescentes de áreas naturais. Por outro lado, áreas a serem recuperadas, nas quais a intensidade da ação de degradação foi baixa e que apresentam no seu entorno fragmentos de remanescentes da vegetação natural, têm maior resiliência e são mais facilmente restauradas.

Dentro do conceito da restauração ecológica, no planejamento de como deve ser realizada a restauração de uma determinada área são avaliados o potencial de regeneração natural e o potencial de chegada de diásporos (Gandolfi et al., 2007; Rodrigues e Gandolfi, 2007). Dependendo da categoria (ausente, pequeno, médio e grande) desses dois potenciais, são definidas as ações de restaurações que devem ser utilizadas para que a área seja restaurada (Rodrigues e Gandolfi, 2007). Dessa forma, quanto menor for o potencial de regeneração natural e o potencial de chegada de diásporos, maior é o número de ações e maiores são a intensidade e repetições das operações silviculturais de cada ação. O que, naturalmente, eleva os custos da restauração.

A diferença nos custos de restauração entre uma área com baixo potencial de autorrecuperação e outra com alto potencial de autorrecuperação, advém do serviço prestado pela regeneração natural, um serviço do ecossistema. Essa diferença entre os custos de recuperação pode ser entendida como o valor do serviço prestado pelo ecossistema. Portanto, o valor dos serviços é aproximadamente igual à economia feita na área onde o próprio ecossistema ainda apresentava resiliência suficiente para retomar sua trajetória natural.

Vários estudos, utilizando diferentes métodos, foram realizados para calcular o valor das áreas naturais no Brasil (Adams et al., 2008). No entanto, nenhum estudo procurou utilizar a abordagem descrita abaixo para quantificar o valor de um serviço prestado pelo ecossistema.

4 MÉTODO

O método proposto pode ser classificado como uma técnica baseada em custos evitados ou benefícios perdidos (Tessler, 2004). Essa técnica consiste em avaliar o valor das vantagens econômicas se todos os benefícios estivessem disponíveis. Nesse caso, os benefícios seriam os serviços ecossistêmicos providos pela regeneração natural advinda tanto da área focal da restauração como de fragmentos próximos. O valor das vantagens econômicas é determinado por meio da comparação entre diferentes custos: o custo dos projetos que aproveitam as vantagens econômicas fornecidas pela regeneração natural e o custo dos projetos que não aproveitam essas vantagens. A diferença de custo é o benefício perdido, em outras palavras, a diferença de custo é o valor do serviço provido pelo ecossistema.

O valor do serviço do ecossistema – regeneração natural – pode ser calculado de duas maneiras. A primeira, e mais simples, é por meio da comparação do custo de dois projetos de restauração. A segunda maneira de se calcular é uma abordagem mais generalista, o valor do serviço do ecossistema é dado por meio de uma equação de reta ajustada para a relação entre potencial de autorrecuperação e custos dos projetos por hectare.

4.1 Abordagem Comparativa

Um primeiro projeto consideraria exclusivamente como alternativa técnica o plantio total de mudas, incluindo todas as ações de manutenção que garantam a sobrevivência das mudas e, posteriormente, o estabelecimento de populações viáveis que efetivamente recuperem a área. Este primeiro projeto representaria a maneira tradicional de se recuperar uma área degradada, sem nenhum diagnóstico do potencial de autorrecuperação ou ações de restauração voltadas para o aproveitamento deste potencial.

Um segundo projeto de restauração, por outro lado, levaria em conta o potencial de regeneração natural e o potencial de chegada de diásporos e proporia ações de restauração que visassem complementar estes potenciais de autorrecuperação. De acordo com os preceitos teóricos da restauração ecológica, esse tipo de projeto não prevê uma interferência total, mas sim o melhor aproveitamento dos fluxos e processos naturais existentes na área a ser restaurada.

Como o segundo projeto é operacionalmente menos intensivo, os custos de execução serão menores do que os custos do primeiro projeto. Logo, a diferença de custo entre o primeiro projeto (plantio total de mudas) e o segundo projeto (aproveitamento do potencial de autorrecuperação) será o valor aproximado do serviço prestado pelo ecossistema. Caso não haja alternativa técnica fora o plantio total de mudas, não existirá diferença entre os custos dos dois projetos. Nesse caso, podemos considerar que o serviço do ecossistema em forma de regeneração natural e os demais correlacionados com ela são praticamente nulos.

4.2 Abordagem Analítica

Há uma relação inversa entre o potencial de autorrecuperação e os custos dos projetos por hectare, pois quanto menor o potencial de autorrecuperação maior o custo do projeto.

Os dados para o cálculo deverão ser obtidos pelo levantamento dos custos de diversos projetos de restauração em áreas ecologicamente similares dentro de uma mesma região. Por exemplo, restauração de florestas paludosas no Estado de São Paulo, ou restauração de Cerrados no Estado do Mato Grosso, etc. O levantamento limitado a áreas ecologicamente similares visa à uniformização das ações de restauração e objetivos dos projetos. A limitação de regiões políticas, por sua vez, busca uniformizar a diferença de preço praticado em cada região.

Os projetos levantados deverão ter as áreas foco da restauração classificadas quanto ao potencial de autorrecuperação. Para tanto, propõe-se utilizar uma classificação baseada na classificação de Rodrigues e Gandolfi (2007), na qual tanto o potencial de regeneração natural como o potencial de chegada de diásporos são divididos em quatro classes: Ausente, Pequeno, Médio e Grande, totalizando 16 graus de potencial de autorrecuperação. Por exemplo, uma área onde o potencial de regeneração e o potencial de chegada de diásporo estão ausentes corresponde a um grau de potencial de autorrecuperação, ao passo que, em uma área onde ambos os potenciais são classificados como Grandes, corresponde a 16 graus de potencial de autorrecuperação.

Logo, ajustada a equação de reta aos pontos, o valor do serviço do ecossistema para uma determinada área é calculado de acordo com a equação 1.

$$\text{Eq. (1): Valor do S.E.} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \times (\text{grau p.a.})$$

Onde: **Valor do S.E.** corresponde ao valor do serviço do ecossistema; **a** corresponde ao coeficiente linear; **b** ao coeficiente angular, e **grau p.a.** ao grau do potencial de autorrecuperação.

Por exemplo, em uma região de Floresta Estacional Semidecidual foram estimados os custos para dois anos de 29 projetos hipotéticos de recuperação de áreas degradadas, contemplando todas as 16 situações de resiliência ou grau do potencial de autorrecuperação (grau p.a.; Tabela 2). A estimativa dos custos de recuperação fundamentou-se nas ações e atividades operacionais indicadas para cada situação de potencial de autorrecuperação e potencial de dispersão, de acordo com Rodrigues e Gandolfi (2007). Os custos das ações e atividades foram estimados com base em Hahn et al. (2004).

Tabela 2. Custos estimados para projetos de recuperação de áreas degradadas dependendo do grau do potencial de autorrecuperação (grau p.a.). O grau p.a. é determinado por meio da avaliação tanto do potencial de autorrecuperação da área quanto do potencial de chegada de diásporos (potencial de dispersão) segundo Rodrigues e Gandolfi (2007).

Table 2. Estimated costs for projects to recover degraded areas depending on the degree of potential self-recovery (degree p.a.). The p.a. level is determined by evaluating the potential of both self-recovery of the area for the potential arrival of seeds (potential dispersion) according to Rodrigues and Gandolfi (2007).

Potencial de autorrecuperação	Potencial de dispersão	Grau p.a.	Custo estimado da recuperação (R\$/ha)
Ausente	Ausente	1	18.317,46
Ausente	Pequeno	2	18.317,46
Ausente	Pequeno	2	12.692,91
Ausente	Médio	3	17.949,36
Ausente	Grande	4	17.405,46
Ausente	Grande	4	15.936,36
Pequeno	Ausente	5	18.317,46
Pequeno	Ausente	5	15.637,02
Pequeno	Ausente	5	12.692,91
Pequeno	Pequeno	6	19.059,96
Pequeno	Pequeno	6	17.949,36
Pequeno	Pequeno	6	16.379,52
Pequeno	Pequeno	6	13.435,41

continua
to be continued

continuação – Tabela 2
 continuation – Table 2

Potencial de autorrecuperação	Potencial de dispersão	Grau p.a.	Custo estimado da recuperação (R\$/ha)
Pequeno	Médio	7	17.949,36
Pequeno	Médio	7	16.379,52
Pequeno	Médio	7	13.435,41
Pequeno	Grande	8	17.284,23
Pequeno	Grande	8	17.156,67
Pequeno	Grande	8	12.692,91
Médio	Ausente	9	18.747,93
Médio	Pequeno	10	17.308,41
Médio	Médio	11	13.786,05
Médio	Grande	12	13.606,05
Grande	Ausente	13	8.291,85
Grande	Pequeno	14	10.298,85
Grande	Pequeno	14	7.989,42
Grande	Médio	15	8.879,10
Grande	Médio	15	6.225,78
Grande	Grande	16	4.218,78

Para os dados apresentados na Tabela 2 os coeficientes da equação de reta foram: $a = 20.211,5$ e $b = -732,7$. Logo, a equação de reta foi: Valor S.E. = $20.211,5 - 732,7 \times (\text{grau. p.a.})$.

Para se determinar o valor do serviço ecossistêmico em uma área a ser recuperada deve-se avaliar o grau do potencial de autorrecuperação da área em questão e aplicar o quanto falta em graus para se atingir o grau máximo (16) na equação de reta. Por exemplo, a área focal foi considerada como grau p.a. = 5; o grau que devemos colocar na equação de reta é $16 - 5 = 11$. Dessa maneira, o valor do serviço ecossistêmico prestado é sempre igual ao benefício perdido. Voltando ao exemplo, para uma área onde o grau do potencial de autorrecuperação foi considerado 5 o valor do serviço prestado pelo ecossistema na recuperação é igual à $20.211,5 - 732,7 \times (11) = \text{R\$ } 12.151,80 / \text{ha}$.

Para a classificação do potencial de autorrecuperação é necessária a observação de três aspectos na área a ser restaurada: histórico de degradação, tipo de formação vegetal e proximidade de remanescentes de vegetação natural. O potencial de regeneração natural está ligado ao tipo e intensidade da degradação. Por exemplo, no caso de uma área na qual o processo de degradação retirou todos os horizontes superficiais do solo, o potencial de regeneração natural (dependente do banco de sementes e de tocos e raízes) é praticamente ausente. Por outro lado, em uma área onde a vegetação natural foi, por exemplo, retirada para o plantio florestal de espécies comerciais, o potencial de regeneração natural pode ser considerado grande. O tipo de formação vegetal também influencia no potencial de regeneração natural. Em áreas de Cerrado, a despeito do grau e intensidade da degradação, a brotação vegetativa (proveniente de tocos e raízes) será maior do que em áreas de floresta, devido às características ecológicas das espécies de Cerrado. Já a classificação do potencial de dispersão de diásporos é dependente de remanescentes de vegetação natural próximo, do estado de conservação destes remanescentes e de seu tamanho. Áreas degradadas inseridas em paisagens onde a maior parte da vegetação original foi preservada, como é o caso de áreas próximas à Serra do Mar, o potencial de dispersão de diásporos é grande. Ao contrário, áreas no interior do Estado de São Paulo, onde a matriz da paisagem é predominantemente agrícola, o potencial de dispersão é menor.

Complementando, a proximidade, o tamanho e o estado de conservação dos remanescentes estão diretamente relacionados com a riqueza de diásporos fornecida por estes remanescentes importantes para o aumento e manutenção da biodiversidade vegetal na área a ser restaurada. Obviamente, os aspectos apresentados não são exaustivos, porém são generalistas e capazes de abranger uma grande gama de situações, o que visa facilitar a comparação de resultados obtidos na aplicação do método aqui proposto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método proposto calcula o valor da regeneração natural, um serviço do ecossistema que pode ser classificado como um serviço de Abastecimento, pois está fornecendo matéria-prima para a restauração de uma área natural. Contudo, indiretamente neste valor está embutido uma série de serviços de Regulação, como qualidade do ar, regulação climática, regulação hidrológica, controle de erosão, entre outros serviços presumíveis de uma área natural.

Ao supor uma série de serviços indiretos o método subestima o valor real do serviço prestado pelo ecossistema. No entanto, uma tentativa de se quantificar todos esses serviços diretamente seria metodológica e operacionalmente muito complicada e resultaria em um valor muito alto, o que poderia tornar inviável a incorporação desses serviços ao mercado. Considerar toda essa gama de serviços como indiretos e trabalhar com apenas um serviço, que está fortemente associado ao mercado de recuperação de áreas degradadas, facilita enormemente a inserção dos serviços dos ecossistemas na economia real.

O método proposto pode ser utilizado para estimar o valor de fragmentos de vegetação natural dentro de uma região. O valor do fragmento seria igual a quanto ele estaria contribuindo para a recuperação de áreas degradadas como fonte de diásporos. Com estimativas do valor de um fragmento dentro de um contexto de mercado podemos calcular os valores a serem pagos, por exemplo, nos casos de servidão florestal. Nesses casos, um proprietário, para cumprir as exigências de área mínima de reserva legal, pagaria para outro proprietário, com áreas de reserva excedente, um valor que pode ser obtido por meio do método aqui proposto. Acreditamos que esse método poderá contribuir para situar a importância da conservação da vegetação natural em um contexto de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. O suporte geológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001. p. 15-25.
- ADAMS, C. et al. 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.
- BALMFORD, A. et al. Economic reasons for conserving wild nature. **Science**, v. 297, p. 950-953, 2002.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 15, p. 253-260, 1997.
- DAILY, G.C. Restoring value to the world's degraded lands. **Science**, v. 269, p. 350-354, 1995.
- DONATH, T.W.; HOLZEL, N.; OTTE, A. The impact of site conditions and seed dispersal on restoration success in alluvial meadows. **Applied Vegetation Science**, v. 6, n. 1, p. 13-22, 2003.
- FISHER, B. et al. Ecosystem service and economic theory: integration for policy-relevant research. **Ecological Applications**, v. 18, n. 8, p. 2050-2067, 2008.

- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V. Theoretical bases of the forest ecological restoration. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, G. (Org.). **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publisher, 2007. p. 22-60.
- HAHN, C.M. et al. **Recuperação florestal: da muda à floresta**. São Paulo: Fundação Florestal, 2004. 112 p.
- HOLL, K.D. et al. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 339-349, 2000.
- LOREAU, M. et al. Diversity without representation. **Nature**, v. 442, n. 20, p. 245-246, 2006.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, D.C.: Island Press, 2005. 155 p.
- PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L. Vegetation dynamics. In: MAAREL, E. van der (Ed.). **Vegetation ecology**. New York: Blackwell, 2005. p.172-186.
- PIMM, S.L. The value of everything. **Nature**, v. 387, n. 15, p. 231-232. 1997.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restoration actions. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, G. (Org.). **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publisher, 2007. p. 77-102.
- _____. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001. p. 235-247.
- SERÔA DA MOTTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos naturais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 218 p.
- SMITH, V.K. JEEM and non-market valuation: 1974-1998. **Journal of Environmental Economic Management**, v. 39, n. 2, p. 351-374, 2000.
- SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL – SER. **The SER international primer on restoration ecology**. Tucson: Society for Ecological Restoration International, Science and Policy Group, 2004. 13 p. Disponível em: <http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp>. Acesso em: 16 dez. 2011.
- SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2000-2005**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br>>. Acesso em: 11 nov. 2011.
- TESSLER, M.I.B. **O valor do dano ambiental**. Disponível em: <http://www.trf4.jus.br/trf4/upload/.../dano-ambiental__ufrgs_out_2004.pdf>. Acesso em: 5 dez 2011.
- TOMAN, M. Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 57-60, 1998.

