Insper

Ciências Econômicas

Gabriela Marques Bordallo Pacheco

Análise de custo-benefício do desmatamento na Amazônia para atividade pecuária

São Paulo

2021

GABRIELA MARQUES BORDALLO PACHECO

ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA PARA ATIVIDADE PECUÁRIA

TCC apresentado ao programa de Graduação em Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Vinícius Picanço Rodrigues

SÃO PAULO

2021

Pacheco, Gabriela Marques Bordallo

Análise de custo-benefício do desmatamento na Amazônia para atividade pecuária. / Gabriela Marques Bordallo Pacheco. – São Paulo, 2021.

57 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Insper, 2021.

Orientador: Prof. Vinícius Picanço Rodrigues

1. Amazônia. 2. Valoração. 3. Serviços Ecossistêmicos. 4. Pecuária. 5. Desmatamento. 6. Análise de custo-benefício. I. Gabriela Marques Bordallo Pacheco. II. Análise de custo-benefício do desmatamento na Amazônia para atividade pecuária

Gabriela Marques Bordallo Pacheco

Análise de custo-benefício do desmatamento na Amazônia para atividade pecuária

TCC apresentado ao programa de Graduação em Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Vinícius Picanço Rodrigues

Banca Examinadora

_____

Prof. Vinícius Picanço Rodrigues

Insper

_____

Prof. Daniel Guzzo

Insper

Agradecimentos

Antes de tudo agradeço e dedico este trabalho aos meus pais, Valéria Bordallo Pacheco e Mauricio Pacheco, que durante meus vinte e dois anos de vida priorizaram minha saúde, felicidade e educação, sempre trabalhando e se esforçando incansavelmente para me garantirem as melhores oportunidades de formação. Todos os dias eles continuam se consolidando como os meus maiores exemplos de força, amor incondicional e de ser humano, e a eles devo tudo que sou.

Palavras também serão insuficientes para descrever minha gratidão ao meu melhor amigo Gabriel Serwy Caram, com quem divido muitos dos meus sonhos – incluindo o de agir diariamente pela construção de um mundo melhor. Agradeço pela amizade genuína e por toda a admiração, inspiração e coragem que me gera desde 2015. Você foi e é responsável por despertar muitas das melhores partes que me tornam quem sou hoje: uma pessoa com certeza muito melhor, e com mais coragem de seguir lutando pelo que quero deixar de legado nessa vida. Por fim, agradeço pelas incontáveis conversas e trocas de conhecimento em cima da temática de sustentabilidade, inclusive por aquelas que me inspiraram e me ajudaram a definir o tema deste trabalho.

Agradeço imensamente meu orientador Vinícius Picanço, que desde o início mostrou tanta empolgação quanto eu para este trabalho; que ao longo de todo o desenvolvimento deste estudo me retornou com *feedbacks* atensiosos, positivos e extremamente construtivos; que se mostrou feliz por todas as minhas conquistas do período (mesmo as não relacionadas ao TCC) e que continua me incentivando a seguir no caminho que comecei a trilhar.

Também agradeço muito aos meus melhores amigos da faculdade, em especial Isabela Accorsi e Guilherme França, e ao meu namorado, e também melhor amigo, Pedro Saboia. Serei eternamente grata por ter tido vocês nesses anos de faculdade (e, se depender de mim, para todos os anos que seguirem). Vocês fizeram e fazem os meus dias infinitamente mais maravilhosos. Obrigada por todo amor, pelas palavras (e ações!) de incentivo e apoio, por toda parceria, e por me complementarem de maneira tão indescritível e especial.

Por fim, não poderia deixar de agradecer ao meu melhor amigo de 4 patas e companheiro de todas as horas, Bono, e também a Taylor Swift, cujas músicas descrevem meus sentimentos como jamais conseguiria, e foram minhas maiores companhias madrugadas de trabalho a dentro.

Resumo

O presente estudo realiza uma análise de custo-benefício da conversão de áreas florestais na Amazônia para sistemas pastoris extensivos, com o objetivo de entender se os benefícios gerados com o desflorestamento para atividade pecuária na região – estimados pelo Valor Presente Líquido (VPL) de simulações de investimento em sistemas extensivos de pastagens -, superam os custos econômicos envolvidos. Custos estes que são referentes ao Valor Econômico Total (VET) da floresta quando mantida em pé, medido pela valoração monetária dos principais serviços ecossistêmicos fornecidos pela Amazônia. A análise, feita mediante comparação do VPL por hectare do sistema pastoril com o VET por hectare de floresta conservada, mostrou que os custos associados ao desmatamento para atividade pecuária de corte extensiva na Amazônia excedem, em muito, os benefícios, tanto sob uma perspectiva privada local, como nacional e internacional. Por fim, conclui-se que o *trade-off* de se optar pelo desmatamento da floresta para este fim ainda predominante na região não faz sentido econômico, e limita o potencial de desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais e de todo o país.

Palavras-chave: Amazônia; Valoração; Serviços Ecossistêmicos; Pecuária; Desmatamento; Análise de custo-benefício.

Abstract

The present study conducts a cost-benefit analysis of the conversion of forest areas in the Amazon to extensive pastoral systems, with the aim of understanding whether the benefits from deforestation for cattle ranching in the region - measured by the Net Present Value (NPV) of simulations of investment in extensive pasture systems - outweigh the economic costs involved. These costs are refered to the Total Economic Value (TEV) of the forest when kept standing, measured by the monetary valuation of ecosystem services provided by the Amazon. By comparing the NPV per hectare of the pastoral system with the TEV per hectare of conserved forest, it is shown that the costs associated with deforestation for the extensive pasture systems in the Amazon exceed the benefits by far, from a local/private perspective, as well as national and international. Finally, it is concluded that the trade-off of opting for forest clearing for this still prevalent purpose in the region, does not make economic sense, and limits the socioeconomic development potential of local communities and the entire country.

Keyword: Amazon; Valuation; Ecosystem Services; Livestock; Deforestation; Cost-benefit analysis.

SUMÁRIO

1. Introdução.....9
2. Revisão de Literatura 13
3. Metodologia 18
3.1. Escolha da Taxa de Desconto.....20
4. Resultados e discussões.....21
4.1 Valor Econômico Total da Atividade Pecuária.....21
4.2 Valor Econômico Total da Floresta Conservada.....28
4.2.1 Valor Econômico por Uso Direto.....28
4.2.2 Valor Econômico por Uso Indireto 36
4.2.3 Valor Econômico de Existência 42
4.2.4 Valor Econômico por Opção da Biodiversidade.....44
4.3 Resumo do Valor Econômico Total da Floresta Conservada 46
5. Análise de Custo-Benefício.....47
6. Conclusão 51
Referências Bibliográficas 54

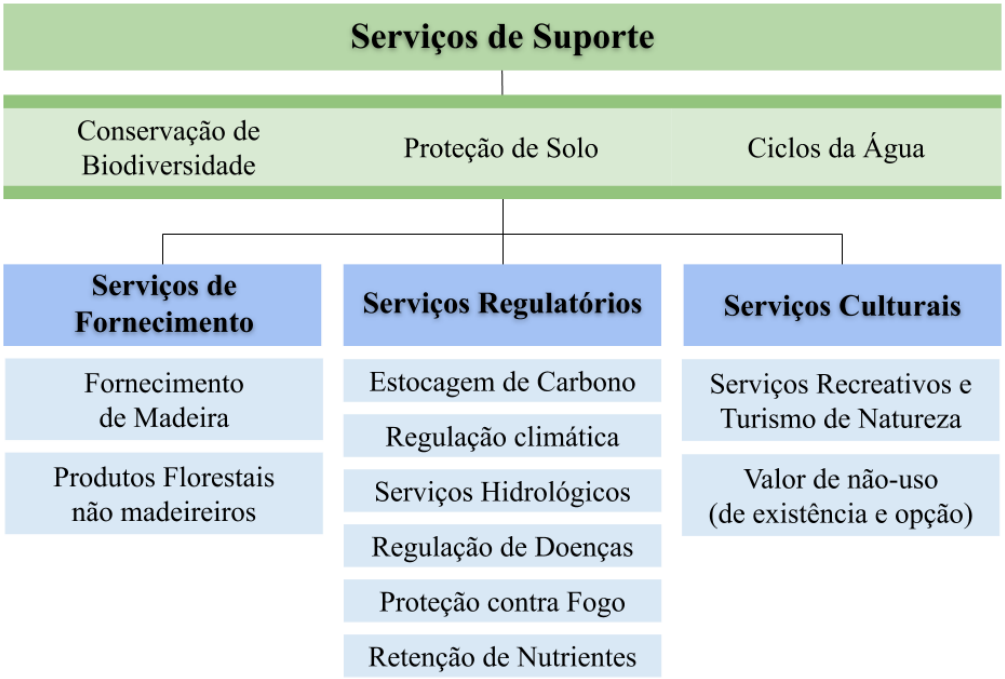
1. Introdução

Em um contexto de crise climática, desequilíbrio entre ecossistemas, pressões de investidores e consumidores por decisões mais responsáveis no mundo corporativo, e redesenho de modelos de negócio para que levem em conta a gestão de impacto socioambiental, a habilidade de tomadores de decisão em avaliar *trade-offs* e mitigar impactos ambientais torna-se cada dia mais cobrada e necessária (Strand, *et al.* 2018).

Para tanto, entender as possibilidades de se aproveitar economicamente os recursos naturais do país (mas especificamente para este estudo, da Floresta Amazônica) sem que seus ecossistemas sejam afetados é essencial. Para que isso seja possível são necessárias tentativas de monetização de valores que não são usualmente convertidos em termos financeiros. Isto porque fatores que compõe o impacto negativo de decisões não ambientalmente responsáveis são extremamente desafiadores de se medir com precisão (como por exemplo o custo social de uma tonelada de carbono a mais na atmosfera, ou da perda de biodiversidade, em decorrência do desmatamento) (ver discussão em Costanza, e*t al*, 2014 ou Strand, *et al.* 2018). Mas não é porque bens dessa natureza são de difícil mensuração que eles não devem ser levados em conta nas tomadas de decisão, e que, portanto, não devem ser foco de tentativa de obtenção das mais razoáveis informações econômicas que puderem ser obtidas.

O bioma da Floresta Amazônica representa cerca de 40% da área total de florestas tropicais remanescentes no planeta (Verweij, *et al*, 2009), é casa para centenas de milhares de indígenas e espécies de plantas e animais, além de fornecer inúmeros serviços ecossistêmicos de importância vital para a humanidade, como por exemplo: estocagem de carbono (que é protagonista na gestão contra mudanças climáticas); regulação do micro e macroclimas através de seus sistemas hídricos; proteção natural do solo e contra incêndios; extração de produtos não madeireiros como frutas, castanhas do brasil, latex etc.; proteção contra transmissão de doenças; conservação da biodiversidade; e oportunidades para turismo de natureza (Verweij, *et al*, 2009). Esses serviços estão resumidos conforme a classificação da Millennium Ecosystem Assessment (2005) na figura 1 a seguir.

Figura 1: Serviços Ecossistêmicos da Floresta Amazônica



Fonte: Elaboração própria, com base na classificação da Millennium Ecosystem Assessment.

Entretanto, atualmente as taxas de desmatamento no bioma encontram-se em tendência de crescimento e atingindo taxas recordes para a década: segundo dados do Prodes (2020)[1], a área total desmatada até 2019 equivale a mais de 20% de toda Amazônia Legal. Especificamente sobre o ano de 2020, nem mesmo a pandemia atenuou a pressão sobre o desmatamento na floresta. Levantamentos do projeto MapBiomas (2021) mostram que 8.430km² foram desmatados ao longo de 2020, representando um aumento de 9% em relação ao ano anterior, e equivalente à 96,2 hectares de florestas desmatados por hora. Desse total desmatado, 37,2% foram em áreas demarcadas como Reservas Legais, e 1,1% em Áreas de Preservação Permanente.

Para frear o avanço do desmatamento e reverter a tendência de forma eficaz, é necessária compreensão não somente dos fatores que o impulsionam, mas também da magnitude de seus impactos, que vão muito além dos limites da esfera ambiental. Torna-se fundamental o entendimento sobre a totalidade dos custos econômicos das tomadas de decisões não sustentáveis.

Mas quais são, afinal, os principais impulsionadores do desmatamento na floresta? Pouco mais

[1] Sistema do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), responsável por monitorar as taxas oficiais de desmatamento na Amazônia.

de 60% das áreas desmatadas tornam-se pastagens, cerca de 10% é ocupada por cultivos agrícolas, urbanização ou mineração, e o restante das áreas encontram-se subutilizadas (Projeto MapBiomas, 2020).

Particularmente sobre a produção pecuária, atividade que está mais fortemente associada ao desmatamento (Fearnside, 2017), a tendência produtiva é crescente levando em conta as projeções de crescimento populacional, de aumento da renda per capita, e o consequente aumento da demanda por carne (IBGE, 2020), como pode ser observado na Tabela 1. É também indiscutível a forte expressão do setor pecuário no PIB brasileiro, responsável por 10% de toda a produção do país em 2020 (Indicadores IBGE, 2020).

Tabela 1: Informações Históricas e Projeções da Pecuária até 2030[2]

Variável	Unidade	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Rebanho Total	1.000 cabeças	166.803	178.273	183.833	188.021	187.546	198.635	211.860
Produção	1.000 TEC	7.041	8.892	10.374	9.968	10.322	12.059	13.991
Exportações	1.000 TEC	596	1.944	1.696	1.828	2.691	2.922	3.042
Importações	1.000 TEC	77	54	41	59	63	61	58
Consumo Doméstico	1.000 TEC	6.521	7.002	8.718	8.198	7.693	9.198	11.007
Disponibilidade per capita	kg carcaça/hab/ano	38	38	45	40	36	42	49
Consumo estimado carne bovina	kg carne/hab/ano	30	30	36	32	29	34	39
Abate	1.000 cabeças	30.541	38.073	44.293	42.168	41.497	46.847	51.829
Área Pastagem	1.000 ha	184.588	181.095	178.887	169.704	165.217	158.346	153.515
Taxa de ocupação	cabeças/ha	0,90	0,98	1,03	1,11	1,14	1,25	1,38
Taxa de lotação	unidades animal/ha	0,73	0,78	0,80	0,87	0,88	0,97	1,05
Peso médio da carcaça	kg/cabeça abatida	230,53	233,55	234,20	236,38	248,67	257,41	269,94
Desfrute (taxa de abate)	Porcentagem	18%	21%	24%	22%	22%	24%	24%

Fonte: Athenagro, IBGE, Ministério da Economia, Secex | Elaboração: ABIEC, 2021

Porém, diversas análises econômicas mostram o baixo desempenho da produção pecuária na Amazônia. A criação de gado na região é em sua maioria extensiva, em que a densidade dos rebanhos gira em torno de 1-1.31 cabeça por hectare (Rivero, *et al*, 2009 e Abiec, 2021) (Tabela 1). Relatórios da Abiec (2021) apontam a produção máxima do sistema extensivo na região da Floresta Amazônica como sendo cerca de apenas 45kg de carne por hectare por ano.

[2] Nota técnica: a unidade TEC (Tonelada de Equivalente Carcaças) é um indicador utilizado para padronizar a quantidade negociada com a quantidade de carcaças. A partir do peso da carne in natura ou industrial, estima-se a perda de peso decorrente da desossa e do processamento. Para se atingir o equivalente a 1kg de carcaça é necessário 1 kg de carne in natura com osso, 1,3kg de carne in natura desossada, e 2,5kg de carne industrializada.

Além da baixa densidade do rebanho na criação extensiva, outros fatores tornam a pecuária a principal prática associada ao desmatamento na floresta. Políticas de desenvolvimento agressivas implementadas na segunda metade do século XX permanecem até hoje distorcendo incentivos econômicos, gerando atividades pouco eficientes e lucros artificialmente elevados (Andersen, 1997). A pecuária cresceu na região pela tendência de maior lucratividade comparado a outras localidades: os preços da terra são inferiores, a produtividade é relativamente maior (apesar de ainda, ínfima) e o retorno sobre investimento, portanto, consegue ser maior. Adicionalmente, a prática exige baixos níveis de capital investido, baixos custos e preparos iniciais, poucas restrições associadas a relevo, e garante subsídios governamentais e incentivos fiscais. Tudo isso justifica a pecuária como atraente fim ao serem adquiridas terras na região (Imazon, 2013).

Estímulos para um uso mais eficiente da terra são fundamentais para que a produção pecuária possa aumentar de forma a não comprometer mais nenhum pedaço de floresta em pé e seus serviços ecossistêmicos, ao passo que consegue garantir maior valor produtivo para a atividade e a continuidade da importância do setor para a economia brasileira. Das muitas perguntas que ficam, uma delas é a pergunta de pesquisa deste estudo: será que o *trade-off* de se converter uma área primária de floresta, com todos os benefícios vigentes e potenciais, para uma área de pastagem que rende no máximo 45kg de carne por hectare por ano, faz sentido econômico?

Sendo assim, o objetivo deste estudo é realizar uma análise de custo-benefício das áreas que são desmatadas na Amazônia especificamente para atividade pecuária extensiva. É conseguir mensurar qual o benefício econômico líquido dessa prática na Amazônia - a partir de estimativas do valor presente líquido da atividade por hectare -, para entender se os ganhos com o desmatamento para o desenvolvimento deste modelo de pastagens superam os custos econômicos envolvidos. Custos esses que serão referentes ao valor econômico total da floresta quando mantida em pé.

Por fim, caso esse *trade-off* não se mostre válido, caberá na finalização do estudo e/ou em trabalhos sucessores, discussões sobre quais as razões da continuidade do desmatamento da Amazônia para esse fim tão pouco produtivo e rentável, e quais poderiam ser as políticas para reverter os incentivos financeiros à tal prática, tal como sugestões alternativas à ela.

2. Revisão de Literatura

A emergente discussão e importância sobre avaliações monetárias dos serviços ecossistêmicos tem sido foco de inúmeros estudos (ver, por exemplo, Costanza, e*t al*, 2014 e Strand, *et al.* 2018). Muitos foram os trabalhos focados em avaliar o custo-oportunidade do desmatamento, em detrimento aos benefícios econômicos da floresta quando mantida em pé. Essas estimativas acerca dos impactos/benefícios ambientais, porém, são desafiadoras. As interdependências e conexões entre os ecossistemas, a dificuldade do entendimento sobre como eles afetam o bem-estar humano e como eles sequer funcionam, aumentam o nível de complexidade das estimações e das limitações na busca de resultados realistas.

De início, será revisado o primeiro estudo que tentou estimar o VET da floresta em pé, e que teve como objetivo comparar esse valor com as receitas obtidas por vários tipos de uso alternativo da terra (como cultivos agrícolas, extração madeireira e produção pecuária) em uma análise de custo-benefício.

Andersen (1997) faz a análise de custo-benefício do desmatamento na Amazônia do ponto de vista privado (de quem é impactado em escala localizada), nacional (perspectiva do governo federal) e global (que considera os custos e benefícios que excedem as fronteiras). Para isso, compara receitas líquidas de diferentes tipos de uso de um hectare representativo de floresta, com as estimativas do valor econômico total dessa mesma área de floresta conservada, olhando este último valor como sendo uma "receita líquida sacrificada", um custo oportunidade de optar-se pelo uso alternativo à conservação.

Seus procedimentos consistem em buscar estimativas *ad hoc* disponíveis na literatura da época para os itens que compõem esse valor, e adotar métodos autorais para aqueles sem evidência prévia. A partir desses valores, Andersen estima fluxos de receitas líquidas dos benefícios da floresta conservada (para cada um dos três pontos de vista) para que a comparação com o valor presente líquido dos rendimentos dos usos alternativos seja possível. Os cálculos de todos os VPLs são feitos para cenários com diferentes taxas de desconto sociais: 2% e 6% a.a.

Seus resultados indicam que o valor econômico total presente da floresta em pé era cerca de US$18 mil por hectare (à taxa de 2% a.a.), representando os custos do desmatamento sob perspectiva nacional. Desse total, US$8.770 mil seriam os custos por hectare sob perspectiva

global, e US$9.230 por hectare os custos privados.

Já em relação ao valor presente dos benefícios do desmatamento (ou seja, quando se opta por um uso com extração madeireira e/ou agropecuária), Andersen faz duas estimativas: a primeira mostra a realidade dos usos típicos da época, que em sua grande maioria contava com métodos não sustentáveis e de baixíssima produtividade; e a segunda faz relação a um uso ótimo da terra calculado pela autora, em que o potencial de benefícios seria maximizado.

Para o cálculo dos benefícios potenciais, o valor foi de US$24 mil por hectare sem contar com os efeitos colaterais positivos sobre o setor urbano. Levando isso em consideração, o valor passa para US$120 mil por hectare. Entretanto, quando calculados os benefícios do desmatamento relacionados à forma padrão de uso da terra na época (pouco eficientes produtivamente), o valor estimado é de US$890 por hectare de terra.[3]

Sua principal conclusão é de que, sob o ponto de vista nacional, para o nível de desmatamento total da época (pouco menos de 10%) os benefícios **potenciais** de se optar por derrubar a floresta (ou seja, da sequência de uso maximizadora calculada pela autora) (que variavam de US$ 24.000 a US$ 120.000 por hectare) excediam em muito os custos de oportunidades relacionados à conservação, para todos os cenários (que variaram de US$ 6.500 a US$ 18.000). Por outro lado, para o uso típico da terra na época, os custos esperados do desmatamento (US$ 6500 – 18 mil) já mostravam-se bastante superiores que os benefícios **correntes** (US$ 890).

Adiante nesta seção serão sintetizados os artigos de Fearnside (2008) e Fearnside (2018), que aprofundaram as discussões sobre a importância, cada vez mais evidente, que a Amazônia tem no fornecimento de serviços ecossistêmicos. Em ambos os artigos, o autor destaca o forte peso de três serviços ambientais: estocagem de carbono para mitigação do aquecimento global, manutenção do ciclo hidrológico e preservação da socio e biodiversidade; os três como sendo absolutamente vitais para a humanidade. Além disso, em suas conclusões, Fearnside reforça como a valoração (em termos monetários) desses serviços ambientais pode impulsionar a conservação e o desenvolvimento social, ambiental e econômico da região.

[3] Todos os valores mencionados no parágrafo estão à taxa de desconto de 2% a.a.

O conceito de “serviços ambientais” utilizado nos trabalhos de Fearnside é uma subcategoria dos serviços ecossistêmicos, que se limita aos serviços fornecidos pela floresta que não são fisicos (como seria o caso da provisão de madeira, castanhas, frutas etc.) e que não contam com um mercado estabelecido (como são também as oportunidades de turismo de natureza, por exemplo). Na literatura, este conceito fortalece a proposta existente de um “imposto internacional ambiental”, em que a comunidade internacional, que também é bastante beneficiada pelos serviços da Amazônia, retribuiria contribuindo diretamente para a preservação da floresta e para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais.

Iniciando as explicações sobre a importância dos serviços ambientais destacados pelo autor, a **conservação da biodiversidade** da floresta para os seres humanos se dá pelos seguintes benefícios: estoque de material genético e compostos químicos que podem ser utilizados para fins medicinais, fármacos ou cosméticos e também possibilitar o desenvolvimento de novos cultivos por novas sementes; polinização, que gera benefícios para atividades agrícolas e florestais; equilíbrio da cadeia alimentar; e, por fim, pelo valor de existência da Amazônia associado ao valor que a sociedade atribui à preservação da floresta e suas espécies de fauna e flora (principalmente pela existência de muitas espécies endêmicas à região), mesmo que não sejam utilizadas de forma direta ou indireta por nenhum ser humano.

Além da biodiversidade, Fearnside aponta para a relevância da “**sociodiversidade**” existente na região: a Amazônia é, há séculos, casa para milhares de indígenas e suas culturas, que são agentes atuantes diretos na conservação da floresta através de suas práticas - constituindo mais um valor atribuído à floresta, e que por questões básicas de justiça social e ética, não pode ser deixado de lado. Assim, fica claro também a necessidade da preservação da floresta para que estes povos tradicionais dependentes dela sequer possam continuar existindo.

Entretanto, apesar da enorme importância e apelo desses serviços, o autor diz ser pouco provável que o estoque de bio e sociodiversidade sejam lidos em termos monetários a tempo de frear o desmatamento de forma eficaz e evitar as maiores perdas associadas a ele. Isto porque descobertas sobre o uso dessa diversidade somente são valorizadas quando os produtos resultantes dela são lucrativos (o que é uma realidade para a minoria dos casos atualmente), limitando, então, a chance dessa fonte de ser financiada como medida para evitar o desmatamento.

Partindo para a importância do **ciclo hidrológico**, o estudo de Fearnside explica o papel fundamental desempenhado pela floresta na regulação do regime de chuvas de todo o centro-sul da América do Sul, incluindo os estados do sudeste brasileiro, densamente povoados. Isso acontece graças ao fenômeno natural dos Rios Voadores: o vapor de água originado no Oceano Atlântico é carregado pelos ventos de leste a oeste até a floresta, onde as nuvens avançam trocando umidade com as árvores via evapotranspiração; então, a corrente de umidade formada continua sendo transportada continente a dentro pelo ar, e ao encontrar a barreira quilométrica da Cordilheira dos Andes, forma a nascente do Rio Amazonas e envia o restante da umidade ao centro-sul do continente, onde se precipita em forma de chuva.

Estima-se que 3,4 trilhões de m^3 de vapor d'água sejam carregados pelos rios voadores. Ao encontrar a Serra da Mantiqueira (MG), a corrente de umidade cai como chuva abastecendo a área que abriga as nascentes dos rios São Francisco e Paraná, rios estes que são os principais do Brasil para fornecimento de água para consumo urbano, usinas hidrelétricas e irrigação. Outra estimativa é que aproximadamente 70% das chuvas dos estados do Sudeste no verão, e 44% das chuvas de todo o país sejam originadas na Amazônia. Por fim, pode-se dizer que o fenômeno natural dos Rios Voadores evita com que essas regiões (irrigadas pela corrente de umidade Amazônica) sigam o padrão de aridez esperado e observado em toda a latitude[4].

Desta forma, fica muito clara a importância da conservação da Amazônia para a manutenção de todo o ciclo hidrológico do país: avanços no desmatamento florestal afetam negativamente o regime de chuva de grandes cidades, podendo gerar crises hídricas graves – como as atualmente vividas em 2021 -, danos à atividade agrícola do país, maiores períodos de seca, piora na qualidade do ar, entre outras consequências ecológicas e sociais irreversíveis.

Por fim, o autor explicita a forte relevância do serviço de **estocagem de carbono** oferecido pela floresta, tal como os impactos do avanço do desmatamento sobre esta função. Necessário para a alimentação celular das plantas, o carbono é utilizado no processo de fotossíntese e estocado pelas bilhões de árvores da Amazônia que, em troca, liberam oxigênio na atmosfera. Assim, metade do peso seco de uma árvore é composto por carbono. Mas o estoque deste elemento não se dá somente nas árvores: grande parte dele encontra-se no solo, somando um total de aproximadamente 100 bilhões de toneladas de carbono estocadas pela Amazônia.

[4] Na mesma latitude encontram-se os desertos do Atacama (Chile), o Autraliano, e o Kalahari (sul da África).

Quando há desmatamento ou degradação, parte desse carbono é liberado na atmosfera em forma de dióxido de carbono (CO_2) ou metano (CH_4), aumentando as concentrações desses gases na atmosfera.[5] Ambos são intensificadores do efeito estufa, fenômeno que vem impulsionando de maneira acelerada o aquecimento global. E como num círculo vicioso, o aquecimento global, por sua vez, intensifica fenômenos naturais extremos (como secas, queimadas naturais, tempestades etc.), que de acordo com o autor já estão impactando gravemente a Amazônia, piorando ainda mais as previsões sobre o futuro do bioma.

Para Fearnside, a relevância de se proteger o serviço de estocagem de carbono se dá exatamente nisso: no perigo (não muito improvável) do planeta entrar em um estado de "efeito estufa foragido", onde essas retroalimentações positivas do aquecimento global farão com que o fenômeno seja cada vez mais intensificado, saindo completamente do controle humano. Entre as consequências estão: aumento da frequência e da intensidade de queimadas florestais, mortalidade de árvores em períodos de seca, perda de capacidade absorsória de CO_2 por parte dos oceanos que estarão mais quentes, aumento do nível da água dos oceanos por conta do derretimento das geleiras, entre muitas outras que ameçam a vida humana e animal na Terra.

Conclusivamente, o autor evidencia em seu artigo de 2018 que muitos desafios teóricos, políticos e diplomáticos ainda precisam ser superados para que a manutenção dos serviços ambientais seja efetivamente valorizada. Valorização esta que refletiria em valorações monetárias desses serviços, passando a ser fonte de sustento para a população local e sendo levadas em conta nas tomadas de decisão de investimento público e privado.

Por fim, Fearnside reforça que com a aceleração do desmatamento fica evidente a urgência de se agir agora, sem esperar com que as consequências da crise climática fiquem mais aparentes. Os próximos anos serão determinantes no combate aos impulsionadores do desmatamento, em uma tentativa de impedir com que limiares críticos sejam ultrapassados na região da Amazônia, tanto em relação ao nível de desmatamento quanto na resistência da floresta ao aquecimento global.

[5] Comparado ao potencial de absorção das áreas primárias de floresta, muito pouco carbono é reabsorvido pelas pastagens ou matas secundárias que passam a ocupar essa terra que foi desmatada ou degradada.

3. Metodologia

Para estimar o valor atribuído a um hectare de floresta em pé será utilizado o conceito de Valor Econômico Total (VET), tal como Andersen (1997) ou Seroa da Motta (2002). O VET tenta capturar todo o valor econômico anexado a cada tipo de uso, e pode ser desagregado em Valor por Uso Direto (VUD), Valor por Uso Indireto (VUI), Valor por Opção (VO) e Valor de Existência (VE), podendo ser equacionado da seguinte forma:

$$VET = VUD + VUI + VO + VE \quad (1)$$

Para a **valoração da floresta quando conservada**, seguirei as definições de uso e não uso da Amazônia estabelecidas por Seroa da Motta (2002) e Verweij *et al* (2009):

Segundo esses estudos, o valor por uso direto pode ser derivado, por exemplo, de: extração de produtos não-madeireiros (castanhas do brasil, frutas, latex etc.) e do uso direto não consumptivo, como é o caso do turismo de natureza.

Já o uso indireto dos recursos da Amazônia faz referência às funções ecológicas da floresta na regulação de sistemas naturais: serviços hidrológicos, regulação do micro e macroclimas, retenção de nutrientes, proteção natural contra incêndios, controle de doenças, proteção da biodiversidade, e estocagem de carbono.

O valor por opção pode ser definido como a disposição voluntária a pagar pela conservação da floresta na tentativa de garantir que seus serviços ecossistêmicos estarão disponíveis para uso no futuro; mas principalmente pela disposição a pagar pelo uso futuro do material genético disponível na floresta para fins medicinais.

Por fim, o valor de existência também é mensurado através da disposição a pagar voluntária das pessoas, mas inclui o valor atribuído ao patrimônio pelo simples fato dele existir, e está relacionado aos direitos de existência (de sobrevivência e bem-estar) dos povos indígenas que ali habitam, das espécies de fauna e flora, ou da preservação de riquezas naturais no geral, mesmo que elas não sejam usadas de forma direta ou indireta por nenhum pagador.

Para calcular o VET da floresta conservada, serão utilizadas as melhores e mais atualizadas

evidências encontradas na literatura que estimem valorações monetárias para os principais serviços ecossistêmicos de cada tipo de uso da floresta mencionado anteriormente. A partir desses valores, serão estimados fluxos de receitas líquidas anuais relativas à presença do serviço em questão em um hectare de floresta.

Para o **valor associado à atividade pecuária na floresta**, serão utilizados majoritariamente dados de produtividade e taxa de lotação média dos sistemas pastoris na região, custos médios de produção, custos de implantação de pastagens, e preços de compra e venda da arroba de boi e vaca. A partir deles será possível simular cenários de investimento em pastagens na região, que retornarão receitas líquidas geradas anualmente para cada hectare de floresta utilizado com o tipo de produção pecuária avaliado. Essas estimativas de fluxos de receitas serão ajustadas para valor presente líquido (VPL) a partir de taxas de desconto, e este será o valor econômico relativo à atividade pecuária. As fontes dos dados, as premissas assumidas e a explicação do cálculo do VPL estarão descritas na seção 4.1. Por fim, também será feita uma análise de sensibilidade para avaliar sob quais variáveis o VPL se mostra mais sensível à mudanças.

Para a análise final de custo-benefício, o **custo** de se optar pelo desmatamento para criação pecuária serão os VETs da floresta conservada, sob perspectiva de serem "receitas sacrificadas". Já o **benefício** dessa escolha será o resultado do VPL do sistema de pecuária extensivo simulado na floresta. Os itens que compõem cada um desses valores serão agregados e comparados sob três perspectivas: privada local, nacional e global. Por fim, todas as estimativas apresentadas neste estudo estarão em doláres de 2020 de **receita produzida por hectare**.

3.1. Escolha da Taxa de Desconto

Taxas de desconto social são usadas em análises como a deste estudo para trazer a valor presente os custos e benefícios que serão capturados no futuro (LSE, 2018). No contexto da formulação de políticas relativas à conservação da Amazônia, por exemplo, seriam muito importantes para dizer o quanto a sociedade deveria investir hoje na tentativa de limitar os impactos negativos (associados ao desmatamento) que virão no futuro.

A intuição por trás da taxa de desconto social se baseia em duas premissas: na de que as sociedades ficarão mais ricas com o tempo devido ao crescimento econômico e que, portanto, um dólar hoje vale mais do que um dólar no futuro, quando teremos rendas mais altas; e no que diz respeito à mudança temporal das preferências individuais. Essa última premissa é controversa dentro da literatura, e descreve a propensão das pessoas em preferirem garantir uma renda hoje a uma renda para amanhã (LSE, 2018). A controvérsia está na dúvida de se as preferências das pessoas devem ser consideradas na formulação de políticas ou não, porque quando essa premissa é levada em conta e aplicada à problemas intergeracionais (como é o caso deste estudo e da grande maioria dos problemas socioambientais), as gerações futuras automaticamente recebem um peso mais baixo do que as atuais (Freeman e Groom, 2016).

O uso de uma taxa de desconto alta reflete um peso menor que é colocado no futuro e, portanto, que menos investimento é necessário agora para se proteger contra custos futuros. De forma contrária, o uso de uma taxa de desconto mais baixa garante que o bem-estar das próximas gerações tenha maior peso na análise de custo-benefício, apoiando a visão de que é necessário agir agora se quisermos proteger as gerações futuras dos impactos ambientais negativos.

Na literatura recente sobre o tema é amplamente aceito que há de se considerar taxas de desconto social decrescentes no tempo, ou seja, que com o passar do tempo dão um peso cada vez maior para as gerações futuras (ver discussão em Freeman e Groom, 2016). Além disso, é consenso entre a maior parte dos economistas especialistas de que uma taxa de desconto social média de 2% a.a. seja a mais aceitável (Moritz, *et al*. 2018).

A partir disso, todos os valores presentes deste trabalho serão calculados em dois cenários: considerando uma taxa de desconto social de 5% a.a., e uma de 2% a.a., ambas descontadas em perpetuidade no caso do VET da floresta conservada.

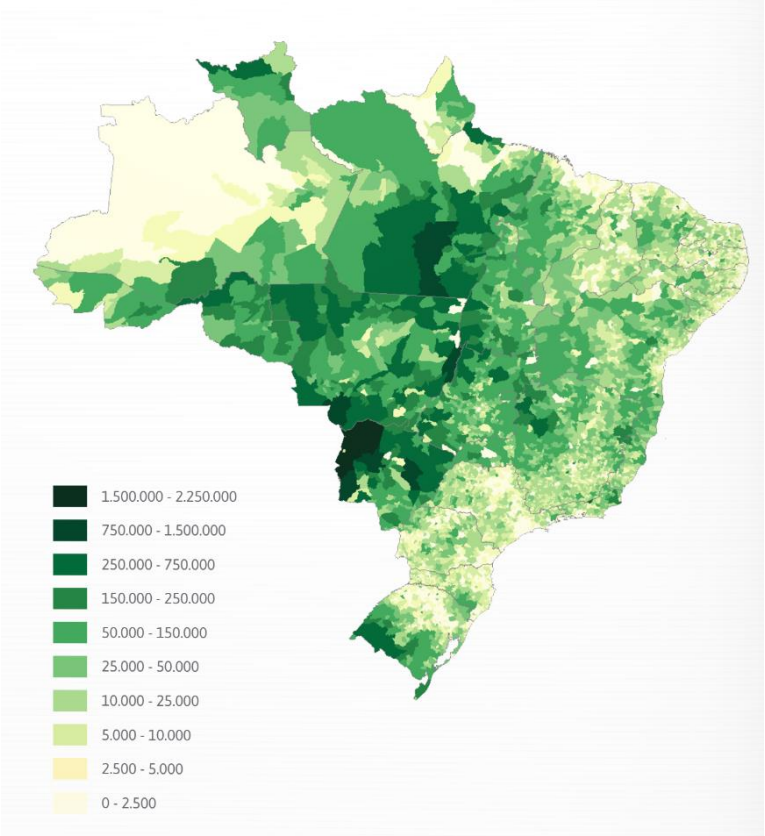
4. Resultados e discussões

4.1 Valor Econômico Total da Atividade Pecuária

A atividade pecuária tem uma importância inquestionável para a economia brasileira. A representatividade do setor pecuário dentro do PIB total do país no período de 2019 a 2020 aumentou de 8,4% para 10%. Isto apesar da queda de 4,1% do PIB brasileiro no mesmo período devido à pandemia do COVID-19. O agronegócio da pecuária de corte em 2020 movimentou mais de R$747 bilhões no país, um valor 20,8% acima do observado no ano anterior, que inclui todos os negócios e movimentações relacionadas à cadeia, desde valores dos insumos utilizados até investimentos em genética, bem-estar animal, nutrição, exportações e vendas no mercado interno (Abiec, 2021).

Ainda em relação ao período de 2020, a área utilizada por pastagens cresceu 0,2% (164,9 milhões para 165,2 milhões de hectares) em relação ao ano anterior, e a produção de carne foi de 10,32 milhões TEC (toneladas de equivalente carcaça), com uma produtividade média de 4,2 arrobas por hectare por ano ou 65,5kg de carcaça animal por hectare por ano (Abiec, 2021).

Figura 2: Distribuição da área de pastagens no Brasil (hectares)



Fonte: Athenagro, IBGE, 2021.

Atualmente, cerca de 41,64% dos 165,2 milhões de hectares ocupados por pastagens no Brasil estão localizados em áreas de vegetação nativa da Amazônia, e 6,47% em áreas de preservação permanente no bioma (INPE e IBGE, 2021) (Figura 2). Entre 1990 e 2020, a área ocupada por pastagens diminuiu 13,6%. No entanto, de toda a área que deixou de ser pastagem apenas 16% foi convertida para uso por outras atividades. Do restante, 38% foi desmatado por completo, e 46% foram degradados, encontrando-se em diferentes estágios de regeneração (Abiec, 2021).

A produção pecuária baseada em pastagens tropicais é notória por ter, ainda hoje, o padrão de pastejo extensivo como dominante. Além de serem caracterizados pela baixa densidade dos rebanhos, tempo prolongado de abate e baixos custos de produção, os sistemas extensivos consistem na formação de pastagens sem nenhuma adubação ou correção do solo, contando apenas com a fertilidade natural do solo. No entanto, esta característica é fortemente conflitante com a realidade amazônica: seus solos são ácidos e muito pouco nutritivos (Idesam, 2014).

O setor agropecuário brasileiro já demonstrou que melhorias de produtividade são possíveis com inovação em tecnologia e em técnicas de manejo (Abiec, 2021). Apesar disso, no manejo extensivo – que é o dominante na floresta Amazônica – são observadas quedas significativas na produtividade, acompanhadas da degradação e desvalorização da terra. O fósforo, que naturalmente já é encontrado em baixas concentrações, é o nutriente com maior declínio registrado conforme o aumento da idade dos pastos, e considerado o maior entrave para a produtividade das pastagens na Amazônia (Dias-Filho, 2005; Idesam, 2014). Adicionalmente, a biomassa e o nitrogênio também decaem significativamente, o que contribui para a infertilidade da terra ser alcançada, em média, com apenas 10 anos de uso – comumente levando à subutilização e ao abandono da área, tal como à abertura de novas áreas, mantendo as taxas de desmatamento verificadas (Idesam, 2014).

A estimativa do valor econômico total com a atividade pecuária na floresta amazônica será dada sob a perspectiva de investimento em pastagens na floresta, utilizando o método do Valor Presente Líquido (VPL). Para isto, será avaliado um cenário hipotético de uma área de 100 ha de floresta desmatada convertida para implementação de pastagem; com ciclo completo de produção animal para corte (cria, recria e engorda); e sob um sistema extensivo de manejo (dado que é o predominante na região), em que a faixa de tecnologia é classificada como extrativista.

Seguindo Rezende e Oliveira (1999), o VPL é dado pela seguinte expressão:

$$VPL = \sum_{j=0}^{n} R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^{n} C_j(1+i)^{-j}$$

Em que:

R_j = Receitas no final do período j considerado;

C_j = Custos no final do período j considerado;

n = Duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo;

i = Taxa anual de desconto.

O VPL será calculado com base nas taxas anuais de desconto de 2% e 5%, e todas as receitas e custos descritos serão referentes a valores anuais. Por fim, a duração do projeto será de 10 anos de uso da terra (tempo médio em que o solo deixa de ser fértil, como discutido anteriormente).

A tabela 1 compila dados extraídos da Abiec (2021) da média de custos operacionais por arroba produzida, em sistemas pastoris extensivos de tecnologia extrativista (que têm taxa de lotação entre 1 e 3 @/ha). Os anos de ocorrência de cada tipo de custo foram estabelecidos com base em Oliveira, A. *et al.* (2000), Idesam (2014) e na própria Abiec (2021).

Tabela 2: Média do custo de produção por @ produzida em 2020 de fazendas de ciclo completo

Ciclo Completo - US$/@	**Período de ocorrência**	**Extrativista** 1-3 @/ha	**Custo máximo/ha/ano**
Nutrição	1 a 10	2,2	6,5
Programa sanitário	1 a 10	0,5	1,4
Combustíveis e Lubrificantes	1 a 10	1,7	5
Funcionários	1 a 10	3,1	9,3
Manutenções	1 a 10	2,8	8,4
Administrativos	1 a 10	0,3	0,9
Energia elétrica	1 a 10	0,1	0,3
Depreciações	1 a 10	14,6	43,8
Custos Operacionais totais	**-**	**25,2**	**75,6**

Somando-se aos custos operacionais, no primeiro ano do período de investimento deve ser considerado também o preço da terra na região. Dados compilados pelo Idesam (2014) mostram que o valor médio por hectare de terra com floresta era de R$800,00. Assumindo estabilidade

dos preços e corrigindo o valor pela inflação, tem-se uma média de R$1176[6] para dezembro de 2020, ou US$223[7].

Ademais, há o custo inicial com a implantação do sistema (ano 0), que inclui desde custos com aquisição inicial de animais (bezerros), maquinários, mão-de-obra e energia, até custo com as cercagens elétrica e convencional da área de produção. Os valores totais de implantação são estimados em R$1445 (US$274) por hectare (Idesam, 2014). A tabela 3 resume a média de preços de mercado das fêmeas e machos vigentes em dezembro de 2020 retirados do Imea e da Abiec; os pressupostos da quantidade vendida e comprada de animais por hectare no cenário hipotético analisado; e a receita consequente da transação.

Tabela 3: Média de preços e receitas anuais estimadas por hectare de produção extensiva

Discriminação do Produto	**Preço** (US$/@)	**Quantidade** (arrobas)	**Período de Ocorrência**	**Receita** (US$/ha/ano)
Venda boi gordo	50	1,5	2, 4, 6, 8, 10	75
Venda de fêmeas	49	1,5	2 a 10	73,5

Para o cálculo do fluxo de receita, são adotados os seguintes pressupostos:

(1) Taxa de ocupação das pastagens = 1,3 cabeças /ha, e produtividade máxima atingida no sistema extensivo (3 arrobas por hectare), a partir das médias registradas pela Abiec (2021);

(2) Proporção macho:fêmea igual a 1:25 (Idesam, 2014);

(3) Não há reposição de animais feita por novas compras no período, há reprodução natural feita a partir do terceiro ano de sistema;

(4) Duração média de gestação das fêmeas: 280 dias (cerca de 9 meses) e intervalo médio entre partos de cerca de 24 meses (desta forma, a cada 2 anos haveria reprodução) (Azevêdo *et al.* 2006), taxa de prenhez de 50% (Idesam, 2014), e que os bezerros filhotes nascem na proporção macho:fêmea igual a 1:1.

(5) Todos os anos a partir do ano 2 há venda de todas as fêmeas não prenhas (50% da população de vacas gordas, considerando a taxa de prenhez de 50% utilizada por Idesam (2014)), sendo que, adicionalmente, a cada 2 anos a partir do segundo ano há venda da totalidade de bois

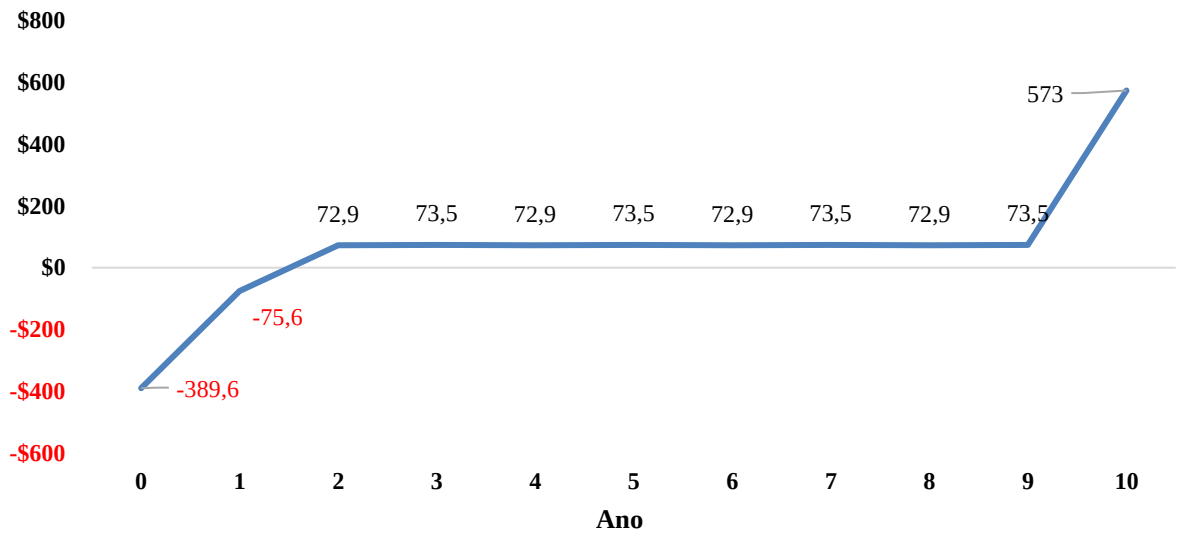
[6] O inflação acumulada de dezembro de 2013 a dezembro de 2020 foi de 47%.
[7] Assumiu-se a taxa de câmbio média anual de 5,15 reais/dólar de 2020.

gordos. Isto porque a idade ideal média para venda de bois gordos para abate em sistemas pastoris é de 24 meses (Embrapa, 2020 e Abiec, 2021).

Além disso, em casos em que a compra da terra é feita com floresta (como considerado neste cenário), há sempre receitas provenientes com exploração madeireira. Desta forma, seguindo as estimações de Santana, *et al.* (2012), considera-se um lucro com venda de madeira no primeiro ano do sistema hipotético projetado, em um valor de US$183 por hectare. Considerando todos os dados e premissas, pode-se inferir que o primeiro ano de lucro aconteceria apenas no ano 2 do período (terceiro ano de uso da terra).

Por fim, o resultado da análise incluirá o ganho patrimonial estimado proveniente da valorização da terra a partir da conversão da área de floresta em pastagens, uma vez que terras com vegetação, em comparação à terras ocupadas por pastagens, são menos valorizadas no mercado imobiliário. Vale destacar que a expectativa de valorização imobiliária via expansão da atividade pecuária na Amazônia é considerado o fator de maior peso na decisão do produtor local, sendo este o principal motivo de ser economicamente preferível a abertura de novas terras à recuperação de pastos em estágios de degradação (Ichihara, 2013 e INPUT, 2016). De acordo com dados do INCRA (2016), o preço da terra tende a valorizar em uma média de 90% para a Amazônia. Assim, para o sistema hipotético desenhado, será considerado que houve venda da terra no final do período por US$424,5.

Figura 2: Fluxo líquido anual /ha do sistema projetado (US$ de 2020)

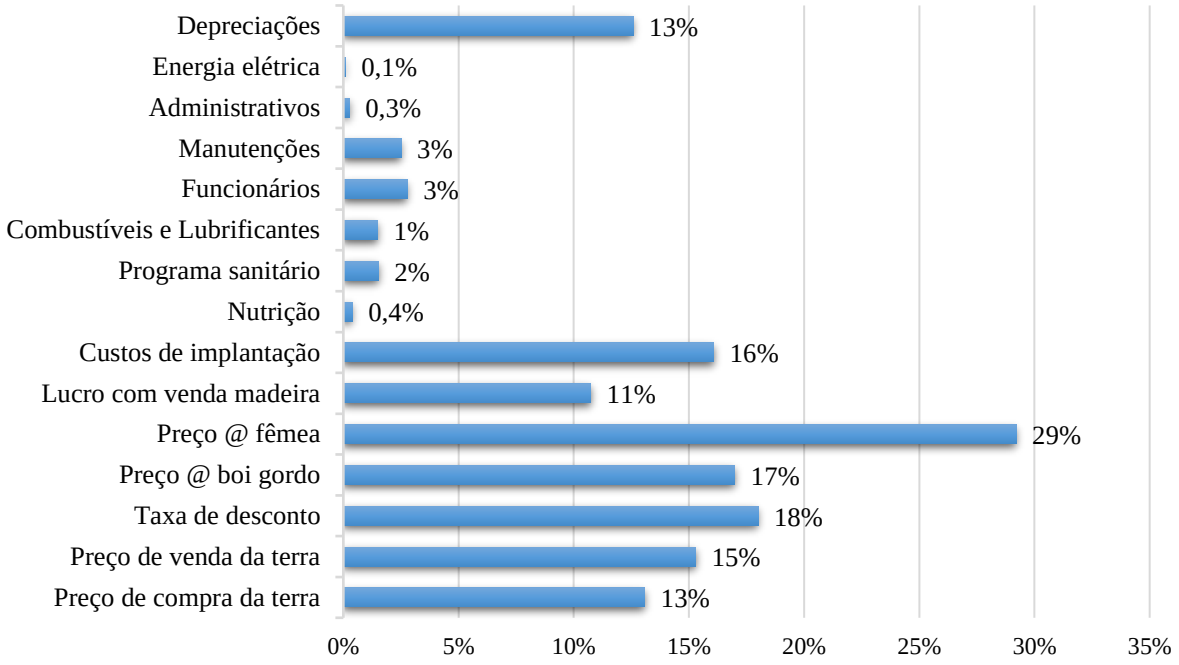


Combinando os dados acima, pode-se obter o fluxo de receita líquida anual para o sistema, apresentado na figura 2. O resultado é um valor presente líquido estimado de US$324,5 por hectare à taxa de desconto de 5% a.a., e de US$521,6 /ha à taxa de 2% a.a., em dólares de 2020.

Análise de Sensibilidade

Os resultados aqui apresentados consideram muitas premissas sobre fatores que estão sujeitos à mudanças ambientais, tecnológicas, econômicas e de manejo. É fundamental entender como mudanças nas variáveis podem afetar o VPL final, e o quão sensível este valor está à essas mudanças. Para isso foi realizada uma análise de sensibilidade sobre variações na taxa de desconto, preços, custos de produção e implementação, valor de compra e venda da terra.

Figura 3: Impacto percentual absoluto em variação no VPL



A análise de sensibilidade de cada fator se deu a partir da simulação do VPL com diversas variações no intervalo de -20% a 20%, no valor de cada item que compõe o fluxo de receita líquida do sistema projetado, *ceteris paribus*. Ou seja, para cada simulação foram testadas as oscilações em apenas um item, mantendo as demais variáveis constantes. A partir da análise, foi constatado que o sistema pastoril extensivo projetado é mais sensível ao preço da @ da fêmea gorda – dado que há venda de fêmeas em todos os anos do período a partir do terceciro -, em que uma mudança potencialmente altera o VPL em até 29%.

Por fim, vale ressaltar que poderiam caber aqui estimações sobre os benefícios econômicos originados dos efeitos indiretos da atividade pecuária extensiva para o setor urbano. Efeitos esses que incluem, por exemplo, a movimentação econômica a partir da geração de oportunidades de trabalho e renda, o valor adicionado no setor de serviços e nas indústrias de processamento de madeira, carne e mineração, entre outros fatores que potencialmente não seriam gerados se não acompanhados pelo desmatamento das áreas.

São necessárias mais pesquisas em cima da relação entre os setores rural e urbano na Amazônia para entender a magnitude dos efeitos indiretos da atividade pecuária. Estes efeitos, em adição aos fluxos líquidos diretos dos sitema, podem ser determinantes para o valor dos benefícios do desmatamento para a atividade pecuária, com a possibilidade de superarem os custos sob a perspectiva privada local, como será discutido mais adiante nas seções de análise de custo-benefício e conclusão.

4.2 Valor Econômico Total da Floresta Conservada

4.2.1 Valor Econômico por Uso Direto

Turismo de Natureza

O potencial da modalidade de turismo de natureza no país se reflete nos números: dados do Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBio) de 2019 mostram que há atualmente no Brasil mais de 2.400 unidades de conservação quando somadas as federais, estaduais e municipais. Quando analisadas apenas as 336 unidades de conservação federais existentes no território, o instituto registrou mais de 15 milhões de visitantes em 2019 à elas. As unidades localizadas na Amazônia Legal corresponderem à 43% da totalidade das UCs federais, mas apesar disso, apenas 3% destas milhões de visitações em 2019 foram realizadas nelas.

De forma complementar, o Índice de Competitividade Turística (2019) desenvolvido pelo Fórum Econômico Mundial coloca o Brasil em segundo lugar na lista de países com maior capital natural, definido em termos de paisagem, parques naturais e diversidade de espécies. A fins comparativos, os EUA ocupam a quinta posição neste ranking, e em 2019 receberam mais de 328 milhões de visitantes em seus parques nacionais, um número quase 22 vezes maior que o brasileiro. Vale ressaltar que apenas 13% do território estado unidense é protegido por unidades de conservação e áreas de proteção, contra 29,4% no Brasil (Banco Mundial, 2018).

Em âmbito nacional, o módulo de turismo da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua de 2019 (IBGE) mapeou as características de viagens feitas dentro do território nacional, tal como os fluxos de turistas para as diversas regiões do país. Os dados revelaram que 25,6% das viagens domésticas de lazer foram motivadas pela busca por turismo de natureza e aventura. Ademais, dados de 2017 do Ministério do Turismo registraram que cerca de 19% dos turistas estrangeiros que vêm ao Brasil têm estas modalidades turísticas como motivação da viagem e que estes viajantes gastam, em média, US$ 1.500 por viagem, quase o dobro da média geral observada.

Olhando especificamente a movimentação e caracterização dos turistas no estado do Amazonas, o volume de turistas nos últimos 20 anos cresceu à uma taxa média de 3,24% a cada ano e atingiu seu pico em 2014, quando o estado recebeu mais de 1 milhão de visitantes. Este número,

porém, faz referência à todo tipo de visita, incluindo lazer, negócios, eventos, entre outros. Em 2019, apenas 45% de todas as 624.744 visitas tiveram o lazer como motivação da viagem, as quais os turistas estrangeiros foram responsáveis por 57% (Amazonastur, 2019).

Apesar do potencial de atratividade que a natureza brasileira dispõe, sua visitação mostra-se muito aquém, explicado principalmente por fatores como a falta de capital humano capacitado para atender os visitantes; estruturas de uso público e visitação precárias em muitos locais; falta de pesquisa em cima da real demanda e perfil dos visitantes; e a existência de poucas parcerias monitoradas e bem executadas para a gestão do uso público dos parques (ver discussões em Valle, 2020 e Janér, 2012). O investimento no setor de turismo de natureza permite com que o país melhor aproveite os benefícios socioeconômicos potenciais dos seus recursos naturais, sem impactar os ecossistemas fontes, e deve ser de extrema relevância federal, uma vez que estimula o desenvolvimento econômico das regiões ao ser gerado mais oportunidades de trabalho e renda, impulsionando a cadeia produtiva do turismo local, e é uma ferramenta valiosa para conscientização e preservação ambiental (Valle, 2020, Janér, 2012, Gazoni e Brasileiro, 2018).

Como exemplo, o ecoturismo pode influenciar inversamente o desmatamento na Amazônia, como é discutido nas seguintes hipóteses: ao ser inserida na economia local, a atividade ecoturística faz com que a dependência de outras atividades (muitas não compatíveis com a preservação florestal – como agropecuária, extrativismo madeireiro, mineração etc.) seja diluída, e que uma maior concorrência na alocação de recursos financeiros seja impulsionada – aumentando oportunidades de desenvolvimento deste mercado. Além disso, por muitas vezes envolver as populações tradicionais locais, e demandar sempre alta qualidade dos recursos naturais locais, o turismo de natureza automaticamente valoriza a preservação local, pressionando o poder público para atuar de forma mais rigorosa sobre a fiscalização. Por fim, outro ponto é que a atividade turística torna-se fonte de recursos para financiamento da conservação florestal, uma vez que o valor arrecadado com ingressos, guia, hospedagem, restaurantes e outros serviços locais, acaba sendo, em parte, direcionado para o manejo sustentável das áreas prioritárias para conservação (Gazoni e Brasileiro, 2018).

Sob este contexto da utilização do turismo de natureza como um dos instrumentos para frear o desmatamento, estimativas da análise multivariada de Gazoni e Brasileiro (2018) sugerem que a ínfima existência desta modalidade de turismo na região já tenha sido responsável por evitar com que cerca de 282,9 km² de área de floresta amazônica fosse desmatada, somente entre o

ano de 2015 a 2016. Reforçando, assim, a forte possibilidade de se investir no turismo de natureza como estratégia de conservação florestal.

Em um estudo inédito para monetizar o serviço ecossistêmico do valor recreativo da natureza na floresta amazônica, Kirby *et al.* (2010) calculam os custos e os benefícios privados e sociais dos usos da terra da Amazônia peruana para o mercado do ecoturismo. Analisando dados de um cluster de turismo de natureza na região de Tambopata (Peru), os autores obtiveram evidências de como esta atividade é mais valiosa, privada e socialmente, para a floresta, quando comparada à atividade agrícola, pecuária e até exploração sustentável de madeira e de produtos não madeireiros.

O estudo foca em calcular os lucros (benefícios privados) e o excedente do produtor (benefícios sociais) provenientes do ecoturismo – uma vez que o excedente do consumidor (turista) não é revertido diretamente para o Peru, dado que a maioria dos visitantes é estrangeira – e, com base nestes valores, calculam o valor presente líquido da atividade ecoturística na região. Por fim, chegam a um lucro de US$ 39 e um excedente do produtor de US$ 96 por hectare de terra controlada por ecoturismo, totalizando um benefício total de US$ 135 por hectare. Estes valores incluem também o custo social de emissão de carbono a partir da atividade, e o benefício social de carbono sequestrado em terras controladas por ela. Este valor não inclui, porém, por falta de dados concretos, a monetização de outros serviços ecossistêmicos em termos de benefícios sociais pela preservação da floresta para a atividade, o que acaba apenas reforçando a conclusão dos autores sobre a maior rentabilidade do ecoturismo perante outros tipos de uso da terra, dado que a expectativa é que o excedente do produtor real seja ainda maior que o encontrado.

Outro local palco de estudos focados na avaliação da atividade turística com base em mercados reais estabelecidos é a porção equatoriana da floresta amazônica, onde a indústria do turismo de natureza é a mais desenvolvida na região – podendo, inclusive, servir de modelo para outras regiões da Amazônia. Os estudos de Gössling (1999) e Wunder (2000) mostraram receitas provenientes da atividade ecoturística na Reserva Cuyabeno no Equador por dois métodos diferentes, chegando em valores bastante próximos, de US$ 0.15 e US$ 0.25 por hectare por ano, respectivamente.

Por outro lado, um método alternativo de calcular o valor do turismo de natureza na região Amazônica é traduzir as receitas anuais geradas com visitantes em valores por hectare. Drumm

(1991) estimou um gasto total por parte dos turistas na Amazônia Equatoriana de cerca de US$ 5.3 milhões por ano até então, o que seria equivalente a uma receita de US$ 6.6 por hectare por ano, considerando apenas os hectares de floresta no Equador. Já Andersen (1997) estimou que a disposição a pagar pela experiência do turismo de natureza na floresta como sendo de cerca de US$ 1699 por turista, por viagem e que, caso a floresta recebesse cerca de 1 milhão de turistas anualmente, geraria-se um fluxo de US$ 3,2 por hectare por ano. Por fim, considerando os dados de 2019 do ICMBio que indicaram cerca de 450 mil visitantes no ano a unidades de conservação federais localizadas no bioma amazônico (3% de 15 milhões), e o valor de aproximados US$ 1500 gastos por visitante no turismo de natureza (Ministério do Turismo, 2017) como mencionado no início desta seção, é possível obter uma estimativa dura de uma receita de US$ 5,75 por hectare por ano.

Tabela 4: Estimativas do valor da atividade ecoturística na Amazônia

Autores	**Valor estimado** ($ / hectare / ano)	**Região de referência**
Kirby *et al.* (2010)	135	Tambopata (Peru)
Gössling (1999)	0,15	Reserva Cuyabeno (Equador)
Wunder (2000)	0,25	Reserva Cuyabeno (Equador)
Drumm (1991)	6,6	Amazônia (Equador)
Andersen (1997)	3,2	Amazônia (total)
Própria	5,75	Amazônia Legal

Dependendo dos métodos de estimação e da disponibilidade de dados, as estimações do valor do serviço de turismo de natureza na Amazônia variam significativamente, como resumido na tabela 4. A fins de simplificação, será considerada a média simples das estimativas aqui representadas com exceção da de Kirby *et al.* (2010) – esta, cujo valor destoa significativamente do restante observado na literatura e que inclui o valor do benefício da estocagem de carbono, não será considerada, a fim de buscar a adoção de medidas mais conservadoras -, chegando, assim, em um valor de US$ 3,2 por hectare por ano. Descontado em perpetuidade, obtém-se um valor presente de US$ 64 por hectare à taxa de 5% a.a., e de US$ 160 por hectare à 2%.

Extração de Produtos Não-Madeireiros

Esta seção deriva uma estimativa aproximada do fluxo de valor produtivo anual da extração de produtos florestais não madeireiros (PFNM) por hectare de floresta Amazônica. Até então houve significativo esforço sobre tentativas de estimação do valor econômico de produtos não madeireiros na floresta, mas que divergem bastante dependendo das premissas e métodos utilizados, e dos produtos incluídos nesta classificação (ver, por exemplo, Angelo *et al.*, 2018; Strand *et al.*, 2018; Soares-Filho *et al.*, 2017). Quanto à metodologia, há duas maneiras principais contrastantes na literatura disponível: estimativas baseadas no estoque de valor econômico, calculando o potencial de extração e de desenvolvimento do mercado; e estimativas baseadas no fluxo efetivo de valor econômico, focadas no uso direto da floresta.

Cálculos baseados no potencial extrativo, porém, tendem a superestimar o real valor econômico, e carregam consigo limitações, como discutido por Chomitz e Kumari (1998): dado a heterogeneidade da floresta, a densidade de espécies exploráveis difere muito ao redor do bioma e, portanto, a produção (efetiva e potencial) por hectare também - criando uma inconsistência na oferta dos produtos não-madeireiros. Ademais, valores potenciais geralmente não incluem custos e outros fatores que afetam a real rentabilidade da produção de PFNM, como custos de escoamento, armazenagem, propaganda, e limitações pelas condições naturais e de infraestrutura do território. Assim, a extração potencial sempre é limitada pela realidade do mercado.

Mesmo se não considerado o potencial de resultados da coleta e extração sustentável de produtos florestais não madeireiros, é inquestionável que estes produtos são opções econômicas essenciais para a conservação da biodiversidade na floresta e para o sustento de inúmeras comunidades locais. Portanto, é fundamental não somente ter clareza da importância e da sustentabilidade das atividades extrativistas locais, mas também de seus valores econômicos correntes, para ser possível econtrar soluções às falhas de mercado (Soares-Filho *et al.*, 2017).

Seguindo este objetivo, uma revisão de literatura realizada pela *Secretariat of the Convention on Biological Diversity* (2001) sugere o valor líquido agregado da extração de produtos não-madeireiros na Amazônia de cerca de US$100 por hectare por ano, enquanto uma revisão feita por Pearce (1998) sugere um valor anual de US$50 por hectare. Outros estudos, como Peters *et al.* (1989), apresentam estimativas do valor deste mercado a partir da redução dos custos de

coleta, transporte e regeneração do total de receitas em localidades da Amazônia Peruana, encontrando um valor líquido de US317 por hectare por ano. Sob uma metodologia semelhante, e ainda sobre números do mercado peruano, Pinedo-Vasques *et al.* (1992) sugerem um valor anual de US$20 por hectare.

Por outro lado, abordagens também baseadas inteiramente no fluxo de receita anual focaram em estimar os valores apenas para os mercados mais consolidados e importantes[8] de produtos não madeireiros no Brasil: borracha e castanha-do-pará. A espécie *Harvea brasiliensis* é a principal fonte de borracha natural do mundo. Apesar de ser considerada uma matéria prima fortemente versátil e utilizada, 80 a 90% do volume extraído no Brasil é direcionado apenas para a indústria automobilística para produção de pneus Strand *et al.* (2018). Na Amazônia, a extração tradicional de borracha colhida na floresta nativa é fonte de renda para mais de 10 mil famílias (IBGE, 2021).

Já a castanha-do-pará é uma das principais sementes colhidas comercialmente na região e no Brasil como um todo, desempenhando significativo papel na economia extrativista do país: a produção anual atinge cerca de 35 mil toneladas, o consumo nacional aumentou em 700% nos últimos 15 nos, a atividade garante subsistência de mais de 60 mil famílias na Amazônia, suas exportações cresceram em mais de 115% entre 2017 e 2021, e US$26 milhões de receita foram gerados somente de exportações no período de janeiro a setembro de 2021 - correspondendo por mais de 50% das exportações globais do mercado de castanha com casca (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2021).

A castanha-do-pará é considerada símbolo da conservação: a árvore requerer proteção da floresta para prosperar, dado que exige fluxo de água e nutrientes que um ambiente desmatado ao seu redor não pode fornecer. Adicionalmente, ela vale mais em pé do que cortada: estima-se que os coletores lucram pelo menos 3 vezes mais com a atividade extrativa da castanha, em comparação ao corte ilegal da árvore (Embrapa, 2021) – apesar destas evidências incentivarem a conservação, a espécie é considerada vulnerável por ser alvo de madeireiros ilegais (PRF, 2021).

[8] Dentre todos os produtos não-madeireiros reportados pelo IBGE (2016) para a Amazônia, a extração de borracha e de castanha-do-pará são as atividades que mais fornecem renda para comunidades da floresta (Ferreira, 2008). Ademais, são PFNM com preços de mercado competitivos e regulamentados, suas atividades extrativas são pouco concentradas e, portanto, têm maior disponibilidade de dados.

Apesar das exportações amazônicas da castanha corresponderem a mais de 50% do fornecimento global, este número evidencia o potencial protagonismo e a falta de inserção da região: o maior produto exportado pela Amazônia é a castanha-do-pará com casca (47% do total do fornecimento global). Na contramão, o mercado mundial da castanha descascada é crescente e quase 15 vezes maior (cerca de US$ 364 milhões de receita anual com exportações contra US$24 milhões da castanha com casca). O Brasil cada vez mais exporta castanha com casca, principalmente para seus vizinhos Peru e Bolívia, que agregam valor pelo beneficiamento da castanha e a reexportam a preços até 5 vezes mais altos.

Em estudo do Projeto Amazônia 2030, o autor Salo Coslovsky mostra que entre 2017 e 2019 cerca de US$298 milhões em receita foram gerados com exportação de produtos compatíveis com a floresta (ou seja, aqueles que contribuem para o uso sustentável dos recursos e matérias-primas). Dentre os produtos destacam-se: pimenta do gênero piper, peixes, óleos de dendê, frutas (incluindo açaí, cacau, abacaxi, manga e goiaba), sucos e polpas de frutas, castanha-do-pará e mel natural. Em conjunto, o mercado global de 64 produtos compatíveis com a floresta movimentaram em média US$176,6 bilhões por ano. O montante de US$298 milhões, portanto, indica uma participação amazônica de apenas 0,17% no mercado global destes produtos. Caso a Amazônia alcançasse o patamar de participação média do mercado exportador brasileiro – de 1,3% - suas receitas subiriam para US$2,3 bilhões.

Soares-Filho *et al.* (2017) e Strand *et al.* (2018) apresentam retornos para a extração de castanha-do-pará na Amazônia como sendo, em média, US$5 por hectare por ano - podendo atingir até US$46 por hectare anualmente nas áreas mais produtivas. Já para a extração de borracha, os rendimentos são calculados em somente cerca de US$0.56 por hectare por ano, atingindo US$6.1 nas áreas de maior produtividade e incentivo governamental. Ambos estudos destacam que, apesar dos rendimentos serem baixos, o potencial produtivo é substancial, podendo atingir 3.7 e 1.36 milhões de toneladas (para castanha-do-pará e borracha, respectivamente), devido a muitas áreas com forte potencial que se encontram pouco exploradas. Além disso, soma-se o fato de que a rentabilidade é condicionada à qualidade de acesso da região à indústrias e à maiores populações e ofertas de trabalho.

A fim de evitar superestimações, será utilizada a média dos valores dos rendimentos estimados por Soares-Filho *et al.* (2017) e Strand *et al.* (2018), de US$25 por hectare por ano para o

mercado de castanha-do-pará e de US$3 para a extração de borracha. Desta forma, tem-se um valor presente líquido de US$560 por hectare descontado à taxa de 5% a.a. em perpetuidade, e de US$1400 à taxa de 2% a.a.. Vale reforçar que castanha-do-pará e borracha embora tenham mercados mais consolidados, ainda representam uma parcela pequena da diversidade de produtos não madeireiros disponíveis na floresta Amazônica. Assim, fica claro que as estimações aqui feitas podem ser mais uma vez consideradas como subestimações do real valor econômico da extração de produtos não madeireiros da Amazônia. Por fim, assume-se que este valor possa ser traduzido como sendo o custo-oportunidade – em termos do provisionamento geral de produtos não madeireiros - da conversão de um hectare de floresta Amazônica em áreas de pastagens.

4.2.2 Valor Econômico por Uso Indireto

Estocagem de Carbono

A Floresta Amazônica desempenha um papel fundamental no balanço global de carbono devido ao enorme volume armazenado em seus diferentes reservatórios de biomassa (acima e abaixo do solo) e de matéria orgânica do solo. Se por um lado a flora amazônica absorve carbono inorgânico (CO_2) através da fotossíntese e o armazena em biomassa, por outro, na conversão destas áreas de floresta para pastagens ou terras de cultivo, toneladas armazenadas são emitidas. Atualmente, o fluxo de carbono na atmosfera encontra-se negativo, em que o volume líquido de CO_2 absorvido pelos biomas terrestres e pelos oceanos é menor do que a soma das emissões de gases de efeito estufa mediante conversão de usos de terra e aumento no consumo de combustíveis fósseis (Verweij, 2009).

Em relação ao total de carbono estocado na floresta, estimativas de densidade divergem pela dificuldade na quantificação, principalmente devido à heterogeneidade das paisagens da floresta. Estudos como os de Andersen *et al*. (2002) e Fearnside (1997) indicam que os valores médios de carbono retido na Amazônia aproximam-se de 150 tC/ha e 191 tC/ha respectivamente. Já o último relatório de Avaliação Global dos Recursos Naturais (FAO – ONU, 2020) estima que este valor seria cerca de 230 toneladas por hectare de floresta. O relatório ainda adiciona que as estimativas do estoque de carbono por hectare aumentaram entre 1990 e 2020 em todos os tipos de reservatório, enquanto a densidade total de carbono global no mesmo período diminuiu.

Se considerado que o avanço maior do desmatamento acontece nas áreas de transição (e, portanto, de menor biomassa), uma densidade média de 190 toneladas de carbono por hectare de floresta – calculada a partir dos valores expostos anteriormente - pode ser uma representação melhor da densidade média de toda a Amazônia, como discutido em Seroa da Motta (2002). Entretanto, enquanto a conversão de áreas de floresta para atividades agropecuárias tem forte impacto na quantidade de carbono estocado em biomassa, o carbono estocado na matéria orgânica do solo tem uma história diferente: após o desflorestamento da área para conversão em pastagens, o estoque de carbono abaixo do solo tende a aumentar (Neil *et al.*, 1997), especialmente em pastos mais bem administrados, em que os solos chegam a acumular mais carbono que a vegetação original (Cerri *et al.*, 2007 e Homes *et al.*, 2006). O carbono estocado na matéria orgânica do solo responde por 45% de toda a densidade de carbono encontrada em

florestas tropicais (FAO, 2020), logo, pode-se dizer que a densidade média de carbono estocado acima do solo é de 104 toneladas por hectare de floresta.

A partir disso é então possível seguir para o cálculo da estimativa do custo econômico da perda de estoque de carbono na floresta. Este valor pode ser determinado a partir de uma abordagem indireta ou direta. Por um lado, tem-se a derivação do valor dos créditos de carbono, que comercializam em termos de emissões evitadas resultantes da conversão de floresta. Isto muito porque o investimento em conservação de grandes esponjas naturais de carbono ao redor do mundo é economicamente mais eficiente para muitos países em comparação a evitar emissões de gases em suas próprias nações. Por outro lado, a estocagem de carbono pode ser avaliada diretamente tendo-se como critério a estimativa dos danos evitados em decorrência de agravamentos nas mudanças climáticas (Verweij, 2009).

As inúmeras consequências socioambientais geradas a partir do aumento das temperaturas médias geram uma cadeia de custos econômicos para o planeta. As estimativas dos custos econômicos de cada uma das diferentes categorias de danos diferem muito, mas os números da perda total em valores monetários se concentram entre 4.2 e 18.1% do PIB global[9], relativos à cenários de 2 a 3.2ºC de aumento nas temperaturas acima dos níveis pré-industriais (Swiss Re Institute, 2021).

Para representar o custo econômico causado por uma tonelada adicional de CO_2 emitido (ou seu equivalente) foi desenvolvido o conceito de **custo social do carbono**. Suas estimativas são necessariamente complexas, dado que tentam abranger a totalidade da cadeia de impactos do excesso de emissões, desde o ciclo natural do carbono até os danos econômicos consequentes do aquecimento global. O modelo DICE (modelo Dinâmico Integrado de Clima e Economia) é considerado a principal ferramenta de avaliação integrada disponível para estimação do custo social do carbono de uma maneira consistente, utilizado por pesquisadores e governos ao redor do mundo. O estudo de Nordhaus (2017) apresenta estimativas atualizadas deste custo com base em uma revisão completa do modelo DICE – a primeira feita desde o quinto relatório de avaliação do IPCC (Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas) -, além de comparar seus resultados com os encontrados mediante aplicação de outros modelos.

[9] Números em comparação a um cenário sem mudança climática (0ºC de aumento na temperatura).

Para o cenário base, Nordhaus (2017) estima que o custo social do carbono seja de US$31 por tonelada de CO_2 em dólares de 2010, crescendo 3% ao ano em termos reais, e atingindo US$37 em 2020. A tabela 5 a seguir resume a comparação de estimativas a partir do modelo DICE revisado por Nordhaus com outras provenientes de estudos do US Interagency Working Group, sobre o custo social do carbono para o ano de 2020:

Tabela 5: Estimativas do custo social do carbono em 2020

Modelo	taxa de desconto social de 5% a. a	DICE (base)	taxa de desconto social de 4% a. a	taxa de desconto social de 3% a. a	taxa de desconto social de 2.5% a. a
DICE-2010	12	na	na	40	59
PAGE	23	na	na	74	105
FUND	3	na	na	22	37
Média	**13**	**na**	**na**	**45**	**67**
DICE-2016	23	**37**	41	87	140

Fonte: US Interagency Working Group

A partir de todos os resultados expostos anteriormente, pode-se estimar o custo econômico anual da emissão de carbono no desmatamento de um hectare de Floresta Amazônica multiplicando a densidade média de 104 toneladas de carbono/ha pelo custo social anual de uma tonelada de carbono estimado em US$37, resultando em US$3.848/ha/ano. Assim, descontado em perpetuidade à uma taxa de 5% obtém-se o valor presente do custo das emissões de CO_2 de US$76.960 por hectare desmatado. O valor correspondente para a taxa de desconto social de 2% é R$192.400 por hectare.

Regulação do Clima e Ciclos Hidrológicos

Sob um alto nível de desmatamento na Amazônia, fortes mudanças no clima de todo o centro-sul da América do Sul seriam esperadas devido à queda da evapotranspiração pelas árvores, como discutido e revisado em Fearnside (2018). Isto resultaria não somente em danos ecológicos irreversíveis, como também em em impactos estruturais no regime de chuvas do país.

Lawrence e Vandecar (2015) analisaram dados de mais de 20 artigos de modelagem climática tratando das repercussões do desmatamento parcial e total da Amazônia: além de reforçarem que secas e temperaturas extremas seriam cada vez mais frequentes, mostram que os maiores impactos seriam sobre o regime de chuvas a nível continental, causando um "golpe duplo" sobre os cultivos agrícolas e sobre o clima. O trabalho também sinaliza que níveis de desmatamento de 30 a 50% seriam suficientes para que ocorresse a savanização de parte da floresta. O estudo de Brando, e*t al.* (2020) revelou o risco de até 70% do bioma se transformar em área seca e degradada de savana ou vegetação rasteira em menos de 50 anos. Atualmente a floresta já se mostra em estágio de adaptação para maiores índices de aridez, com cada vez mais espécies de árvores que necessitam de muita água sendo substituídas por vegetações adaptadas à seca, menos dependentes de água, e com menor capacidade de estocagem de carbono e de evapotranspiração (Gomes, *et al.* 2019).

Ultrapassar o limiar crítico que transformaria boa parte da Amazônia em savana seria indubitavelmente trágico em termos de perda de provisionamento dos serviços hidrológicos e de regulação climática, por motivos que excedem a busca pelo bem estar socioambiental, e que são especialmente relevantes para a economia nacional no longo prazo. Atividades econômicas de grande peso no produto do país, como cultura de soja, produção pecuária e geração de energia hidrelétrica são fortemente beneficiados e dependentes das águas abundantes do bioma amazônico – especialmente das chuvas e do consequente abastecimento de água doce – e, assim, são dependentes também da conservação da cobertura florestal. Desta forma, o desmatamento que é evidentemente impulsionado pela expansão agropecuária (MapBiomas, 2020), acaba afetando a produtividade das próprias cadeias do setor.

As usinas hidrelétricas são responsáveis pelo fornecimento de mais de 60% da eletricidade do país, naturalmente sendo uma peça fundamental no bem-estar financeiro nacional: como

exemplo, somente em 2019 o setor industrial (que inclui as operações de mineração) consumiu 31,6% de toda energia hidrelétrica produzida, enquanto o número equivalente para o agronegócio foi de cerca de 5% (MME, 2020). Conforme a vazão dos rios diminui devido à queda nos volumes de chuva, o potencial de geração de energia hidrelétrica brasileira pode cair mais de 80% nos próximos 50 anos (Mohor, *et al.* 2015).

Dada a forte dependência nacional nas matrizes hidrelétricas, o agravamento dos períodos de seca aumenta o risco de crises hídricas graves, como a observada em 2021. Consequentemente, a seca leva a fortes aumentos nos preços das contas de energia e de produtos industrializados, setores que não têm margem para absorver os choques, e reajustam os preços dados os maiores custos de produção. De forma imediata, este reajuste dos preços transformam-se em pressões inflacionárias, reduzindo o poder de compra dos brasileiros – prejudicando especialmente a parcela mais pobre da população – e impactando diretamente os níveis de consumo e atividade do país. Para compensar as perdas de capacidade hidrelétrica a um custo mínimo, o setor de energia acaba precisando investir em outras fontes e acionar termelétricas de gás natural e carvão, o que acaba aumentando ainda mais o círculo vicioso de impactos negativos, dado que as usinas termoelétricas são de fontes não renováveis impulsionadoras do efeito estufa, têm um custo de geração energético muito mais elevado – pressionando ainda mais a inflação.

Para a agricultura, os impactos seriam ainda mais expressivos. O Brasil é uma economia dependente da agropecuária e, por consequência, dependente dos serviços da natureza. O aumento do desmatamento da Amazônia encarece e dificulta as atividades do setor agrícola, diminuindo a atratividade de investimentos no setor. Áreas que hoje são consideradas de baixo risco tendem a se tornarem de médio-alto risco nas próximas décadas: o Cerrado, bioma que abriga a fronteira agrícola que se expande com maior rapidez no país, é responsável por parcela significativa das exportações de soja, carne, milho e algodão do país, e depende de chuva abundante para manter os padrões de plantio e colheita. Em um contexto de previsão de aumento da população para mais de 8 bilhões já em 2023 (IHME, 2020), os danos causados pela seca devido ao desmatamento da floresta tendem não somente a impactar fortemente os lucros e a produtividade do agronegócio, e o desempenho do PIB do setor, mas também tendem a se tornarem impasses na segurança alimentar nacional e internacional (Costa, 2019).

Estudos como os de Strand, *et al.* (2018) e Costa, *et al.* (2017) estimam o custo econômico de um hectare adicional de floresta desmatado para três principais atividades dependentes dos

padrões de chuva no país discutidas: agricultura, pecuária e geração de energia hidrelétrica. Estas estimativas foram calculadas a partir do método da função de produção marginal (ou método do valor derivado), usado para estimar o valor econômico de serviços ou produtos ecossistêmicos que são usados juntamente com outros insumos, para produzir um bem comercializável – de forma a responder como uma mudança em um ativo ecossistêmico é traduzida em uma mudança na produtividade, na receita, ou em qualquer outra medida de interesse. Os valores apresentados são referentes ao cálculo de base, feito para um cenário com os padrões atuais de uso da terra e extensão da cobertura florestal. Para a produção agrícola, o custo na produtividade e na receita da atividade devido à desregulação climática impulsionada pelo desmatamento é estimado em cerca de US$16 por hectare por ano. Para a produção pecuária, estes valores são estimados em uma média de US$7,2 por hectare desmatado por ano. Já os custos estimados sobre a geração de energia hidrelétrica são em média US$5 por hectare desmatado por ano.

Somando-se os custos para as atividades agrícolas, pecuária e de geração energética mencionados acima e trazendo-os para valor presente líquido, tem-se que os custos econômicos da perda por hectare desmatado dos serviços hidrológicos e de regulação climática é de US$562 à taxa de desconto social de 5%, e de US$1405 à taxa de 2%. Por fim, dado que estes números levam em conta apenas os impactos diretos na produtividade e na receita das atividades agrícolas, pecuária e de geração energética, eles podem ser considerados uma subestimação dos reais custos da perda dos serviços de regulação climática e ciclos hidrológicos de um hectare a mais de floresta desmatada por ano.

4.2.3 Valor Econômico de Existência

Na literatura, as tentativas de cálculo do valor de existência (ou de não-uso) atribuído à Amazônia refletem a disposição a pagar (DAP) que pessoas ao redor do mundo têm para contribuir com a preservação da floresta pelo simples fato desse ecossistema existir, mesmo que não façam uso direto (atual ou futuramente) de seus serviços (ver por exemplo Pearce, 1991; Horton *et al.*, 2003; Verweij, 2009; Strand, e*t al.*, 2017). Este item é considerado de grande importância na composição do valor econômico total da floresta conservada dada a singularidade do ecossistema em questão, e graças ao conhecimento crescente de muitas pessoas sobre o valor (não necessariamente monetário) de seus serviços ecossistêmicos. Esta seção busca derivar uma estimativa aproximada do fluxo de valor existencial anual por hectare de floresta, descontado em perpetuidade.

As derivações se basearão no estudo de Strand *et al.* (2017), que estimou o valor econômico global para proteção da Amazônia através do método Delphi. Esta técnica baseia-se no princípio de que estimativas calculadas por grupos de especialistas no assunto tendem a ser mais precisas em comparação às desenvolvidas por grupos individuais ou aleatórios. Aplicado ao estudo de Strand *et al.* (2017), este método consistiu em coletar estimativas feitas por 217 economistas do meio ambiente ao redor do mundo (37 países fora da América Latina, em 4 continentes) – e que tinham experiência prévia na aplicação de métodos não usuais para avaliação de recursos naturais e serviços ecossistêmicos - sobre a disposição a pagar (DPA) por um plano de proteção à Amazônia das populações de seus respectivos países de origem.

As estimativas dos economistas que colaboraram para o estudo de Strand *et al.* (2017) foram feitas a partir do método de avaliação contigente em que, a partir de um detalhado questionário, cria-se um mercado hipotético para extrair as informações desejadas. A pesquisa desenvolvida perguntava sobre a disposição a pagar, por parte de cada domicílio, de uma taxa anual que seria direcionada a um plano de proteção total à Amazônia, sua biodiversidade, suas comunidades locais e pela maioria de seus serviços ecossistêmicos. No cenário em que este plano hipotético seria implementado, não haveria perdas adicionais por desmatamento até 2050.

As previsões desses especialistas são consideradas uma avaliação preliminar da disposição global a pagar pela proteção da Amazônia pelo seu valor de existência, e como esse valor varia ao redor do mundo. Adicionalmente, é investigado no estudo a relação entre a renda per capita

nacional de cada país e as médias e medianas dos valores atribuídos. Todos os resultados foram controlados para os seguintes aspectos: diferenças regionais; possíveis vieses gerados nos questionários; características individuais de cada especialista; e quantidade de especialistas em cada país.

Os resultados de Strand *et al.* (2017) indicam que há uma considerável disposição a pagar agregada a nível global para impedir futuras perdas na floresta: a média anual da DAP por domicílio varia de altos U$100 no Canadá, Noruega e Alemanha, para níveis mais próximos de U$50 num conjunto ampliado de países da OCDE, até níveis mais baixos que variam de U$4 a U$35 em países Asiáticos. A elasticidade desses valores em relação aos PIBs per capita nacionais (ajustado pela paridade do poder de compra) se mostrou muito próxima de 1, comprovando a alta sensibilidade da disposição a pagar para diferentes níveis de renda.

Os resultados para cada continente analisado foram: América do Norte (U$71); Europa (U$42); Oceania (U$39) e Ásia (U$16). Desta forma, pode-se assumir a média global da DAP como sendo de U$42 por ano por domicílio para um programa que impeça qualquer perda adicional da Amazônia resultante de desmatamento até 2050.

Multiplicando este valor (U$42) pelo número agregado de domicílios representados no estudo de aproximadamente 1.372 bilhão de domicílios (ONU[10], 2017), e dividindo pela estimativa da área da Amazônia Legal em 2017 (ano do estudo) de aproximadamente 501.5 milhões de hectares (IBGE, 2018), chega-se no valor de U$115. Esta estimativa corresponde à média agregada da DAP global anual, por hectare de perdas evitadas com desmatamento. Ao ser descontado em perpetuidade à uma taxa de 2% a.a., tem-se o valor presente de U$5.750. O valor equivalente para taxa de 5% é de US$2.300. Este valor corresponde à média dos benefícios econômicos, por hectare, do valor de existência atribuído a Amazônia e, consequentemente, à parte da receita sacrificada com 1 ha desmatado.

[10] Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais - Base de dados sobre Composição e Tamanho dos domicílios

4.2.4 Valor Econômico por Opção da Biodiversidade

Assim como no valor econômico de existência, por não caracterizar um mercado atuante, o valor de opção da floresta amazônica também pode ser definido pela disposição voluntária a pagar pela conservação da floresta, mas com a diferença de que o pagamento ocorre na tentativa de garantir com que os serviços ecossistêmicos estejam disponíveis para serem utilizados, direta ou indiretamente, no futuro por aqueles que os pagam. Na literatura, as discussões acerca deste valor se dão majoritariamente sobre a disposição a pagar pelo uso do material genético disponível na floresta para fins medicinais, em que a biodiversidade amazônica ainda carregaria um enorme potencial para a descoberta de novos fármacos e princípios ativos (Seroa da Motta, 2002; Andersen, 1997; Pearce, 1993).

A estimação deste potencial é difícil, porém, uma vez que requer conhecimentos profundos desta vasta diversidade biológica e da atividade econômica de bioprospecção. As estimativas existentes na literatura variam muito, como observado nos estudos referenciados a seguir.

O estudo de Simpson e Craft (1996) calcula o custo oportunidade dos serviços de bioproscpecção como sendo a parcela de receita líquida da venda de produtos farmacêuticos que contém princípios ativos obtidos das florestas tropicais, a partir dos *royalties* do país detentor do direito dessa biodiversidade, e ponderada pela probabilidade de descoberta de novos materiais genéticos. As estimativas do estudo resultaram em um valor de US$ 2,4 por hectare por ano, e é uma estimativa do cálculo do excedente do produtor. O cálculo do valor dos *royalties* é derivado dos custos de comercialização de drogas com princípios da biodiverisdade tropical para as empresas farmacêuticas, mas dado que as informações sobre receitas e custos de fabricação de fármacos incluem diferentes laboratórios que definem suas despesas de maneiras também diferentes, a estimativa deste valor pode variar muito.

Também orientados por estimativas de excedente do produtor, Andersen *et al* (2002) chegaram a valores próximos aos limites inferiores da literatura, de US$ 0,6 por hectare por ano. Já o estudo de Pearce (1993) realiza duas tentativas de estimação do valor da bioprospecção: a primeira, assim como Simpson e Craf (1996) e Andersen (1997), também utiliza dados de custos e receitas de produção para estimar a variação do excedente do produtor, e resultou em um valor de US$ 0,01 por hectare por ano; a segunda aplica o valor estatístico de uma vida salva utilizando remédios que contém princípios ativos provenientes de florestas tropicais nos

países da OCDE para se aproximar do que seria a variação do excedente do consumidor, obtendo-se o valor de US$ 21 por hectare por ano.

Fica evidente que o valor econômico da bioprospecção na floresta Amazônica varia de acordo com o método de estimação, estabelecendo-se em um intervalo de valor quase nulo (US$0,01/ha/ano) para um valor relativamente significativo (US$21/ha/ano). Apesar das estimativas do excedente do consumidor provavelmente se aproximarem mais do ganho de bem-estar dos indivíduos beneficiados (Seroa da Motta, 2002), neste estudo será utilizada a média simples dos valores do excedente do produtor e do consumidor encontrados na literatura, continuando a adoção de medidas conservadoras. Tem-se, portanto, uma média de US$6 por hectare por ano de valor a partir do serviço de bioprospecção na floresta. Quando descontado em perpetuidade, obtém-se um valor de US$120 por hectare à taxa de 5% a.a., e de US$300 por hectare à 2%.

4.3 Valor Econômico Total da Floresta Conservada

A tabela 6 resume os componentes do valor econômico total da floresta conservada, a partir das estimações de cada componente apresentadas nas seções anteriores.

Tabela 6: Valor Econômico Total da Floresta Amazônica Conservada

	Valor Econômico Total por hectare (US$ de 2020 /hectare)	
Taxa de desconto	**2%**	**5%**
Benefícios locais privados		
Turismo de Natureza	160	64
Produtos não-madeireiros	1.400	560
Benefícios nacionais públicos		
Estocagem de carbono	192.400	76.960
Regulação do Clima e Ciclos Hidrológicos	1.405	562
Benefícios globais		
Estocagem de carbono	192.400	76.960
Bioprospecção	300	120
Valor de existência	5.750	2.300
Valor Econômico Total	**201.415**	**80.566**

Fonte: Estimativas próprias. Derivações estão nas seções anteriores.

5. Análise de Custo-Benefício

A análise de custo-benefício pode ser feita - assim como o leque de serviços ecossistêmicos oferecidos pela Amazônia podem ser aproveitados -, a nível privado, nacional e global. Os benefícios privados são sempre locais, e incluem os valores econômicos derivados pelo uso direto da floresta: no caso dos estimados por este estudo, extração de produtos não madeireiros e turismo de natureza. Já os benefícios nacionais públicos englobam os valores de uso indireto da floresta - nesse caso, o valor dos serviços de estocagem de carbono e de regulação do clima e dos ciclos hidrológicos. Por fim, os benefícios globais agrupam os valores derivados do valor por opção, de existência e também o valor do serviço de estocagem de carbono, uma vez que os impactos da emissão de uma tonelada extra de carbono na atmosfera são capturados sem fronteiras (ver, por exemplo, Franklin e Pindyck (2018), Andersen (1997) e Andersen (2002)).

Do ponto de vista local **privado local**, a análise de custo-benefício auxilia a decisão privada de como utilizar a terra de floresta, por parte de quem a detém em primeiro lugar. Os custos associados ao desmatamento de um hectare de floresta convertido para atividade pecuária são aqui estimados em US$ 1.560 por hectare à taxa de desconto social de 2% a.a., e US$ 624 /ha à taxa de 5% - referentes à soma dos valores econômicos provenientes do uso direto da floresta. Comparativamente, os benefícios da conversão, referentes ao valor presente líquido do investimento em sistema pastoril extensivo na área, são estimados em apenas US$ 521,6 /ha sob a taxa de desconto de 2% a.a., e de US$ 324,5 /ha à taxa de 5%.

Do ponto de vista **público nacional**, a análise de custo-benefício ajuda a traçar a melhor estratégia de desenvolvimento para o bioma amazônico por parte do governo federal. Os custos associados ao desmatamento para conversão em áreas de pastagens extensivas são estimados em significativos US$ 193.805 por hectare à taxa de 2% a.a. e US$ 77.522 /ha à taxa de 5%, enquanto os benefícios da conversão se mantém no intervalo de US$ 324,5 – US$ 521,6 por hectare.

Por fim, do ponto de vista **global**, a análise de custo-benefício torna-se uma ferramenta para justificar incentivos por parte da comunidade internacional para que o Brasil aja em prol da conservação da floresta ainda remanescente. Os custos globais associados ao desmatamento da Amazônia para conversão em pastagens extensivas somam expressivos US$ 198.450 por hectare à taxa de desconto de 2% a.a., e US$ 79.380 à taxa de 5%. Neste caso, transferências

internacionais de recursos equivalentes ao valor dos custos globais por hectare estimados seriam uma forma de assegurar com que o desmatamento para este fim não supere os níveis atuais. Um exemplo de ferramenta que abre espaço para este tipo de incentivo por parte da comunidade internacional é a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), cuja lei no Brasil foi sancionada no início de 2021. O instrumento econômico de pagamento por serviços ambientais é caracterizado pela compensação financeira direta àqueles que contribuem para a garantia da oferta sustentável dos serviços ambientais (como por exemplo terras indígenas, produtores, comunidades e projetos locais que conservam ou restauram áreas críticas), por parte de quem se beneficia desses serviços - buscando, mediante essa atribuição de valor financeiro aos serviços ambientais, o incentivo à conservação do ambiente.

De maneira geral, fica evidente que os custos associados à conversão de áreas de floresta amazônica para atividade pecuária de corte extensiva estimados neste estudo excedem, em muito, os benefícios, sob todas as perspectivas de análise. A predominância ainda atual dos sistemas pastoris extensivos na Amazônia – caracterizado pela baixa produtividade e técnicas de manejo que degradam o solo e desvalorizam a terra (Idesam, 2014), limita significativamente o potencial de benefícios com a conversão das terras de floresta, diminuindo o espaço para justificativas econômicas e sociais coerentes do desmatamento.

5.1 Sistemas de produção alternativos

Embora os custos da conversão de terras florestais na Amazônia para sistemas extensivos de pastagens tenham se mostrado muito superiores aos benefícios, a maioria das decisões sobre uso das terras na floresta se dá a partir do ponto de vista privado. Desta forma, esta seção busca discutir sistemas de produção agropecuária alternativos aos extensivos, complementando, assim, as possibilidades de uso produtivo mais sustentáveis por parte dos detentores das terras que tenham a atividade pecuária atualmente como principal ou única fonte de renda.

Diversos estudos objetivaram avaliar a viabilidade econômica de alternativas aos sistemas de pastagens extensivas na Amazônia, via, por exemplo, simulação de investimentos em sistemas intensivos e semi-intensivos de pecuária de corte, e até cenários semi-intensivos para pecuária leiteira.

O próprio estudo do Idesam (2014) modelou cenários de 20 e 115 hectares de floresta convertida para pecuária leiteira semi-intensiva no sul do Amazonas, e ambos geraram resultados financeiros muito superiores aos cenários simulados de pecuária de corte. Primeiro, o VPL dos cenários para pecuária de corte extensiva foram estimados no intervalo de -US$190 a US$325 /ha respectivamente para os cenários de 20 e 115 ha, enquanto o VPL da semi-intensiva foi estimado no intervalo de US$213 a US$917 /ha respectivamente. Já os sistemas de pecuária leiteira semi-intensiva mostraram-se ainda mais favoráveis em comparação às simulações da semi-intensiva de corte, com um VPL de US$1.510 /ha para o cenário de 20 hectares e de US$1.184 /ha para o de 115 hectares.

Outra alternativa aos sistemas extensivos de pecuária de corte que se mostra mais atrativa finananceiramente, mais eficiente, além de mais sustentável e compatível com o desenvolvimento socioeconômico da floresta e de suas comunidades (WWF Brasil, 2020) é a implantação de sistemas agroflorestais (SAFs) em áreas desmatadas e/ou degradadas. Um estudo da WWF Brasil (2020) executado em parceria com a Universidade Federal do Acre (UFAC), Embrapa e SEMA/AC, objetivou caracterizar e indicar a viabilidade econômica de dois SAFs sucessionais conduzidos a partir de 2015 na Reserva Extrativista Chico Mendes (Xapuri, AC). O primeiro sistema avaliado foi implantado em área de pastagem degradada onde, após período de recuperação do solo, foram introduzidas espécies agrícolas de diferentes grupos sucessionais, como o feijão, abacaxi, ingá de metro, cacau, açaí e seringueira. Para um horizonte de 20 anos, este SAF teve VPL de US$4.342. Já o segundo SAF analisado foi implantado sobre solo em condições mais favoráveis, em área de vegetação secundária em estágio inicial de regeneração. Com as mesmas espécies do primeiro sistema sendo introduzidas, o segundo obteve um VPL de US$10.098.

Sistemas AgroFlorestais, como já evidenciado a partir de casos reais, possuem viabilidade financeira no mínimo competitiva aos sistemas agropecuários tradicionais, podendo ser visto como uma oportunidade produtiva alternativa para as famílias que dependerem, até então, da atividade pecuária nas comunidades da floresta. Adicionalmente, como concluído pelo próprio relatório da WWF Brasil (2020) “A restauração florestal com agroflorestas, além da geração de trabalho, renda e arrecadação de impostos, presta serviços ambientais como captura de carbono e conservação da água, do solo e da biodiversidade, valorizando o bem-estar humano e trazendo benefícios para toda a sociedade”.

Comparando todos os resultados expostos acima, as estimativas deste presente estudo e do estudo do Idesam (2014) quanto à rentabilidade do sistema pastoril extensivo mostram-se significativamente inferiores às evidenciadas pelas avaliações de SAFs (WWF Brasil, 2020) e pelos sistemas semi-intensivo de pecuária de corte e leiteira (Idesam, 2014).

Ainda, vale ressaltar que caso a tendência de crescimento observada nas taxas oficiais de desmatamento da Amazônia na última década (Terra Brasilis - Inpe, 2020) continue sendo realidade nos próximos anos, os custos com o desflorestamento tendem a aumentar – conforme a área de floresta diminui e -, por consequência, o valor econômico da floresta quando mantida em pé, também.

A diminuição da área de floresta conservada fará com que os benefícios dos serviços ecossistêmicos sejam mais valorizados (Andersen, 1997): o preço da terra, tal como o valor dos produtos madeireiros e não-madeireiros, aumentarão conforme a oferta física desses serviços tornam-se mais escassas; turistas estarão dispostos a pagar mais pelos serviços culturais e recreacionais conforme a área conservada diminui; as consequências locais, nacionais e globais indiretas do desmatamento tendem a ser cada vez mais severas – sentidas, por exemplo, em forma de eventos naturais extremos como secas, e queimadas, impulsionados pelas emissões de CO_2 e desregulação dos ciclos hidrológicos e climáticos; os valores de uso direto da biodiversidade também se mostrariam crescentes com o desmatamento, ao passo que as técnicas de exploração de material genético melhorariam; e, por fim, os valores de existência da Amazônia aumentariam, dado o crescente reconhecimento da importância dos serviços da floresta por parte da comunidade global.

6. Conclusão

Este estudo procurou coletar as melhores evidências disponíveis na literatura quanto à valoração monetária de serviços ecossistêmicos do bioma amazônico para compor o valor econômico total (VET) da floresta quando conservada. Objetivando realizar uma análise de custo-benefício quanto à conversão de áreas de floresta para atividade pecuária na região da Amazônia, as estimativas do VET da floresta quando mantida em pé foram comparadas com estimativas do valor presente líquido (VPL) de um cenário de investimento em sistema pastoril extensivo.

As estimativas, tanto para o VET da floresta quanto para o VPL do sistema de pasto extensivo, foram calculadas considerando cenários de taxa de desconto de 5% e 2% ao ano. O valor econômico presente total para a Amazônia quando conservada foram estimados no intervalo de significativos US$ 80 mil - US$ 200 mil por hectare (em dólares de 2020). Por outro lado, as estimativas do valor presente líquido do investimento no sistema pastoril extensivo projetado na região da floresta alcançaram um intervalo de apenas US$ 324 - US$ 520 por hectare.

O sistema extensivo de pastagens é, ainda, o modelo predominante implementado na Amazônia dentre os sistemas para atividade pecuária de corte. Este estudo buscou realizar um primeiro exercício em direção à resposta de se o *trade-off* da conversão de áreas de floresta amazônica especificamente para atividade pecuária extensiva – caracterizada, dentre outras, por sua baixa produtividade - faz sentido econômico ou não. A partir das mensurações aqui apresentadas foi possível obter evidências de que os custos sociais e econômicos desta conversão superam significativamente os benefícios, tanto sob uma perspectiva local/privada quanto nacional/pública e internacional.

Assim, para frear a tendência histórica-cultural do avanço da atividade pecuária na Amazônia, é fundamental que se criem incentivos governamentais para tipos de uso alternativos da terra que se mostrem tão mais sustentáveis quanto rentáveis do que os sistemas extensivos de pastagens; acompanhado a uma contínua evolução das pesquisas na área de valoração de serviços ecossistêmicos - de forma a apoiarem a inclusão desses valores nas tomadas de decisão sobre investimentos com impactos ambientais, e a contribuirem para a melhoria dos diversos sistemas e programas de pagamento por serviços ambientais por parte da comunidade internacional.

Limitações do estudo

Para finalizar, faz-se necessário ressaltar as premissas gerais adotadas, e as limitações com elas carregadas, nas metodologias empregadas neste estudo. De início, vale destacar que o método de valoração de serviços ecossistêmicos por si só traz consigo diversas limitações com potencial de impactar os resultados. Primeiro, grande parte dos modelos desenvolvidos para este tipo de avaliação dependem em dados de mercados substitutos indiretamente relacionados, visto que fazem referência à bens e serviços com mercados pouco desenvolvidos ou indisponíveis. Desta forma, é possível que o valor econômico corrente da floresta conservada seja consideravelmente inferior ao potencial.

Segundo, é necessário ter clareza da relação entre os ativos ambientais analisados e os resultados interessados, tal como esclarecer as relações entre os serviços ecossistêmicos para identificação de possíveis conflitos, por exemplo, de excludência de um serviço quando algum outro é priorizado. Desta forma, se fosse comprovado este tipo de conflito entre alguns dos serviços ecossistêmicos, os valores atribuídos a cada um deles não poderiam simplesmente ser somados.

De maneira complementar à essas possíveis intersecções, é fundamental destacar que a heterogeneidade da floresta amazônica – de suas paisagens e, consequentemente, da oferta de serviços ecossistêmicos - não foi considerada neste estudo. Para este exercício inicial de valoração econômica da floresta foi assumida a premissa de homogeneidade da disponibilidade de serviços ecossistêmicos ao longo de toda Amazônia Legal, para que fosse possível o cálculo do valor econômito total por hectare de floresta conservada.

Dentre outros fatores, há também de ser levado em consideração que os serviços ecossistêmicos não fogem de estarem inseridos em situações em que há conflitos de poder, onde há ganhadores e perdedores (mesmo que não a longo prazo) para cada decisão tomada quanto ao uso da terra e que, portanto, devem ser levadas em conta as participações de quem poderia sair, à princípio, prejudicado na decisão. Nesse sentido, caberia aqui, por exemplo, a realização de estudos mais aprofundados sobre modelos de produção alternativos (tão ou mais rentáveis que os de pecuária) – a exemplo dos brevemente citados na seção 5.1 – às comunidades que ainda dependem da atividade pecuária (ou outros tipos de uso da terra que se mostrarem não sustentáveis) na região de alguma forma.

Por outro lado, na dimensão dos benefícios com a conversão da floresta para este fim, reforçando o que foi discutido na seção 4.1, também caberiam análises sobre a magnitude dos possíveis efeitos indiretos que a atividade pecuária extensiva na floresta gera sobre o setor urbano local. Estes efeitos não foram considerados neste presente estudo e têm potencial de afetar expressivamente os valores estimados do VPL dos sistemas pastoris.

A despeito das limitações apresentadas, este estudo não objetivou necessariamente o encontro de valores absolutos, e sim se concentrou na realização de um exercício para estimular discussões sobre a verdadeira eficiência das decisões tomadas atualmente quanto ao uso das terras florestais na Amazônia e sobre os incentivos existentes para suas preservações, considerando custos sociais e econômicos envolvidos nas escolhas.

As discussões aqui apresentadas já se mostram suficientes para dizer que uma nova e sustentável abordagem - que incorpore os valores econômicos dos serviços ecossistêmicos oferecidos pela floresta nas tomadas de decisão - apresentaria grandes oportunidades para conciliar conservação do bioma à uma melhora no bem-estar de todos e ao desenvolvimento econômico que se sustente no longo prazo.

Referências Bibliográficas

ABIEC, **Beef Report. 2021**. Disponível em: http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/ Acesso em: 22 set. 2021.

ABIEC. **Relatório de Sustentabilidade** 2020. Disponível em: http://abiec.com.br/sustentabilidade/. Acesso em: set. 2020.

AMAZONASTUR. **Movimentação e Caracterização dos Turistas do Amazonas em 2019**. Disponível em: http://www.amazonastur.am.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/Movimenta%C3%A7%C3%A3o-e-Caracteriza%C3%A7%C3%A3o-dos-Turistas-2019.pdf Acesso em: out. 2021.

ANDERSEN, L. **A Cost-Benefit Analysis of Deforestation in the Brazilian Amazon**. IPEA Discussion Paper 65, n. 455, p. 42, 1997.

ANDERSEN, L. *et al.* **The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon.** Cambridge University Press, 2002.

ANGELO, H. *et al.* **Analysis of the non-timber forest products market in the Brazilian Amazon.** Australian Journal of Crop Science, v. 12, p. 1640-1644, 2018.

AZEVÊDO, D. *et al.* **Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Zootecnia, , v.35, n.3, p.988-996, 2006.

BANCO MUNDIAL (ONU). **Áreas terrestres protegidas.** 2018. Disponível em: https://data.worldbank.org/indicator/ER.LND.PTLD.ZS?end=2018&locations=BR&most_recent_value_desc=true&start=2016&view=chart Acesso em: out. 2021.

BANCO MUNDIAL (ONU). **Índice de Competitividade de Viagens e Turismo**. Disponível em: http://reports.weforum.org/travel-and-tourism-competitiveness-report-2019/country-profiles/#economy=BRA Acesso em: out. 2021.

BRANDO, P. *et al.* **The gathering firestorm in southern Amazonia.** Science Advances, v. 6, 2020.

COSLOVSKY, S. **Oportunidades para Exportação de Produtos Compatíveis com a Floresta na Amazônia Brasileira.** Projeto Amazônia 2031, 2021.

COSTA, M. *et al.* **The economic value of the climate regulation ecosystem service provided by the Amazon rainforest.** EGU: Geophysical Research Abstracts, v. 19, 2017.

COSTANZA, R. *et al.* **Changes in the global value of ecosystem services.** Global Environmental Change, v. 26, n. 1, p. 152–158, 2014.

DIAS-FILHO, M. **Degradação de Pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação**. Embrapa Amazônia Oriental: v. 2, p. 173, 2005.

DRUMM, A. **An integrated impact assessment of nature tourism in Ecuador's Amazon region.** Feprotur Naturaleza, 1991.

MORITZ, A., *et al.* **Discounting Disentangled.** American Economic Journal: Economic Policy, v. 10, n. 4, p. 109-34, 2018.

FAO, **Global Forest Resources Assessment 2020: Main report**. Disponível em: http://

fao.org/documents/card/en/c/ca9825en

FEARNSIDE, P. **Amazon Forest maintenance as a source of environmental services.** Anais da Academia Brasileira de Ciencias, v. 80, n. 1, p. 101–114, 2008.

FEARNSIDE, P. **Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas.** Inclusão Social, v. 12, n. 1, p. 141–151, 2018.

FEARNSIDE, P. **Deforestation of the Brazilian Amazon.** Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. New York: Oxford University Press, 2017.

FRANKLIN, L. e PINDYCK, S**. Tropical Forests, Tipping Points, and the Social Cost of Deforestation. Ecological Economics**, v. 153, p. 161–171, 2018.

FREEMAN, M. e GROOM, B. **How certain are we about the certainty-equivalent long-term social discount rate?** Journal of Environmental Economics and Management, v. 79, p. 152-168, 2016.

GAZONI, J. e BRASILEIRO, I. **O turismo como um instrumento de proteção florestal na Amazônia: uma análise multivariada.** Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, 2018.

GOMES, V. *et al.* **Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change.** Nature Climate Change, v. 9, p. 547-553, 2019.

GÖSSLING, S. **Ecotourism: a means to safeguard biodiversity and ecosystem functions?** Ecological Economics, c. 29, p. 303-320, 1999.

HORTON, B. *et al*. **Evaluating non-users willingness to pay for a large scale conservation programme in Amazonia**. Environmental Conservation, v. 30(2), p. 139-146, 2003.

IBGE, **PNAD Contínua - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=o-que-e Acesso em: outubro/2021.

IBGE**, Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/ Acesso em: 20 out. 2020.

IBGE, **Indicadores IBGE: Contas Nacionais Trimestrais. Out - Dez de 2019**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2121/cnt_2019_4tri.pdf Acesso em: 20 out. 2020.

ICHIHARA, S. **Desmatamento e recuperação de pastagens degradadas na região amazônica: uma abordagem através das análises de projetos**. Dissertação apresentada à ESALQ-USP, 2013.

ICMBIO. **Monitoramento da visitação em Unidades de Conservação Federais: Resultados de 2019 e breve panorama histórico.** Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/monitoramento_visitacao_em_ucs_federais_resultados_2019_breve_panorama_historico.pdf Acesso em outubro/2021.

IDESAM. **Viabilidade econômica da pecuária semi-intensiva no sul do Amazonas.** 2014. Disponível em: http://www.idesam.org.br/publicacao/relatorio-viabilidade-pecuaria.pdf Acesso em: 24 set. 2021

IMAZON. **Como Desenvolver a Economia Rural sem Desmatar a Amazônia.** Fevereiro de 2013.

Disponível em: https://imazon.org.br/como-desenvolver-a-economia-rural-sem-desmatar-a-amazonia/ Acesso em: 29 set. 2020.

IMAZON. **Pecuária na Amazônia:** tendências e implicações para conservação. 2015. Disponível em: https://imazon.org.br/pecuaria-na-amazonia-tendencias-e-implicacoes-para-a-conservacao-ambiental/#:~:text=A%20pecu%C3%A1ria%20mais%20produtiva%20dessa,%C3%A9%20a%20aus%C3%AAncia%20de%20geadas. Acesso em: set. 2020.

INPUT. **Análise econômica de projetos de investimentos para expansão da produção pecuária.** 2016. Disponível em: https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2016/11/An%C3%A1lise-econ%C3%B4mica-de-projetos-de-investimentos-para-expans%C3%A3o-da-produ%C3%A7%C3%A3o-pecu%C3%A1ria_Agroicone_INPUT.pdf Acesso em: set. 2021

INSTITUTE FOR HEALTH METRICS AND EVALUATION (IHME). **Population Forecasting**, 2020. Disponível em: https://vizhub.healthdata.org/population-forecast/ Acesso em: set. 2021.

JANÉR, A. **Assessing the market for Ecotourism in the Brazilian Amazon with focus on Tefé And Santarém.** Instituto Ecobrasil, 2012.

KIRKBY, C. *et al.* **O triunfo do mercado do ecoturismo: uma investigação econômica dos benefícios privados e sociais dos usos competitivos da terra na Amazônia peruana.** Journal PloS ONE, v.5, 2010.

LAWRENCE, D. E VANDECAR, K. **Effects of tropical deforestation on climate and agriculture.** Nature Climate Chance, v.5, p. 27-36, 2015

LONDON SCHOOL OF ECONOMICS (LSE). **What are Social Discount Rates.** Maio de 2018. Disponível em: https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-are-social-discount-rates/ Acesso em: 10 nov. 2020.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being:** Synthesis. Island Press, Washington, DC, 2005.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Policy Brief Diálogos da Castanha.** 2021.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Exportação e Importação Geral.** Disponível em: http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/37533 Acesso em: nov. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica,** 2020.

MOHOR, G. *et al.* **Exploratory analyses for the assessment of climate change impacts on the energy production in an Amazon run-of-river hydropower plant.** Science Direct, Journal of Hydrology, v.4, pt. B, p. 41-59, 2015.

OLIVEIRA, A. **Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com Eucalipto implantado em região de cerrado.** Ciência Florestal, v.10, n.1, p.1-19, 2000.

PEARCE, D. **The role of carbon taxes in adjusting to global warming.** Economic Journal, v. 101, p. 938–948, 1991.

PEARCE, D. **Economic values and the natural world**. The MIT Press, 1993.

PROJETO MAPBIOMAS, Coleção 5.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do

Brasil. Disponível em: https://mapbiomas.org/estatisticas Acesso em: out. 2020

PRODES, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php . Acesso em: set. 2020.

RIVERO, S. *et al*. **Pecuária e desmatamento:** Uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. Nova Economia, v. 19, n. 1, p. 41–66, 2009.

SANTANA, A. *et al.* **O valor econômico da extração manejada de madeira no baixo Amazonas, estado do Pará.** 2012

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **The Value of Forest Ecosystems**. SCBD, CBD Technical Series no. 4, 2001.

SEROA DA MOTTA, R. **Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia**. Ipea, v. 910, p. 27, 2002.

SIMPSON, R., CRAFT, A. **The social value of using biodiversity in new pharmaceuticalproduct research, resources for the future**. Discussion Paper, c. 96, p. 33, 1996.

SOARES-FILHO *et al.* **Value maps for Non-Timber Forest Products (NTFPs)**. Centro de Sensoriamento Remoto, UFMG, 2017.

STRAND, J. *et al.* **Using the Delphi method to value protection of the Amazon rainforest.** Ecological Economics, v. 131, p. 475–484, 2017.

STRAND, J. *et al.* **Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services.** Nature Sustainability, v. 1, n. 11, p. 657–664, 2018.

SWISS RE INSTITUTE, **The economics of climate change: no action not an option**. Abril 2021

TERRA BRASILIS, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020. Disponível em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/. Acesso em: set. 2020.

VALLE, P. O potencial de crescimento da visitação a áreas naturais no Brasil. 2020. Disponível em: http://turismospot.com.br/o-potencial-de-crescimento-da-visitacao-a-areas-naturais-no-brasil/. Acesso em: out. 2021.

VERWEIJ, P. *et al.* **Keeping the Amazon forests standing: a matter of values**. WWF, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/43977210_Keeping_the_Amazon_forests_standing_a_matter_of_values Acesso em: set. 2020.

WUNDER, S. **Ecotourism and economic incentives - an empirical approach.** Ecological Economics, c. 32, p. 465-479, 2000.

WWF BRASIL. **Avaliação financeira da restauração florestal com agroflorestas na Amazônia.** 2020. Disponível em: wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/avaliacao_financeira_restauracao_saf_jun2020_v2.pdf