**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade e os projetos de lei
sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil: uma análise sobre o
panorama atual**

Samara Martins Silva

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2016**

Samara Martins Silva
Gestora Ambiental

Serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade e os projetos de lei sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil: uma análise sobre o panorama atual

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **HILTON THADEU ZARATE DO COUTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Silva, Samara Martins

Serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade e os projetos de lei sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil: uma análise sobre o panorama atual / Samara Martins Silva. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.

249 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Serviços ecossistêmicos 2. Pagamento por serviços ambientais 3. Amazônia
4. Políticas públicas 5. Adicionalidade I. Título

CDD 333.7026
S587s

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

A você leitor dedico esta dissertação e desejo que você a utilize como ferramenta de mudança neste mundo em constante transformação.

As mulheres brasileiras que enfrentaram e continuam enfrentando diariamente diversas dificuldades dentro do meio científico e fora dele. Dedico em especial, à Carmen Silva Pereira primeira mulher pós-graduada pela ESALQ em 1967, por ter aberto as portas para as mulheres no curso de pós-graduação desta Escola.

Aos negros, pobres e demais minorias que batalham diariamente para vencer as barreiras e abismos existentes no acesso à educação superior e, sobretudo aos cursos de pós-graduação no Brasil.

Aos brasileiros, mais especificamente aos povos indígenas, populações tradicionais, pequenos produtores rurais e assentados, das presentes e futuras gerações, que possam vir a utilizar esta dissertação como forma de preservação e conservação de nossas florestas.

Aos gestores ambientais, como forma de incentivo à constante luta pela conquista de nossos direitos, reconhecimento e a adequada regulamentação legal de nossa profissão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente pela oportunidade de convívio e aprendizado neste plano espiritual diante de pessoas tão especiais, cheias de singularidade e comprometimento. Agradeço pela oportunidade de viver, aprender com a natureza, fazer descobertas motivadoras e, sobretudo refletir sobre questionamentos que orientam todos os nossos dias, nos permitem sonhar e tornar nossos sonhos reais.

Aos meus pais Zeca e Branca, minha fonte de fé e coragem frente às mudanças e incertezas, meu apoio quando necessário, amparo e fé nos momentos de dificuldade. Vocês são a alegria de todos os meus dias, o meu pôr-do-sol na Fazenda Cruz da Retirada Bonita, o melhor de toda a minha vida – o meu amor incondicional. Agradeço pela paciência e compreensão na vida como um todo e não somente neste período corrido de pós-graduação. Nenhum prêmio ou conquista jamais trará de volta o tempo que tivemos que seguir separados em distância, mas sempre presentes em pensamento para que eu pudesse dar meus passos na jornada educacional. Fica registrado a minha eterna gratidão pelos esforços feitos até aqui e que hoje de alguma forma resultam na conclusão de mais esta conquista.

Ao Tomi, meu fiel cãopanheirinho adotivo, agradeço pela inspiração e amor.

À Pri, Tia Badia, Ju e demais familiares, pela receptividade em Uberlândia, pelas brincadeiras e, sobretudo pelas conversas que muito têm me orientado nesses vinte e poucos anos. Desejo que vocês continuem me orientando para a vida tão bem quanto sempre fizeram.

Aos meus amigos Raísa e Eduardo: sou grata pelos diálogos e pela motivação constante para não desacreditar nos sonhos. Sou grata pela amizade de longa data, iniciada ainda nos tempos de colégio e manifesto o desejo de continuidade com nossos corações sempre próximos, embora estejamos longe em distância. Amizade é sinônimo de companheirismo, e companheirismo não se resume em quilômetros. Orgulho-me de vocês e tenho certeza de que serão profissionais brilhantes em suas respectivas áreas.

Aos amigos de Brasília pela amizade constante, apoio, motivação, confiança, companheirismo, e tudo de mais bonito que existe nesse mundo. Uma energia linda transparece na minha vida quando penso ou estou junto de vocês. Não teria chegado até aqui, se não tivesse uma experiência de vida tão intensa, diversa e uma abertura tão grande de alma como tive quando residi aí. Vocês permanecerão sempre no meu coração. Obrigada por tudo!

À minha “segunda grande mãe” Katia Cury, pela carta de recomendação fornecida para o processo seletivo que acabou resultando no meu ingresso neste programa de pós-graduação na ESALQ/USP. Não poderia deixar de expressar meus sinceros agradecimentos

não somente pela carta de recomendação descrita anteriormente, mas por ser realmente mais do que uma amiga sincera, uma companheira de trabalho, uma “mãe profissional” e o meu “oráculo” que irradia energia positiva. Agradeço pelos bons momentos vividos e pela prontidão em ajudar sempre. Obrigada por todos os ensinamentos de vida, pela oportunidade de ter te conhecido e estar em constante aprendizado com você, um dos meus maiores e melhores exemplos.

Agradeço também aos amigos Patrícia Silva, Camila Gonzaga, Ana Schramm, Ricardo Campos, Iara Martins, Flávio Macedo, Lorene Lages, Alana Maciel, Jacintho Antunes e claro, o não menos importante Marcos Guedes, pela amizade e companhia nas horas de estudos que começaram em Brasília ainda em 2012, onde o futuro ainda parecia tão incerto. No fim cada um seguiu seu caminho da melhor forma possível, com exatamente aquilo que lhe foi reservado. Grata pela oportunidade de conhecê-los e dividir muitas horas de estudo e amadurecimento ao lado de vocês, o conhecimento da legislação ambiental brasileira ainda é só o começo para uma gestão adequada dos recursos naturais. Enfim, como sempre diz Marcos Guedes: “Tudo se opera nessa Terra”.

Ao curso de Gestão Ambiental da Universidade de Brasília, por ter me apresentado à temática ambiental e da inovação permitindo fazer destes temas recursos de trabalho no decorrer da vida. Agradeço também a oportunidade de poder colaborar até hoje para o aprimoramento do curso que tanto tem a contribuir com o desenvolvimento do país. Agradeço em especial aos amigos de longa data, aos professores sempre abertos para motivar os egressos do curso na contínua construção profissional e a abertura de ideias que surgiram ainda em 2009 quando ingressei nesta jornada. Desejos de sucesso à Faculdade UnB de Planaltina (FUP/UnB), em especial ao meu curso de formação: bacharelado em Gestão Ambiental. Aos amigos Ray Pinheiro Alves, Natália Lopes Rodovalho e demais orientados da Profa. Gabriela Bielefeld Nardoto, meu agradecimento especial pelas horas de empenho e esforço durante os estudos em ecologia de ecossistemas.

À Profa. Gabriela Bielefeld Nardoto, pelo auxílio no entendimento das questões relativas à ecologia de ecossistemas, amizade e auxílio sempre fornecido em questões pessoais e profissionais. Grata pelo exemplo de grande mulher e pesquisadora, em quem eu sempre me inspiro.

Ao professor Philippe Pomier Layrargues por ter me ensinado ainda no início da graduação que pessoas que gostam do que fazem e trabalham de forma ética, desempenham o trabalho com paixão e se sobressaem aos demais. Sendo assim, não é necessário nenhum tipo

de conduta inadequada, como fofocas, intrigas ou concorrência para que qualidade do trabalho seja reconhecida.

Ao professor Fernando Paiva Scardua da Faculdade UnB do Gama (FGA/UnB), pela ajuda fornecida no primeiro artigo escrito durante a disciplina Tópicos Especiais em Gestão Ambiental e Florestal cursada no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UnB, assim como o auxílio e incentivo ao estudo nos temas ligados a serviços ambientais, legislação ambiental, princípios do direito ambiental e análise das teorias econômicas no decorrer desta dissertação. Agradeço todo o auxílio e paciência na discussão específica do capítulo sobre a análise dos projetos de lei sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil, sem a qual não conseguiria escrevê-lo de forma tão detalhada e ao mesmo tempo tão integrada com os demais assuntos abordados nesta dissertação.

Ao Professor Jorge Madeira Nogueira da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da UnB (FACE/UnB), pelo auxílio no entendimento das questões econômicas envolvendo a temática de macroeconomia ambiental. Obrigada pelo grande auxílio fornecido, pelo entendimento da minha inexperiência na área de valoração do meio ambiente e economia ambiental. Agradeço também à Waneska Carvalho, sua secretária pela constante paciência, compreensão e também pela receptividade.

À Maria Daniele Teixeira, Carlos Eduardo Menezes, Cristina Galvão, Débora Ramos Santiago, Lucas Vitor, Elke Constanti, Carolina Bernardo, Virgínia Colusso, Natalia Lajo e Luis Angel: obrigada pela paciência em compartilhar ensinamentos e discussões na parte de economia do meio ambiente. Foi um prazer aprender em conjunto com vocês, sou grata pelos ensinamentos que se estendem até hoje e sobretudo, pela amizade.

To my friends Bhavya Balu, Himangshu Neog, Ankur Agarwal, Cinderela, Nhat Nguyen, Marco Gómez, Sebastian Teran, Esthephany Flores, Alejandro Teniente, Barbara, Alejandra Zamora, Paola Rivera, Jesus Martinez e Gregory Onasis: thanks for the intense and unforgettable moments that I spent with at University of Alberta and Edmonton area. “One universe, nine planets, two hundred and four countries, eight hundred and nine islands, seven seas and I had the privilege to meet all of you”. Thanks for all experiences that we lived together!

À Marília Borgo (TNC), pelo diálogo e apoio no interesse em estudar serviços ambientais no Brasil. Obrigada pelo incentivo em não deixar de estudar serviços ambientais frente as dificuldades enfrentadas, sem dúvida, o projeto de mestrado anterior a este possibilitou muito amadurecimento profissional e pessoal.

À Secretaria de Meio Ambiente de Extrema (MG) e a Associação de Moradores da Sub-bacia das Posses (Extrema – MG) agradeço a disponibilidade em me receber. Especificamente agradeço a Thais Trindade e Paulo Henrique Pereira (Paulinho), pela receptividade durante minha visita naquela cidade em 2014 para conhecimento das áreas participantes do Programa Conservador das Águas. Agradeço a prontidão em auxiliar no que fosse necessário e a disponibilidade para me levar a campo para conhecimento das propriedades participantes durante a minha tentativa de execução de projeto de mestrado naquele município.

Esta dissertação utilizou dados de fauna e flora fornecidos gentilmente pela empresa Norte Energia S.A, sem os quais este trabalho poderia não ter se concretizado. Agradeço a esta equipe pela confiabilidade dos dados a mim depositada.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos de mestrado a mim concedida.

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos, minhas oportunidades e poder contribuir para um mundo menos desigual, mais justo e solidário.

À Secretaria de Pós-graduação em Recursos Florestais da ESALQ/USP, por todo apoio fornecido. Em especial, à secretária Giovana Oliveira, pela paciência e disposição em ajudar.

Ao Laboratório de Métodos Quantitativos (LMQ), pelo aprendizado. Em especial ao técnico Jefferson Lordello Polizel, pela paciência, prontidão em auxiliar e em especial pelo auxílio com o ArcGis durante a construção dos mapas utilizados nesta dissertação.

Ao Professor Hilton Thadeu Zarate do Couto, agradeço pelo aceite do grande desafio de me orientar, pela oportunidade de aprendizado e pela clareza de pensamentos. Obrigada por me ensinar que opiniões com pontos de vista divergentes também podem se tornar meios de amadurecimento pessoal e profissional, além de poder coexistir de forma tranquila. Agradeço também pela paciência despendida ao longo do curso de mestrado.

Ao Centro Acadêmico de Gestão Ambiental (CAGEA) da ESALQ/USP, pelo auxílio fornecido na construção do I Encontro Nacional de Gestores Ambientais (I ENAGEA), por apoiarem a ideia mesmo estando na graduação e pela colaboração no pré, durante e pós evento. Sempre fez parte do meu sonho cursar mestrado na ESALQ/USP realizar o I Encontro de Egressos de Gestão Ambiental na Escola que teve o primeiro curso de bacharelado em Gestão Ambiental do Brasil iniciado ainda em 2002. Obrigada ao CAGEA por ajudar a tornar

este sonho real, por contribuir de forma legítima e efetiva para o desenvolvimento e aprimoramento do curso dentro da ESALQ e também fora dela.

À Associação de Pós-graduação (APG) da ESALQ/USP, pela oportunidade de participar como representante discente de pós-graduação na Congregação desta Escola durante o período de 2014 a 2016. Participar da APG da ESALQ/USP foi uma escolha que surgiu no entendimento de que a ciência é também um ato político que desencadeia diversos impactos sobre a vida da sociedade civil. Neste sentido, agradeço aos presidentes dos dois mandatos da APG (Yuri Cayres Ramos e Gabriel Colombo de Freitas) pela colaboração nas causas e lutas estudantis ocasião na qual fui representante discente.

À Marcela Barbosa do Programa de Pós-graduação em Entomologia da ESALQ/USP e integrante do Laboratório de Insetos Úteis da ESALQ/USP, pelo auxílio no entendimento e esclarecimento de questões relativas à biodiversidade de abelhas no Brasil. Agradeço também pela oportunidade de conversar sobre conservação de recursos naturais, modificação da paisagem e a relação com as abelhas brasileiras.

À Luana Duarte do Departamento de Ecossistemas, na Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF) do Ministério do Meio Ambiente, pela ajuda na compreensão sobre a parte econômica e da adicionalidade relacionada aos Projetos de Lei referentes ao Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil. Agradeço infinitamente sua ajuda e disponibilidade em auxiliar sempre no que fosse necessário sobre os temas citados anteriormente. Aproveito a oportunidade para agradecer também ao Ministério do Meio Ambiente, em especial a esta secretaria por permanecer trabalhando de forma eficiente com as políticas públicas ambientais brasileiras, sobretudo as relacionadas à Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade, e a conservação dos recursos naturais e sua aplicabilidade ao contexto brasileiro.

À Camila Numazawa e Filipe Larêdo, pelo apoio, amizade e acolhimento amigo em São Paulo e Belém. Agradeço especialmente a esta curitibana tão paraense e desejo que a Floresta Amazônica esteja sempre no seu coração. Desejo também que você continue sendo essa pessoa carismática, gentil, educada e uma profissional brilhante que sempre me inspira a continuar trabalhando pela conservação florestal no Brasil, sobretudo no Pará.

As meninas da “casinha” da Rua Fernando Febeliano da Costa (Gláucia, Kathelyn e Rafaela) agradeço pela companhia e paciência no convívio nos anos de mestrado. Desejo a vocês uma vida maravilhosa e cheia de inúmeras conquistas pessoais e profissionais.

Aos demais amigos que fiz em Pira, cada um teve seu papel fundamental no desenrolar deste trabalho nada fácil. Em especial ao Petterson Arias, Luciana Cavalcante e Camila Melani que sempre estiveram à disposição para ajudar no que fosse necessário. Seja

com artigos, opiniões e atividades no decorrer desses mais de 32 meses intensos de mestrado. Foi muito bom compartilhar essa experiência com vocês.

Ao mundo - geográfico, pessoal e profissional - que aos poucos estou descobrindo...

A vida que a cada dia se mostra mais que uma gigantesca possibilidade de aprendizado e aperfeiçoamento enquanto ser humano...

Aos sonhos que sonhamos e as escolhas que fazemos com o objetivo de torná-los reais!

BIOGRAFIA

Samara é nascida em Minas Gerais, na pequena cidade de Campina Verde localizada na região do Triângulo Mineiro. Bacharela em Gestão Ambiental pela UnB (2013) é egressa da segunda turma do curso naquela instituição. Decidiu iniciar o mestrado em Recursos Florestais na ESALQ no inverno de 2013 poucos meses após finalizar a graduação. Desde os tempos de infância já disputava premiações em projetos ambientais e escrevia poesias sobre meio ambiente. Teve oportunidade de conhecer mais sobre mudanças climáticas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e na Campanha do Desmatamento Zero do Greenpeace e, sobre a Amazônia no Ministério do Meio Ambiente (MMA) durante os estágios e voluntariado realizados nestes locais. Também conheceu sobre a temática ambiental em inúmeros eventos, cursos e vivências durante a participação na Empresa Brasileira de Gestão Ambiental Jr. (EMBRAGEA) ainda durante a graduação. Realizou intercâmbio na Universidade de Alberta (Canadá) e fez cursos sobre liderança ambiental durante a pós-graduação, sendo um deles com Al Gore na temática das mudanças no clima. Ela ingressou no curso de mestrado na ESALQ sob orientação do prof. Hilton Thadeu Zarate do Couto, responsável por apresentá-la às relações entre carbono e biodiversidade no contexto amazônico. Ela também participa desde 2013 do Movimento Profissional de Gestores Ambientais e acompanha o processo de regulamentação da profissão de gestor ambiental (PL 2.664/2011). Após este intenso, solitário, adverso, instigador e inspirador período de pós-graduação foram feitas muitas descobertas profissionais e pessoais no decorrer destes longos trinta e dois meses de mestrado. Com a finalização dessa etapa na ESALQ, ela pretende continuar engajada com as causas ambientais e continuar acompanhando o projeto de lei sobre a regulamentação da profissão de gestor ambiental. Também pretende pesquisar sobre as contribuições do pagamento por serviços ambientais para o desenvolvimento do país e suas possibilidades de implementação político-econômicas com relação à provisão de serviços ecossistêmicos e sua relação com as populações indígenas e tradicionais na Amazônia brasileira. Para finalizar, ela entende que existem projetos de pesquisa e projetos de vida, que apesar dos julgamentos a pouca idade nunca impedirá ninguém de fazer um trabalho de qualidade e que a ética precisa ser considerada em todos os aspectos da vida de qualquer cidadão.

A Elegância do Comportamento

Existe uma coisa difícil de ser ensinada e que, talvez por isso, esteja cada vez mais rara: a elegância do comportamento. É um dom que vai muito além do uso correto dos talheres e que abrange bem mais do que dizer um simples obrigado diante de uma gentileza.

É a elegância que nos acompanha da primeira hora da manhã até a hora de dormir e que se manifesta nas situações mais prosaicas, quando não há festa alguma nem fotógrafos por perto. É uma elegância desobrigada.

É possível detectá-la nas pessoas que elogiam mais do que criticam. Nas pessoas que escutam mais do que falam. E quando falam, passam longe da fofoca, das pequenas maldades ampliadas no boca-a-boca. É possível detectá-la nas pessoas que não usam um tom superior de voz ao se dirigir a frentistas, nas pessoas que evitam assuntos constrangedores porque não sentem prazer em humilhar os outros. É possível detectá-la em pessoas pontuais.

Elegante é quem demonstra interesse por assuntos que desconhece, é quem presenteia fora das datas festivas, é quem cumpre o que promete e, ao receber uma ligação, não recomenda à secretária que pergunte antes quem está falando e só depois manda dizer se está ou não está. Oferecer flores é sempre elegante. É elegante não ficar espaçoso demais. É elegante não mudar seu estilo apenas para se adaptar ao de outro. É muito elegante não falar de dinheiro em bate-papos informais. É elegante retribuir carinho e solidariedade.

Sobrenome, jóias e nariz empinado não substituem a elegância do gesto. Não há livro que ensine alguém a ter uma visão generosa do mundo, a estar nele de uma forma não arrogante.

Pode-se tentar capturar esta delicadeza natural através da observação, mas tentar imitá-la é improdutivo. A saída é desenvolver em si mesmo a arte de conviver, que independe de status social: é só pedir licencinha para o nosso lado brucutu, que acha que com amigo não tem que ter estas frescuras. Se os amigos não merecem uma certa cordialidade, os inimigos é que não irão desfrutá-la.

Educação enferruja por falta de uso. E, detalhe: não é frescura.

Henri de Toulouse-Lautrec

SUMÁRIO

RESUMO	27
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO GERAL	31
Referências	34
2 ANÁLISE DA ADICIONALIDADE, TEORIAS ECONÔMICAS E PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL NOS PROJETOS DE LEI SOBRE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO BRASIL	37
Resumo	37
Abstract.....	39
2.1 Introdução.....	41
2.1.1 Serviços do meio ambiente e valoração ambiental	41
2.1.2 Políticas e legislação federal no Brasil: a interface com o ecossistema.....	44
a) Princípio da soberania permanente sobre recursos naturais.....	46
b) Princípio da função social da propriedade	47
c) Princípio do desenvolvimento sustentável	50
d) Princípio do protetor-recebedor	52
e) Princípio da dignidade da pessoa humana.....	54
f) Princípios da informação e da participação	56
2.1.3 Aspectos legais relativos ao PL de PSA e aos PLs da PNPSA.....	58
2.1.4 Instrumentos econômicos e pagamento por serviços ambientais.....	61
2.2 Objetivo Geral	66
2.2.1 Objetivos Específicos	67
2.3 Metodologia.....	67
2.4 Resultados e Discussão.....	67
2.4.1 Adicionalidade	83
2.4.2 Princípios do Direito Ambiental	87

a)	Princípio da soberania permanente sobre recursos naturais.....	87
b)	Princípio da função social da propriedade	89
c)	Princípio do desenvolvimento sustentável	92
d)	Princípio do protetor-recebedor	93
e)	Princípio da dignidade da pessoa humana.....	95
f)	Princípios da informação e da participação	98
2.4.3	Teoria Econômica	100
2.4.4	Demais sugestões de melhorias.....	104
2.5	Considerações Finais	106
	Referências	109
3	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE BIODIVERSIDADE E CARBONO NA REGIÃO DO RIO XINGU, AMAZÔNIA BRASILEIRA	119
	Resumo	119
	Abstract.....	121
3.1	Introdução.....	123
3.1.1	Funções Ecossistêmicas	127
3.1.3	Classificação de Funções Ecossistêmicas e Serviços Ecossistêmicos	130
3.1.4	Serviços de Provisão e Regulação e a relação com Biodiversidade e Carbono na Amazônia	132
3.1.4.1	Abelhas e Polinização	137
3.1.4.2	Vegetação e Carbono	140
3.1.4.3	Biodiversidade e Carbono: métodos para estimativa.....	142
3.2	Objetivos.....	144
3.3	Material e Métodos	145
3.3.1	Área de Estudo	145
3.3.2	Amostragem do Estudo e Delineamento Amostral	146
3.3.3	Métodos de Amostragem Utilizados	149

3.3.3.1	Metodologia Utilizada para Amostragem de Abelhas	149
a)	Mensuração da Biodiversidade	153
b)	Mensuração de Carbono.....	154
c)	Estruturação dos Dados e Estatística.....	155
	Resultados	161
3.4.1	Modelagem Ambiental dos Serviços Ecossistêmicos de Biodiversidade e Carbono	161
3.4.1.1	Abelhas	162
3.4.1.2	Vegetação.....	164
3.4.1.3	Estoque de Carbono, Diversidade Funcional e Polinização	166
3.5	Discussão	176
3.5.1	Análise Estatística	176
3.5.2	Diversidade de Espécies e Biomassa	178
3.5.3	Serviços Ecossistêmicos de Carbono e Biodiversidade	182
3.6	Conclusão	185
	Referências	187
	Bibliografia Consultada.....	205
	ANEXOS	212

LISTA DE FIGURAS

Mapa 3.1 – Localização em Sistema WGS 84 para cada parcela amostrada para as variáveis de vegetação e abelhas na área do Rio Xingu	145
Mapa 3.2 – Descrição do módulo utilizado no desenho amostral da área do Rio Xingu.....	146
Mapa 3.3 – Módulos amostrais com as parcelas distribuídos para monitoramento da fauna e flora terrestre na área do Rio Xingu compreendendo os municípios de Altamira, Anapu, Brasil Novo, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu na Área de Influência Direta da UHE Belo Monte	148
Figura 3.4 – Armadilha utilizada na amostragem para abelhas Euglossini.....	150
Figura 3.5 – Módulo de amostragem do PPBIO, indicando os 5 km de trilhas principais e as 6 parcelas	150
Figura 3.6 – Técnica nº4 do Protocolo 1 do PPBIO aplicada a este estudo na distribuição de armadilhas de abelhas na área do Rio Xingu.....	151
Figura 3.7 – Desenho esquemático das parcelas permanentes para análise fitossociológica com os medidores de nível de lençol freático.....	152
Figura 3.8 – Relação entre Índice de Simpson geral para Abelhas na Campanha 4 (A_SIMGE_C4) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE).....	162
Figura 3.9 – Relação entre Índice de Shannon geral para Abelhas na Campanha 4 (A_SHAGE_C4) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE).....	163
Figura 3.10 – Relação entre o Índice de Simpson geral para vegetação e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE).....	164
Figura 3.11 – Relação entre o Índice de Shannon geral para vegetação e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE).....	165
Figura 3.12 - Serviços Ambientais fornecidos pelos Serviços Ecossistêmicos de Carbono e Biodiversidade na Área do Rio Xingu.....	175

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Iniciativas legais existentes relacionadas aos PLs de PSA e PNPSA.....	59
Tabela 2.2 – Projetos de Lei apensados aos PLs de PSA	59
Tabela 3.1 – Categorias das funções ecossistêmicas, componentes, processos e serviços que podem ser gerados	131
Tabela 3.2 – Categorias dos Serviços Ecossistêmicos	132
Tabela 3.3 – Distribuição da periodicidade das coletas para cada campanha de abelhas amostrada.....	151
Tabela 3.4 – Estruturação dos dados de biodiversidade de abelhas para as análises estatísticas	156
Tabela 3.5 – Estruturação dos dados de vegetação para as análises estatísticas.	159
Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu.....	166

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AID	- Área de Influência Direta
APP	- Área de Preservação Permanente
AMAZ_BD	- Biodiversité des Paysages Amazoniens Déterminants Socio-économiques et Production de Biens et Services Écosystémiques
ARPA	- Programa Áreas Protegidas da Amazônia
BOVESPA	- Bolsa de Valores de São Paulo
BVRIO	- Bolsa de Valores Verde do Rio de Janeiro
CAR	- Cadastro Ambiental Rural
CRA	- Cotas de Reserva Ambiental
CDB	- Convenção da Biodiversidade Biológica
CENÁRIOS	- Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra
COP	- Conferência das Partes
COPs	- Conferência das Partes
CO₂	- Dióxido de Carbono
DAP	- Diâmetro à altura do peito
EVI	- Índice de vegetação aprimorada
FFPSA	- Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais
FNPSA	- Fundo Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
FUNBIO	- Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
GEE	- Gases do Efeito Estufa
GEF	- Fundo Global para o Meio Ambiente
GEOMA	- Rede Temática em Modelagem Ambiental da Amazônia
INDC	- Contribuição Nacionalmente Determinada (Intended Nationally Determined Contribution)
IPBES	- Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystems Services
IPCC	- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LBA	- Projeto de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia
MDL	- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MEA	- Avaliação Ecológica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment)
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
NDVI	- Índice de Vegetação de Diferença Normalizada
ODS	- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	- Organização das Nações Unidas
PDBFF	- Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais
PFPSA	- Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais
PIME MCT- EMBRAPA	- Projeto Integrado Ministério da Ciência e Tecnologia e Empresa Brasileira Agropecuária
PBA	- Plano Básico Ambiental
PL	- Projeto de Lei
PLs	- Projetos de Lei
PLS	- Projeto de Lei do Senado Federal
PNMA	- Política Nacional de Meio Ambiente
PNPSA	- Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PNRS	- Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPBIO	- Programa de Pesquisa em Biodiversidade
PPCDAm	- Plano de Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PSA	- Pagamento por Serviço Ambiental
PSAs	- Pagamento por Serviços Ambientais
PSE	- Payment for Ecosystem Services
RAPELD	- Programa de Avaliação Rápida e Pesquisa Ecológica de Longa Duração
RED	- Redução das Emissões por Desmatamento
REDD	- Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
REDD+	- Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação
RL	- Reserva Legal
SAS	- Statistical Analysis System
SINIMA	- Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente
SNUC	- Sistema Nacional de Unidades de Conservação

TEEB	- Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (The Economics of Ecosystems and Biodiversity)
UNFCCC	- Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (United Nations Framework on Climate Change)

RESUMO

Serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade e os projetos de lei sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil: uma análise sobre o panorama atual

Na atualidade, os serviços ambientais podem ser descritos como as atividades antrópicas que auxiliam no aumento dos benefícios ao meio ambiente, enquanto os serviços ecossistêmicos são processos ecossistêmicos capazes de fornecer sustentação à vida sendo dois temas mundialmente pesquisados. Neste sentido o pagamento por práticas que forneçam a melhoria da qualidade ambiental conhecidas como pagamento por serviços ambientais (PSA) têm surgido e avançado no Brasil nos últimos anos, embora ainda não possuam regulamentação legal específica. No primeiro capítulo procurou-se analisar os projetos de lei (PLs) em trâmite no Congresso Nacional PL 792/2007, PL 5.487/2009, Projeto de Lei do Senado (PLS) 276/2013 e PL 312/2015 com relação à adicionalidade, princípios do direito ambiental e teorias econômicas que regulamentam o PSA no Brasil. No segundo capítulo foi realizada a estimativa de serviços ecossistêmicos de biodiversidade de abelhas e carbono na região do Xingu na Amazônia brasileira, onde utilizou-se a equação alométrica para cálculo da biomassa e índices de diversidade para avaliar a diversidade de plantas e abelhas, e verificou-se a possível relação entre a diversidade de plantas e abelhas e o carbono estocado na vegetação para avaliar a relação dos serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade na região. Esta dissertação apresenta um panorama sobre a legislação atual de PSA no Brasil e um estudo de caso de quantificação de adicionalidade ambiental provida pelos serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade na área do Rio Xingu, no estado do Pará. Embora os estudos sobre serviços ecossistêmicos e as funções do ecossistema tenham surgido há muito tempo, pouco tem sido estudado sobre a adicionalidade ambiental destes serviços. Logo, como descrito no art. 5 do Paris Agreement da COP 21, as Partes são encorajadas a realizar pagamentos através de incentivos e políticas sobre redução de emissões de desmatamento e degradação florestal no papel da conservação na gestão sustentável das florestas, enquanto que na Contribuição Nacionalmente Determinada (INDC) o Brasil incluiu como uma das metas a implementação de atividades de REDD+ e pagamento por seus resultados representando possíveis avanços para o PSA em nível nacional e mundial.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; Pagamento por serviços ambientais; Amazônia; Políticas públicas; Adicionalidade

ABSTRACT

Carbon and biodiversity ecosystem services and the law's projects on payment for ecosystem services in Brazil: an analysis about current situation

Environmental services described as human activities that help to enhance the benefits to the environment and ecosystem services on ecosystem processes capable of providing support to life are two highly specific topics discussed on all the world. Payment for environmental services (PES) have emerged and advanced in Brazil in recent years, though it is still not regulated. In the first chapter we tried to analyze the Law's project (PL) in current analysis on National Brazilian Congress PL 792/2007, PL 5.487/2009, Federal Senate (PLS) PLS 276/2013 and 312/2015 regarding additionality principles of environmental law and economic theories involved in PLs. Although studies on ecosystem services and ecosystem functions, have arisen for over fifty years ago, few has been studied about the provision of these services together through environmental additionality. In the second chapter was held on ecosystem services and carbon estimate bee biodiversity in the Xingu endemic region of the Brazilian Amazon. For this we used the allometric equation for calculating the biomass and diversity index to evaluate the diversity of plants and bees, there had a relationship between the diversity of plants and bees and the carbon stocked in the vegetation to assess the relationship of ecosystem services of carbon and biodiversity in the region. Soon, as defined by the Art. 5 of the Paris Agreement of COP 21, Parties are encouraged to make payments through incentives and policies on reduction of deforestation and forest degradation emissions in the role of conservation in sustainable forest management while in INDC (Intended Nationally Determined Contribution), Brazil included as goals from other actions the implementation of REDD + activities and payment by results representing major advances can be made to the PSA at the national and global levels. So this paper presents an overview of the current project legislation on PSE in Brazil and a case study to quantify environmental business as usual provided by the ecosystem service of carbon and biodiversity in the Xingu River area in the state of Pará as contemporary and integrated assessment on the topic involving environmental additionality.

Keywords: Ecosystem services; Payment for ecosystem services; Amazon forest; Public policies; Business as usual

1 INTRODUÇÃO GERAL

"Que a beleza do que você ama seja o que você faz."
Rumi

Na atualidade, os serviços ecossistêmicos prestados pela natureza e relevantes para a permanência e manutenção das espécies têm sido utilizados acima da capacidade suporte dos limites planetários podendo tornar-se escassos, impactar a existência da espécie humana e modificar o futuro da Terra (MEDONÇA, 2012; STEFFEN et al., 2015; ROCKSTRÖM, 2016). O fornecimento de alimentos, recursos genéticos, polinização, produção de biocombustíveis, atividades culturais e práticas de recreação entre vários outros benefícios fornecidos à espécie humana só podem ser obtidos através de condições ambientais adequadas em escalas global e local (PEREIRA, 2009; NAEEM, 2012; DAILY, 1997a; DAILY, 1997b, CHAPIN, 2011).

Para Pereira et al. (2009) a provisão dos serviços ecossistêmicos, tão necessária ao desenvolvimento e bem-estar humano, está condicionada pelo avanço das práticas antrópicas insustentáveis, evidenciado pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio – Millenium Ecosystem Assessment em inglês (MEA) publicado em 2005. Considerando a necessidade de estudos sobre o fornecimento de benefícios através de serviços ecossistêmicos e a construção de políticas públicas para a preservação dos recursos naturais no Brasil, esta dissertação surge como via de análise da quantificação conjunta de serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade na Amazônia e análise das teorias econômicas, princípios do direito ambiental e adicionalidade nos projetos de lei de pagamento por serviços ambientais em trâmite no Congresso Nacional brasileiro.

As definições de serviços ecossistêmicos surgiram em 1960 e início de 1970, com os primeiros significados de funções e serviços ecossistêmicos (KING, 1966; HELLIWELL, 1968; ODUM, 1972; HUETING, 1980, DE GROOT, 2002). Ainda hoje, este tema possui divergências quanto a explicações e interpretações, sendo bastante utilizado e difundido na sociedade, no ambiente científico e governamental assim como no meio empresarial.

Embora os estudos sobre serviços ecossistêmicos e as funções do ecossistema, tenham surgido há mais de cinquenta anos atrás, pouco tem sido estudado sobre a provisão destes serviços conjuntamente. Para Wendland (2010) com relação entre serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade, a garantia da continuidade do fornecimento destes serviços ecossistêmicos necessita ser discutida e aprimorada, sobretudo no sentido de estruturas institucionais e métodos de mensuração destes serviços.

Na diferenciação entre serviços ambientais e serviços ecossistêmicos, o primeiro se refere a atividades antrópicas que auxiliem o aumento com vistas a manter ou aumentar os benefícios ao meio ambiente (CHOMITZ et al., 1999). No entanto, os serviços ecossistêmicos fazem referência aos processos ecossistêmicos capazes de fornecer sustentação à vida, diferenciando os produtos dos serviços dos ecossistemas (DAILY, 1997; MEA, 2005; SMIL, 2002; WUNDER, 2005).

Os bens e serviços produzidos pelos ecossistemas incluem a produção de alimentos, combustíveis, provisão de madeira, fibras, recursos genéticos, água, regulação climática, da qualidade do ar, purificação e qualidade da água, polinização, serviços culturais prestados por sistemas naturais como valores espirituais e religiosos, estéticos, recreação e ecoturismo entre outros (MEA, 2005). Através das metodologias de valoração econômica, somente alguns destes produtos e serviços possuem precificação financeira viável na atualidade.

Neste sentido, as práticas de pagamento por serviços ambientais (PSA) têm surgido e avançado no Brasil nos últimos anos, mais especificamente na Mata Atlântica, para as áreas de biodiversidade, carbono florestal, conservação de recursos hídricos e proteção da biodiversidade (GUEDES; SEEHUSEN, 2012). Embora tais práticas estejam avançando no país, a prática do PSA ainda não é regulamentada legalmente, mas encontra-se em trâmite no Congresso Nacional projetos de lei (PLs) que tem por objetivo a regulamentação do PSA, mais especificamente o PL 792/2007, PL 5.487/2009, Projeto de Lei do Senado (PLS) 276/2013 e PL 312/2015.

Considerando a atual tramitação destes PLs é necessária a regulamentação das práticas de PSA no Brasil visando assegurar não somente a eficácia ambiental de tais práticas, mas a preservação das salvaguardas sociais existentes e a adequação econômica a realidade brasileira. Neste sentido, precisam ser consideradas conjuntamente as teorias econômicas fundamentadas em Pigou e Coase juntamente com a participação da sociedade, os princípios do direito ambiental relacionados à Política Nacional de Serviços Ambientais (PNPSA), ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e a adicionalidade ambiental (PIGOU, 1932; COASE, 1960, OSTROM, NUSDEO, 2012; NUSDEO, 2010).

O primeiro capítulo desta dissertação se refere à análise dos PLs que ainda estão em tramitação no Congresso Nacional referentes à regulamentação legal do PSA no Brasil PL 792/2007, PL 5.487/2009, Projeto de Lei do Senado (PLS) 276/2013 e PL 312/2015. Para isso foram feitas análises através do texto legal dos PLs e adequação as teorias econômicas de

Pigou e Coase, aos princípios do direito ambiental e a adicionalidade nos textos dos PLs relacionados à PNPSA.

O segundo capítulo se refere aos serviços ecossistêmicos de biodiversidade de abelhas e carbono na região do Xingu na Amazônia brasileira. Este capítulo utilizou equações alométricas para cálculo do carbono e índices de diversidade para avaliar a diversidade de plantas e abelhas assim como a relação entre a diversidade de plantas e abelhas e o carbono estocado na vegetação e avaliar a relação dos serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade na região.

Após a 21ª Conferência das Partes (COP 21) sobre Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), ocorrida em Paris em 2015 foi declarado através do art. 5 do Paris Agreement que as Partes são encorajadas a implementar, suportar e incluir ações que visavam aumentar o estoque de carbono em países em desenvolvimento. Essa meta seria atingida através de resultados baseados em pagamentos incentivos e políticas sobre redução de emissões de desmatamento e degradação florestal no papel da conservação na gestão sustentável das florestas, o que justifica a necessidade de maiores discussões sobre estes assuntos (UNFCCC; 2015).

Durante a COP 21 a iniciativa do governo brasileiro de Contribuição Nacionalmente Determinada ou Intended Nationally Determined Contribution (INDC) ressaltou diversas metas nacionais. Podem ser citadas a preocupação com as populações mais vulneráveis, a implementação de atividades de REDD+ e pagamento por seus resultados, o fortalecimento do setor florestal e o cumprimento do Código Florestal; a redução do desmatamento ilegal para zero na Amazônia brasileira, a restauração e reflorestamento de 12 milhões de hectares de florestas até 2030 para usos múltiplos e a compensação de emissões de gases do efeito estufa provenientes da supressão da supressão legal da vegetação até 2030 (BRASIL, 2015).

As divesas contribuições legais, científicas, mercadológicas, nacionais e internacionais, como a INDC e a COP 21, são necessárias para a continuidade da conservação das florestas tropicais, mais especificamente a Amazônia brasileira. Esta dissertação apresenta um panorama sobre a legislação atual de PSA no Brasil e um estudo de caso de quantificação de adicionalidade ambiental provida pelos serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade na área do Rio Xingu, no estado do Pará como avaliação contemporânea e integrada sobre o tema.

Referências

BRASIL. Projeto de Lei n. 276 de 2013. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA). Autoria do Excelentíssimo Senhor Senador Blairo Maggi. Ainda sob tramitação no Senado Federal. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/mateweb/arquivos/mate-pdf/131803.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 312 de 2015 de 10 de fevereiro de 2015. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Rubens Bueno. Ainda sob tramitação na Câmara dos Deputados. Disponível em: http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1299830&filename=PL+312/2015. Acesso em: 10 de jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 5.487 de 24 de junho de 2009. Institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece formas de controle e financiamento desse Programa, e dá outras providências. Ainda sob tramitação na Câmara dos Deputados. Disponível em: http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=667325&filename=PL+5487/2009. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 792, de 19 de abril de 2007. Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Anselmo de Jesus. Ainda sob tramitação na Câmara dos Deputados. Disponível em: http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=79D7E07E7A220758BD174C97DDDE492C.proposicoesWeb1?codteor=453221&filename=PL+792/2007. Acesso em: 09 jan. 2016.

BRASIL, 2015. Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil para o acordo de Paris (COP 21). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/10570-indc-contribui%C3%A7%C3%A3o-nacionalmente-determinada>. Acesso em: 06 jan. 2016.

CHAPIN, F.S.; MATSON, P.A.; VITOUSEK, P.M. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 2011. 52p. p,

CHOMITZ, K.M.; BRENES, E.; CONSTANTINO, L. Financing environmental services: the Costa Rican experience and its implications. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 240, p. 157-169, Oct. 1999.

COASE, R. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**, Chicago, v. 3, p. 1 – 44, out. 1960.

DAILY, G.C. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystem**. Washington, ISLAND PRESS, 1997. 412p.

DAILY, G.C.; ALEXANDER, S.; EHRLICH, P.R.; GOULDER, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P.A.; MOONEY, H.A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S.H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G.M. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. **Issues in Ecology**, Washington v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997.

HELLIWELL, D.R. Valuation of wildlife resources. **Regional Studies**, Cambridge, n. 3, p. 41-49, ago. 1968.

HUETING, R.; REIJNDERS, L.; DE BOER, B.; LAMBOOY, J.; JANSEN, H. The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, Amsterdam v. 25, n. 31-35, 1998.

KING, R.T. Wildlife and man. **New York Conservationist**, v. 20, n. 6, p. 8-11, 1966.

MENDONÇA, E.F.E.P. **Serviços dos Ecossistemas na Ilha Terceira**: estudo preliminar com ênfase no sequestro de carbono e na biodiversidade. 2012. 147p. Dissertação (Mestrado. Departamento de Ciências Agrárias) - Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo – Portugal, 2012.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystem and Human Well-Being**. Washington: ISLAND PRESS. 2005. 137p.

NAEEM, S.; EMMETT, D.J.; ZAVALA, E. The functions of biological diversity in an age of extinction. **Science**, Washington, v. 336, n. 6087, p. 1401-1406, jun. 2012.

NUSDEO, A.M.O. **Pagamento por Serviços Ambientais**: sustentabilidade e disciplina jurídica. São Paulo: Atlas, 2012. 192p.

NUSDEO, A.M.O. **Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil**: Elementos para uma regulamentação ambientalmente íntegra e socialmente justa. 2010. 375p. Tese de Livre Docência (Departamento de Direito Econômico, Financeiro e Tributário) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ODUM, E.P.; ODUM, H.T. Natural areas as necessary components of man's total environment. In: TRANSACTIONS OF THE 37th NORTH AMERICAN WILDLIFE AND NATURAL RESOURCES CONFERENCE, 37th, 1972, Washington: Wildlife Management Institute, 1972. Disponível em: <https://myweb.rollins.edu/jsiry/Odum_Odum-Assets.html>, acesso em: 21 out. 2015.

OSTROM, E. **Governing the commons**: the evolution of institutions for collective action. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1990. 271p.

PEREIRA, H.M.; DOMINGOS, T.; PROENÇA, V.; VICENTE, L.; RODRIGUES, P. Estrutura conceptual do Millennium Ecosystem Assessment. In: PEREIRA, H.M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L. (Ed.). **Ecossistemas e Bem-Estar Humano**. Avaliação para Portugal do Millenium Ecosystem Assessment. Lisboa: Escolar Editora. 2009. p. 19-42.

PIGOU, A.C. **The Economics of Welfare**. Londres: Macmillan and Co., 1932. Disponível em: <<http://www.econlib.org/library/NPDBooks/Pigou/pgEW36.html>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

ROCKSTRÖM, J. Future earth. **Science**, Washington DC, v. 351, n. 6271, p. 319, jan. 2016.

SAMPAIO, J.A. **Disponibilidade de serviços ecossistêmicos de um sistema agroflorestal na região de Cerrado (Brasil Central)**. 2013. 59p. Monografia de Graduação - Faculdade UnB de Planaltina – UnB, Planaltina, 2013.

SAMPAIO, J.A. **Disponibilidade de serviços ecossistêmicos de um sistema agroflorestal na região de Cerrado (Brasil Central)**. 2013. 59p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Gestão Ambiental) - Faculdade UnB de Planaltina, Universidade de Brasília (UnB), Planaltina, 2013.

SMIL, V. Population and environmental services. **Population and Development Review**, New York, v. 28, n. 2, p. 187-198, 2002.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J.; CORNELL, S.E.; FETZER, I.; BENNETT, E.M.; BIGGS, R.; CARPENTER, S.R.; VRIES, W.; VIT, C.A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G.M.; PERSSON, L.M.; RAMANATHAN, V.; REYERS, B.; SÖRLIN, S. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, Washington DC, v. 347, n. 6223, p. 736, fev. 2015.

UNFCCC. **Paris Agreement**. 2015. Disponível em:
<<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>>, acesso em: 08 jan. 2016.

WENDLAND, K.J.; HONZÁK, M.; PORTELA, R.; VITALE, B.; RUBINOFF, S.; RANDRIANARISOA, J. Targeting and implementing payments for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 11, p. 2093-2107, set. 2010.

WUNDER, S. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **CIFOR Occasional Paper**, Jakarta, n. 42, p. 24, 2005.

2 ANÁLISE DA ADICIONALIDADE, TEORIAS ECONÔMICAS E PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL NOS PROJETOS DE LEI SOBRE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO BRASIL

Resumo

Este capítulo teve por objetivo realizar uma análise da proposta de legislação sobre pagamento por serviços ambientais (PSA) no Brasil dentro da legislação relativa aos Projetos de Lei (PLs) de PSA e ao PL da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA). Também foram estudadas as lacunas para aprimorar a regulamentação legal da prática dentro dos PLs de PSA e da PNPSA. A análise realizada foi baseada na leitura dos PLs (PL 792/2007; PL 5.487/2009, PLS 276/2013 e PL 312/2015) e adequação ou não à adicionalidade, aos princípios do direito ambiental relacionados à temática do PSA e as teorias econômicas de Pigou e Coase. Concluiu-se que para a adicionalidade o conceito necessita de melhores esclarecimentos, sobretudo com relação às áreas ambiental e jurídico-econômica, e a vedação do PSA em áreas de APP e RL. Para os princípios de direito ambiental referentes ao PSA foram feitas melhorias relativas às salvaguardas socioambientais, melhor definição do público-alvo dessa legislação específica, clareza na definição dos objetivos e obrigações nos contratos entre as partes, entre outros. Concluiu-se com relação à economia que melhorias relativas aos PLs de PSA e PNPSA são referentes à adoção de instrumentos econômicos advindos da utilização de teorias econômicas mistas de Pigou e Coase compostos respectivamente por taxas e subsídios assim como instrumentos de mercado. Neste sentido com vistas a possível regulamentação destes PLs foram criadas sugestões baseadas nas análises descritas acima para a uma regulamentação socialmente justa, ambientalmente sustentável e economicamente viável para as presentes e futuras gerações.

Palavras – chave: Pagamento por serviços ambientais; Princípios do direito ambiental; Legislação ambiental; Adicionalidade; Teorias econômicas

Abstract

This chapter had the objective of making an analysis about the actual proposal on payment for ecosystem services (PSE) in Brazil inside the legislation relative to Law's Project (PLs) of PSE and the National Police of Payment of Environmental Services (PNPSA). Also was studied the lack to better legal regulation of practice in the PLs de PSE and PNPSA. The analysis was based on the legal text of PLs (PL 792/2007; PL 5.487/2009, PLS 276/2013 e PL 312/2015) and adequacy or not to business as usual, to the environmental laws principles related to PSE thematic area and the Pigou and Coase theories. It was concluded that for business as usual is necessary clarify, mainly environmental and economic areas, and for no possibilities of PSE in Permanent Preservation Areas (APP) and Legal Reserve (RL). For the law's environmental principles about PSE did suggestions relative to environmental and social areas, better definition to public target of this specific law, better definitions to clarify objectives and commitments in the contracts, etc. It was concluded that related with economy the policy needs to adopt economic instruments mixed within Pigou and Coase theories, composed by taxes and subsidies as well market instruments. In this regard with a view to possible regulation of these PLs were created based on the analysis described above suggestions for a socially right regulation, environmentally sustainable and economically viable for present and future generations.

Keywords: Payment for ecosystem services; Environmental law principles; Environmental legislation; Business as usual; Economic theories

2.1 Introdução

“A força da alienação vem dessa fragilidade
dos indivíduos que apenas conseguem
identificar o que os separa e não o que os une.”
Milton Santos

2.1.1 Serviços do meio ambiente e valoração ambiental

Na atualidade, a distinção entre serviços ecossistêmicos e serviços ambientais ainda causa confusão. Serviços ecossistêmicos podem ser conceituados como processos pelos quais os ecossistemas suportam a vida no planeta, sendo possível a distinção entre os serviços e os produtos do ecossistema, como por exemplo a estocagem de carbono em remanescentes florestais e a venda de madeira assim como a polinização e a produção de alimentos (DAILY, 1997; MEA, 2005; SMIL, 2002; WUNDER, 2007). Já o termo serviços ambientais é entendido como sendo uma atividade humana que contribui para a manutenção ou aumento da provisão de benefícios pelo meio ambiente (CHOMITZ et al., 1999).

Para o MEA (2005) os bens e serviços produzidos pelos ecossistemas incluem a produção de alimentos, combustíveis, provisão de madeira, fibras, recursos genéticos, água, regulação climática, da qualidade do ar, purificação e qualidade da água, polinização, serviços culturais prestados por sistemas naturais como valores espirituais e religiosos, estéticos e recreação e ecoturismo. No entanto, somente alguns destes produtos e serviços possuem precificação financeira viável em função das metodologias de valoração econômica existentes.

Neste sentido a continuidade da provisão dos serviços ecossistêmicos está atualmente ameaçada pelo avanço dos impactos antrópicos sobre as áreas naturais, colocando em risco o bem-estar humano e econômico das sociedades (MEA, 2005; SUKHDEV, 2008). A conversão da vegetação nativa em áreas agrícolas ou agropecuárias, as queimadas e a eutrofização de cursos d'água são alguns dos principais fatores atuais de alteração na qualidade dos serviços ambientais no Brasil, principalmente em áreas endêmicas e em hotspots, como a introdução do cultivo de monoculturas no Cerrado e na Amazônia, e o avanço da urbanização na Mata Atlântica (FEARNSIDE, 2000; FEARNSIDE, 2005; MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 1998; KLINK, MACHADO, 2005; NEPSTAD et al., 1999; GIBBS et al., 2015).

No entanto, o estabelecimento de mercados de pagamentos por serviços ambientais (PSA) pode fornecer incentivos econômicos para a conservação destas áreas ao longo dos países tropicais onde as pressões antrópicas são maiores. O termo pagamento por serviços

ambientais foi definido por WUNDER (2005) como sendo uma transação voluntária na qual um bem ambiental ou uso que assegure este serviço é comprado por ao menos um comprador e provido se e, somente se, prover continuamente a segurança na provisão deste serviço. O PSA é condicional quanto à existência do serviço ambiental ao longo do tempo, o usuário é visto como usuário-pagador e as participações neste mercado são voluntárias (PAGIOLA, PLATAIS, 2007; WUNDER, 2005).

Ao quantificar serviços ambientais, os valores médios globais para os serviços ecossistêmicos correspondiam a 33 trilhões de dólares em 1995, 46 trilhões de dólares em 2007 e 125 trilhões de dólares em 2011, evidenciando perdas entre 4,3 e 20,2 trilhões de dólares no período de 1997 e 2011 em função da mudança de uso da terra fazendo com que os valores para os serviços ecossistêmicos pudessem ser ainda maiores (COSTANZA et al., 2014; COSTANZA et al., 1997). Esses números exemplificam o PSA como uma medida dentro dos instrumentos econômicos que possuem como objetivo a indução ao comportamento desejado da sociedade atuando através do consumo e dos custos de produção (NUSDEO, 2006).

Estes fatos evidenciam a necessidade de sensibilização no contexto amplo da valoração ambiental que sem uma pergunta política clara e sem um contexto definido, pode ser arriscada e tender a não promover o efeito esperado em termos de mudança de comportamento da sociedade. Sendo assim, a necessidade de valoração aliada a atividades de conservação e manutenção dos serviços ecossistêmicos precisa ser colocada urgentemente em prática e, atualmente carecem de regulamentação legal necessária no contexto brasileiro.

Embora a valoração de ativos e bens ambientais aparente certa facilidade para ser realizada, a prática desta ferramenta ainda carece de maiores esforços. Pesquisas e estudos sobre valoração de serviços ambientais conjuntos, estabelecimento de novas metodologias assim como a adequação, difusão e aplicação das técnicas e métodos já existentes entre a comunidade científica e a demanda da sociedade entre as diversas áreas do conhecimento e a economia do meio ambiente, como por exemplo, de bens ambientais da biodiversidade para a sociedade civil ainda há necessidade de ajuste e melhoria das técnicas existentes. Para Costanza et al. (2014) é importante considerar que os ecossistemas não podem prover qualquer benefício para as pessoas sem a presença do capital humano (pessoas), a comunidade (capital social) e o ambiente construído (capital construído), necessitando então que os estudos sobre valoração ambiental sejam aprimorados e incorporados ao capital social

e humano, relacionando os bens e serviços ambientais e econômicos com sua importância para a sociedade.

Alguns países como Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, México, África do Sul e Madagascar já possuem mercados para serviços ambientais estruturados (PAGIOLA, PLATAIS, 2007; ENGEL et al., 2008). Países como Venezuela, Quênia, Panamá, Indonésia, Filipinas estão em processo de desenvolvimento de iniciativas de pagamento por serviços ambientais em sua maioria apoiados por organismos internacionais como o Banco Mundial (PAGIOLA, PLATAIS, 2007).

O Brasil, visto como país megadiverso no cenário internacional e pioneiro em eventos mundialmente reconhecidos na temática ambiental ingressou na temática de serviços ambientais em 1997, com a Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos através da cobrança pelo uso da água e do reinvestimento de recursos financeiros na própria bacia hidrográfica. Conta como projeto pioneiro no país no âmbito do PSA e recursos hídricos o Projeto Conservador de Águas e logo após, em 2003 o programa Proambiente que tinha por objetivo compatibilizar a conservação ambiental e os processos de desenvolvimento rural regional na Amazônia, dessa forma o país tem se esforçado em implementar e aprovar novas regulamentações nesta temática (VEIGA, 2007; VEIGA NETO, 2008; GREIBER, 2009; MARTIN-ORTEGA, 2013; FERREIRA; NAHUR, 2015).

Por Wunder (2007) são descritos quatro principais tipos de serviços ambientais que têm sido comercializados ou transacionados: sequestro e estocagem de carbono, proteção da biodiversidade, proteção hídrica e proteção da beleza cênica. Neste sentido, o autor destaca que para o exemplo do pagamento por serviços ambientais de carbono, o pagamento ocorre geralmente por companhias elétricas do Norte pagando proprietários rurais nos trópicos para manter ou plantar árvores; no caso da biodiversidade o pagamento ocorre por meio de doações para proprietários rurais criarem corredores ecológicos; para o exemplo da proteção hídrica o pagamento é realizado no âmbito da adoção de ações de conservação evitando a erosão do solo ou riscos de inundações; e, para o exemplo da beleza cênica o pagamento é realizado para que a comunidade local preservar a fauna e a flora da região (WUNDER, 2007).

Atualmente o número de projetos de PSA no Brasil está em constante crescimento. Considerando as áreas temáticas dos projetos de PSA no Brasil, os atuais projetos são representados em três categorias, biodiversidade, carbono florestal e conservação de recursos hídricos em diversos projetos distribuídos em programas estaduais e nacionais contanto ao

todo com 25 projetos implementados, 34 em desenvolvimento e 17 em articulação somente na Mata Atlântica (GUEDES; SEEHUSEN, 2011; PAGIOLA et al., 2013).

Importante salientar também a iniciativa Matriz Brasileira de Serviços Ecológicos que tem mapeado desde 2004 mais de 2.000 iniciativas brasileiras com transações entre provedores e pagadores de serviços ambientais. Neste aspecto, a organização FOREST TRENDS elaborou um mapeamento das iniciativas das transações de serviços ambientais através da Matriz Brasileira de Serviços Ecológicos com a divisão dos serviços prestados pelos ecossistemas e em água, biodiversidade, carbono e serviços ecológicos múltiplos, podendo este último ser entendido como vários serviços ambientais transacionados na mesma área (FOREST TRENDS, 2015).

No presente momento, existem vários projetos de lei (PLs) relacionados ao tema, os quais foram objetos de estudo nesta pesquisa. Os referidos PLs estudados foram: o PL que regulamenta o pagamento por serviços ambientais no Brasil e também dispõe sobre a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) o (PL 792/2007), e os PLs que regulamentam a PNPSA (PL 5.487/2009 em trâmite na Câmara dos Deputados e os PLs do Senado – PLS 276/2013 e o PL 312/2015).

No entanto, considerando a necessidade de regulamentação desse importante instrumento econômico para o cenário jurídico, socioambiental e econômico, o tema ainda carece de maiores discussões. O objetivo deste trabalho foi estudar a possível existência da adicionalidade e outras lacunas para a melhor regulamentação do pagamento por serviços ambientais dos projetos de lei descritos anteriormente no Brasil, no âmbito das teorias econômicas de Pigou e Coase e da adequação aos princípios do direito ambiental aplicados ao tema (PL 792/2007, PL 5.487/2009, PLS 276/2013 e PL 312/2015).

2.1.2 Políticas e legislação federal no Brasil: a interface com o ecossistema

O Brasil possui avançado suporte legal sobre meio ambiente com várias leis sobre diversos temas inseridos na questão ambiental, tanto juridicamente consolidados quanto em processo de consolidação jurídica. No âmbito do Capítulo 5 da Constituição Federal do Brasil que trata sobre a ordem social é possível destacar a temática ambiental no art. 225:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Sendo possível destacar os parágrafos que diretamente relacionados ao PSA e seus respectivos incisos:

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II – preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III – definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

VII – proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

§ 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

§ 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

§ 5º São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas pelos Estados, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Neste sentido, acompanhando os processos históricos relativos à temática da legislação ambiental no Brasil é possível verificar a evolução das leis ao longo do tempo. Esta evolução da legislação ambiental no país ocorreu principalmente após Constituição de 1988. A Conferência denominada Rio 92, evento conhecido como Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrido na cidade do Rio de Janeiro em junho de 1992, também estimulou a criação de várias leis ambientais no Brasil.

A temática dos princípios discutida tanto em âmbito jurídico nacional quanto internacional e contém vários entendimentos sobre sua definição, aplicabilidade e distinção do conceito de regras dentro do direito. Assim, os princípios podem ser aplicados por meio de expressa previsão legal como princípios explícitos, ou de forma implícita sem estar previstos claramente no texto legal, fazendo com que exista uma divergência entre a menção expressa de determinado princípio em um dispositivo jurídico e sua observância efetiva.

Existem princípios aplicáveis de forma comum a todo o ordenamento jurídico, como por exemplo, o princípio da dignidade da pessoa humana que é uma das bases do ordenamento jurídico brasileiro. Os princípios dentro do direito ambiental com o objetivo de proteger o meio ambiente surgiram com as convenções internacionais na área ambiental. De

acordo com Nusdeo (2012) os principais princípios relacionados à Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais são: princípio da soberania permanente sobre os recursos naturais; princípio da função social da propriedade; princípio do desenvolvimento sustentável; princípio do protetor-recebedor; princípio da dignidade da pessoa humana e princípios da informação e da participação. O viés de cada princípio foi analisado com base nos aspectos dos referidos princípios que possuíram relação com o PSA.

a) Princípio da soberania permanente sobre recursos naturais

Refere-se ao embasamento do princípio da soberania na Constituição Federal contido nos princípios fundamentais, expressamente incluído no art. 1º se referindo basicamente à soberania política como independência nacional no governo do território e nas relações internacionais (NUSDEO, 2012; BIANCHI, 2013):

Art. 1º A República Federativa do Brasil, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal, constitui-se em Estado Democrático de Direito e tem como fundamentos:
I - a soberania. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Também pode ser encontrado no mesmo documento legal, mas agora incluído na ordem econômica e financeira, precisamente nos princípios gerais da atividade econômica, podendo ser identificado no trecho:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:
I - soberania nacional. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

As abordagens acima referentes à soberania tratam o tema considerando a soberania política do Estado e também consideram a abordagem econômica e financeira relacionada ao tema, conforme Grau (2010) e Silva (2008) apud Nusdeo (2012). A soberania política e econômica relacionadas ao meio ambiente surgiu na década de 1960 e 1970 no âmbito de países desenvolvidos e subdesenvolvidos, no sentido dos privilégios de exploração do capital natural após ocorrido o processo de descolonização por empresas multinacionais entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos no século XX (MOISÉS, 1998 apud NUSDEO 2012; SAMPAIO et al., 2003).

A aprovação da “Declaração da Nova Ordem Econômica Mundial” pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1974 possuiu diversas reivindicações entre elas a cooperação

econômica internacional e a soberania permanente do Estado sobre os seus recursos naturais (NUSDEO, 2012). Para a autora, isso pode ser evidenciado principalmente pela contraposição à ideia já ultrapassada da exploração de determinados recursos naturais como recursos comuns perante todas as nações, a exemplo recursos genéticos e a biodiversidade, afirmado através do Princípio 2 da Declaração do Rio de Janeiro e no Preâmbulo da Convenção da Diversidade ambas ocorridas em 1992.

Alguns exemplos para os direitos dos Estados de explorarem seus recursos naturais podem ser elucidados na Convenção denominada Rio 92 e na Convenção da Biodiversidade Biológica (CDB), também ocorrida naquele ano (NUSDEO, 2012; SAMPAIO et al., 2003). Neste sentido, os Estados participantes destas Convenções se posicionaram a respeito do direito soberano da exploração dos recursos naturais dentro de suas próprias políticas públicas internas, elevando a discussão sobre a temática ambiental dentro de suas políticas, modos de produção e relações entre países.

Em relação à política de pagamento por serviços ambientais, Nusdeo (2012) enfatiza que sua criação não põe em risco a soberania do Estado brasileiro, considerando que muitas das transações econômicas seriam realizadas no âmbito interno. Para possíveis transações em nível externo, no âmbito das negociações internacionais referentes ao clima, o Brasil na categoria de país submetido ou não as metas obrigatórias de redução de emissões por desmatamento ou degradação (REDD+) não necessitaria de controle por parte do comprador do serviço ambiental sobre a área do projeto. Sendo então somente necessária a verificação e monitoramento do serviço ambiental proposto pelo projeto, através da auditoria credenciada a um órgão como a United Nations Framework Convention on Climate Change a fim de verificar somente a redução de emissões (UNFCCC) (NUSDEO, 2012).

b) Princípio da função social da propriedade

No princípio da função social, o direito de propriedade nada mais é do que a crença de que a propriedade em si exerce uma função, e não somente a função agrícola ou agrária como no Código Civil de 1916, que retratava a sociedade brasileira composta pela maior parte da população residindo em áreas rurais (MILARÉ, 2005). A função social da propriedade de acordo com Attanasio Jr. (2015) precisa resultar no atendimento concomitante tanto das necessidades individuais do proprietário quanto do restante da sociedade, sem negligenciar o compromisso com o meio ambiente.

No sentido do meio ambiente urbano, e considerando-se aqui os serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, Milaré (2005) enfatiza que a função social da propriedade urbana pode ser encontrada na Constituição Federal descrita no artigo 182, dentro do capítulo 2 que se refere à política urbana:

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Para Milaré (2005), a questão da função social da propriedade é tratada como função social e ambiental da propriedade no sentido de satisfazer não somente a função social, mas também a finalidade ambiental de garantia de provisão dos recursos naturais disponíveis e à preservação do meio ambiente em âmbito rural ou urbano. Neste sentido a lei 10.257/2001 faz referência à regulação dos artigos 182 e 183 da Constituição Federal que dispõe sobre a política urbana e estabelece diretrizes gerais da política urbana.

Na Constituição Federal o princípio da função social da propriedade rural é encontrado no Capítulo 3 que trata da Política agrícola e fundiária e da reforma agrária:

Art. 186. A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos:

I - aproveitamento racional e adequado;

II - utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;

III - observância das disposições que regulam as relações de trabalho;

IV - exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Esta passagem na Constituição Federal se refere à função social da propriedade com relação à propriedade rural, sendo possível destacar a utilização adequada dos recursos naturais disponíveis para a preservação ambiental. Neste sentido, Nusdeo (2012) completa que o direito sobre propriedades rurais tem fundamentação na preservação ambiental e na proteção dos trabalhadores.

Conforme evidenciado através da Constituição Federal de 1988 em seu art. 5º é garantida a propriedade privada, atendida a sua função social. Para Granziera (2009) a evolução histórica ocorrida com o conceito da propriedade em si revela uma transição a partir

do exercício pleno do modo de compartilhar benefícios e garantir a não ocorrência de danos a terceiros.

Neste sentido também pode ser observada a relação entre a função social da propriedade para grandes e pequenos proprietários rurais e a preservação ambiental. Este fato se deve à relação entre a conservação ambiental do meio ambiente enquanto bem de direito difuso e demais atributos amparados pela função social da sociedade apresentam para um cenário de grandes propriedades rurais em comparação com cenários de pequenas propriedades rurais.

Para Granziera (2009) que coloca a questão da função social da propriedade evidenciada também pelo Código civil, em seu art. 1.228 parágrafo 1º e enfatiza que “o direito de propriedade deve ser exercido em consonância com suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.” Neste sentido, considerando as finalidades econômicas distintas entre grandes e pequenas propriedades pode se perceber a relação de maior profundidade entre as pequenas propriedades e a função social da terra.

A relação entre a função social em pequenas propriedades pode ser confirmada pela existência de políticas de acesso à terra, como por exemplo a reforma agrária. Esse fato conferiu ao longo do tempo o cumprimento do dever do Estado de assegurar condições dignas de sobrevivência às populações em pleno acordo com a função social da propriedade.

Para Nusdeo (2012) é necessário identificar também as limitações relacionadas à liberdade de uso e a ocupação, podendo modificá-la ou alterar o significado de função social. Como exemplo de limitações, Nusdeo (2012) cita as restrições, desapropriações e servidões, baseadas no direito público, direito privado, interesse público e poder de polícia.

A relação do Novo Código Florestal com a ocorrência adequada da função da propriedade é dada através das normas de uso do meio ambiente considerando as possibilidades de utilização correta para a manutenção das funções ecossistêmicas equilibradas (NUSDEO, 2012; MILARÉ, 2005). Neste sentido é importante que a função social da propriedade esteja em conformidade com preservação ambiental, sobretudo para as propriedades rurais que atuam como grandes vertedouros de serviços dos ecossistemas.

No entanto, existe uma oposição de ideias entre pagamento por serviços ambientais e a obrigatoriedade de preservação do meio ambiente no sentido do pagamento estar sendo realizado em áreas onde ocorre a obrigatoriedade da preservação do meio ambiente, como

áreas de preservação permanente ou reservas legais, e este fato tem configurado item de grande discussão a respeito do tema. Para Nuesdo (2012) isto pode ocorrer pela obrigatoriedade de preservação dos recursos naturais para a obtenção do pagamento por serviços por eles prestados, sendo vedado pagamento por serviços ambientais em áreas com obrigatoriedade legal de conservação, mas ocorrem casos em que a preservação ambiental é maior do que a área exigida legalmente e que promovem acréscimo na provisão de serviços ambientais, como, por exemplo, a estocagem de carbono pelas florestas e a elevada biodiversidade na região.

De acordo com Nusdeo (2012) o cumprimento da função social da propriedade deve ser assegurado pelo poder público. No contexto ambiental da função social da propriedade, Abramovay (2010) destaca que as atividades predatórias de extração madeireira e agropecuárias insustentáveis necessitam ser desestimuladas ao passo que a legislação ambiental precisa ser rigorosamente imposta. Neste sentido Nusdeo (2012) complementa a ideia defendida por Abramovay (2010) no sentido de estimular à utilização de medidas complementares a função social da propriedade.

c) Princípio do desenvolvimento sustentável

O termo desenvolvimento sustentável surge com a apresentação do Relatório Brundtland também intitulado como Nosso Futuro Comum em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU. O tema de desenvolvimento sustentável foi alvo de várias convenções e tratados internacionais, podendo ser citadas a Rio 92 e a Rio+20, ambas ocorridas na cidade do Rio de Janeiro, sendo que a última convenção reforçou a falta de governança ambiental em nível mundial (ATTANASIO Jr., 2015). O entendimento sobre desenvolvimento sustentável pode ser compreendido como a sobrevivência das atuais gerações sem o comprometimento da possibilidade de desenvolvimento das gerações futuras, de acordo com o relatório Brundtland.

Recentemente, surgiram os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) compostos por 17 objetivos com 169 metas. Esses objetivos pretendem ser atingidos até 2030 dentro de um plano para prosperidade, pessoas, paz, parcerias e o planeta (cinco P's da agenda 2030) envolvendo parcerias e stakeholders de todos os países com intenções universais e ações regionais e locais.

Os ODS elencados pela ONU são:

- (I) Acabar com a pobreza em todas as formas e lugares;

- (II) Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição;
 - (III) Assegurar uma vida sustentável e promover o bem-estar para todos;
 - (IV) Garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade;
 - (V) Alcançar a igualdade de gênero, empoderar todas as mulheres e meninas;
 - (VI) Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água;
 - (VII) Garantir acesso à energia barata, confiável e sustentável;
 - (VIII) Promover o crescimento sustentado, inclusivo e sustentável;
 - (IX) Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva;
 - (X) Reduzir a desigualdade entre os países e dentro deles;
 - (XI) Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros e resilientes;
 - (XII) Assegurar padrões de consumo e produção sustentável;
 - (XIII) Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima;
 - (XIV) Conservar e promover o uso sustentável dos oceanos;
 - (XV) Proteger, recuperar e promover o uso sustentável das florestas;
 - (XVI) Promover sociedade pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável;
 - (XVII) Fortalecer os mecanismos de implementação e revitalizar a parceria global.
- (ONU, 2015)

No Brasil, o marco legal com referência ao desenvolvimento sustentável pode ser evidenciado na Constituição Federal, através do artigo 225:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

O meio ambiente a partir deste marco histórico em 1987, começa a se preocupar com o consumo exaustivo dos recursos naturais e a preocupação com as gerações futuras, através da intergeracionalidade começa a despontar como uma alternativa de um novo modelo de desenvolvimento. A preocupação com a intergeracionalidade é facilmente identificada na Constituição Federal e foi uma das premissas ao se tratar sobre desenvolvimento sustentável no relatório Brundtland (NUSDEO, 2012).

Para Nusdeo (2012), a presença de fatores econômicos ou sociais pode se sobressair em relação aos fatores ambientais em empreendimentos, atividades, projetos e ações com o slogan “sustentável” somente por acréscimo econômico ou social na atividade devido à fragilidade e falta de clareza quando a definição do significado de sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável.

Para uma melhor adequação entre a área ecológica, ambiental e social, Nusdeo (2012) relata a existência de um modelo construído baseado em âmbito ecológico no qual economia e sociedade podem ser apoiadas. Para a autora, usando este modelo poderiam ocorrer mudanças entre a ordem econômica e social advindas de questões ecológicas e garantindo a intergeracionalidade, não sendo as questões ambientais sobreexploradas pelas questões econômicas ou sociais.

A relação existente entre o pagamento por serviços ambientais e o princípio do desenvolvimento sustentável é verificada através do sentido do termo desenvolvimento sustentável podendo ser entendido pela dimensão ambiental através da proteção do meio ambiente, sem considerar, por exemplo, o viés econômico e social do termo (NUSDEO, 2012). No âmbito da regulamentação do pagamento por serviços ambientais que é vinculada ao princípio do desenvolvimento sustentável, necessita ser considerado principalmente o viés ambiental, no sentido restrito do termo, uma vez que para uma regulamentação e implementação legal eficaz do pagamento por serviços ambientais não se deve haver sobreposição dos valores sociais ou econômicos sobre o meio ambiente.

Nusdeo (2012) evidencia que quando consideradas as questões relativas à equidade é possível a coexistência com as temáticas tanto ambientais quanto sociais, desenvolvendo os pilares de sustentação para novas dimensões a serem incorporadas no contexto do desenvolvimento sustentável perante o pagamento por serviços ambientais. Neste sentido as políticas públicas relativas ao meio ambiente, precisam ser baseadas no princípio do desenvolvimento sustentável, sobretudo as relativas ao pagamento por serviços ambientais, onde o fator social como a equidade pode ser decisiva para a priorização na celebração de contratos entre fornecedores e recebedores dos serviços ambientais estabelecidos em determinada área.

d) Princípio do protetor-recebedor

Para os fornecedores de ações que visem auxiliar ou já auxiliem de forma a gerar acréscimo nos serviços ambientais fornecidos pela natureza, uma contribuição na forma de pagamento tem começado a ser discutida no âmbito do princípio do protetor recebedor constituindo um dos princípios fundamentadores dos serviços ambientais (NUSDEO, 2012; RIBEIRO, 2014). É também necessário destacar o princípio do usuário-pagador e o princípio do poluidor-pagador, pois geralmente são feitas comparações entre estes princípios.

Quando o princípio do protetor-recebedor é comparado ao princípio do poluidor-pagador, o segundo se refere à criação de atividades obrigatórias para que os causadores da poluição sejam restringidos e limitados de realizar atividades de exploração lesivas ao meio ambiente podendo, caso não sejam cumpridas as determinações legais, pagar multas, reparar os danos e responder nas esferas administrativa e criminal pelos danos causados ao meio ambiente (RIBEIRO, 2014). Para Nusdeo (2012) há uma internalização dos preços monetários das medidas mitigadoras da poluição nos preços dos bens e serviços causadores da poluição,

cabendo aos usuários dos recursos ambientais o pagamento da internalização dos preços baseados em suas medidas mitigadoras de impacto no meio ambiente havendo então o pagamento pela utilização os recursos ambientais por parte dos usuários-pagadores, como ocorre, por exemplo, na cobrança pelo uso da água, etc.

O princípio do usuário-pagador, pode ser descrito por Ribeiro et al. (2014) como sendo o utilizador ou quem possui os bens e serviços produzidos pelo poluidor-pagador quando entendido dentro do contexto do poluidor-pagador. Este princípio também pode ter seu entendimento individual, como sendo a utilização autorizada do uso dos recursos naturais, dentro das especificações (normas e padrões legais) com o pagamento pela sua utilização privada de um recurso público, pela escassez e não pela utilização ilegal (GRANZIERA, 2009 apud RIBEIRO, 2014).

De acordo com Attanasio Jr. (2015) o princípio do protetor-recebedor é dotado de novidade e inovação no cenário jurídico das políticas ambientais brasileiras uma vez que além dos ideais de proibição e repressão de condutas lesivas ao meio ambiente, o direito também precisa orientar os comportamentos individuais e sociais utilizando estímulos e incentivos, no caso do PSA para que os produtores atuem como protetores dos serviços ambientais fornecidos e possam receber por esta atividade. É no âmbito das externalidades positivas remuneradas pelo pagamento por serviços ambientais que o princípio do protetor-recebedor é colocado em prática (NUSDEO, 2012).

Sendo assim, de acordo com o princípio do protetor-recebedor, o indivíduo que realizou práticas no âmbito da conservação dos serviços ambientais gerando externalidades positivas é passível de recebimento pela execução dessas práticas que promoveram a melhoria do meio ambiente. Como exemplos brasileiros podem ser destacados o Programa Proambiente, Programa Conservador de Águas desenvolvido pelo município de Extrema, Programa Produtor de Águas proposto pela Agência Nacional de Águas entre outros, enquanto em âmbito internacional podem ser citados os programas de pagamento por serviços ambientais de Nova York, México e Costa Rica (RIBEIRO, 2014).

A previsão normativa deste princípio pode ser encontrada também na Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e em seu artigo 6º que faz consideração ao princípio do protetor-recebedor. Para Attanasio Jr. (2015) no artigo 44 da PNRS é estabelecido que a União, Estados, Distrito Federal e Municípios considerando o âmbito de suas competências poderão implementar normas sobre conferir incentivos fiscais, de crédito ou financeiros sendo respeitadas as limitações da Lei Complementar nº 101/2000

que dispõe sobre a Lei de Responsabilidade Fiscal. Para Attanasio Jr. (2015) em âmbito municipal a provisão de incentivos econômicos aos consumidores que integrem o sistema de coleta seletiva é permitida conforme legislação municipal item também previsto na PNRS em seu artigo 35, incisos I e II em parágrafo único da Lei.

No entanto, existem falhas de valoração não somente ligadas ao pagamento por serviços ambientais, mas também ao princípio do protetor-recebedor, seja pelo processo de desenvolvimento e aprimoramento dessas técnicas ou também pela não existência de quantificação monetária completa para valoração ambiental (NUSDEO, 2012). A sobreexploração da pesca no meio ambiente para alimentação humana causa prejuízo para as comunidades locais dependentes da alimentação específica daquelas espécies pesqueiras que deverão esperar até o reestabelecimento da população ao longo dos anos. No entanto, considerando fatores como mudanças climáticas, acidificação de oceanos ou interferência antrópica com impacto negativo na reestruturação dessa população pesqueira, existe dificuldade de quantificação para valoração ambiental completa da pesca naquela região em função do grau de complexidade dos impactos (NARDOTO, 2011).

Embora os instrumentos econômicos devam funcionar de forma conjunta aos instrumentos de comando e controle de forma complementar e não excludente essa relação de condicionalidade nem sempre acontece. Neste sentido, para Hupffer et al. (2011) no âmbito dos princípios de direito ambiental relativos ao pagamento por serviços ambientais, o princípio do protetor-recebedor atua como possibilidade de utilização dos instrumentos econômicos em relação aos instrumentos normativos ou instrumentos de comando e controle frente a efetivação da tutela sobre os serviços ambientais.

Considerando o pagamento por serviços ambientais e o princípio do protetor-recebedor, a proposta de pagamento é retirar os custos total ou parcialmente por parte da pessoa que preserva, a exemplo, o proprietário rural que preserva suas matas em quantidade maior do que o exigido por lei, permitindo o ganho pela preservação e opondo-se ao princípio do poluidor-pagador e do usuário-pagador (NUSDEO, 2012). Nesse sentido, práticas de conservação de recursos naturais, em propriedades rurais, sobretudo assentamento rurais da reforma agrária, populações tradicionais e indígenas necessitam ser reconhecidas por auxiliar na proteção e conservação dos ecossistemas e dos serviços ambientais por eles fornecidos e conservados sob a ótica do princípio do protetor-recebedor.

e) Princípio da dignidade da pessoa humana

Considerando o exposto por Antunes (2014) a dignidade de pessoa humana nada mais é do que o núcleo da ordem jurídica democrática, sendo neste sentido um princípio central dentro das temáticas jurídica e ambiental. Na Constituição Federal o princípio da dignidade da pessoa humana pode ser evidenciado pelo trecho contido nos princípios fundamentais:

Art. 1º A República Federativa do Brasil, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal, constitui-se em Estado Democrático de Direito e tem como fundamentos:

III - a dignidade da pessoa humana (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Também pode ser encontrada na parte referente à ordem econômica e financeira, contido nos princípios gerais da atividade econômica:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Para Andrade (2004) o princípio da dignidade da pessoa humana é capaz de evocar todas as normas jurídicas e, neste sentido, como destacado por Nusdeo (2012) atitudes do poder público nacional podem ser cobradas visando a assegurar a dignidade da pessoa humana. Para Antunes (2014) o reconhecimento internacional do princípio da dignidade humana está resguardado pelos princípios 1 e 2 da Declaração de Estocolmo, divulgada em 1972 na Suécia e reafirmadas 20 anos depois na Rio 92. Neste sentido os dois princípios da Declaração de Estocolmo que podem ser ressaltados são:

Princípio 1

O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras. A este respeito, as políticas que promovem ou perpetuam o *apartheid*, a segregação racial, a discriminação, a opressão colonial e outras formas de opressão e de dominação estrangeira são condenadas e devem ser eliminadas.

Princípio 2

Os recursos naturais da terra incluídos o ar, a água, a terra, a flora e a fauna e especialmente amostras representativas dos ecossistemas naturais devem ser preservados em benefício das gerações presentes e futuras, mediante uma cuidadosa planificação ou ordenamento. (DECLARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DA ONU SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO, 1972).

Este princípio da dignidade da pessoa humana se relaciona ao pagamento por serviços ambientais com base no âmbito social, sobretudo pela equidade e pela grande demanda (NUSDEO, 2012). Baseado pelo princípio da dignidade humana na Constituição que deve ser considerado uma obrigação a ser cumprida pelas políticas, programas e projetos de pagamento por serviços ambientais a ser implementado, o PSA não é caracterizado pela participação

coercitiva uma vez que a participação das pessoas neste programa acontece de forma voluntária (TOZZI, 2015; WUNDER, 2005).

Considerando a questão da dignidade humana baseada na equidade dentro do pagamento por serviços ambientais, esse princípio será praticado em políticas de pagamento por serviços ambientais quando a equidade for considerada, sobretudo nas formas das transações de serviços ambientais e onde possam ocorrer melhorias na equidade por parte do pagamento por estes serviços para populações tradicionais, assentamentos rurais e demais grupos vulneráveis como populações extrativistas, entre outros (NUSDEO, 2012). Neste sentido a participação da população precisa ocorrer ainda na tramitação dos PLs referentes ao PSA, tendo em vista que é neste momento que podem ser feitas alterações no texto do documento, caso sejam necessárias visando melhorias tanto na temática da equidade social quanto em outras áreas de atuação e do conhecimento.

f) Princípios da informação e da participação

Conforme lembrado por Attanasio Jr. (2015) a participação da sociedade aparece como um dos fundamentos do Estado Democrático de Direito, podendo ser exemplificada em fundamentação jurídica pela Constituição Federal em seu artigo 1º na Seção dos Direitos Fundamentais:

Art. 1º A República Federativa do Brasil, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal, constitui-se em Estado Democrático de Direito e tem como fundamentos:

I - a soberania;

II - a cidadania

III - a dignidade da pessoa humana;

IV - os valores sociais do trabalho e da livre iniciativa;

V - o pluralismo político.

Parágrafo único. Todo o poder emana do povo, que o exerce por meio de representantes eleitos ou diretamente, nos termos desta Constituição. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

De acordo com Attanasio (2015), a participação em sentido mais adequado faz referência aos processos de tomada de decisão envolvendo a temática ambiental, e é condicionada pela garantia do direito à informação relativa à temática ambiental a ser submetida às análises pela sociedade. Para Nusdeo (2012) os princípios de informação e participação do direito ambiental, diferem entre si embora estejam relacionados, e possuem significado jurídico idêntico ao significado da linguagem atual. Os princípios da informação e participação podem ser encontrados na legislação brasileira também na Constituição Federal no artigo 5º:

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

XIV - é assegurado a todos o acesso à informação e resguardado o sigilo da fonte, quando necessário ao exercício profissional;

XXXIII - todos têm direito a receber dos órgãos públicos informações de seu interesse particular, ou de interesse coletivo ou geral, que serão prestadas no prazo da lei, sob pena de responsabilidade, ressalvadas aquelas cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

O entendimento advindo dos incisos anteriores é relativo à garantia do acesso a informação e direito de recebimento de informações dos órgãos públicos fundamentais em um regime democrático. O artigo 225 da Constituição Federal também pode ser observado com relação a estes dois princípios:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Este artigo deixa assegurado no âmbito da temática ambiental, a questão do licenciamento ambiental e do estudo de impacto ambiental com relação à publicidade das informações sobre o empreendimento a ser realizado. O inciso IV pode ser melhor explicado considerando a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), mais especificamente lei 6.938/1991.

Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Art 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente; (BRASIL, LEI FEDERAL 6.938/1981).

A lei 6.938/1991 faz referência à criação do Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA). Esse sistema foi instalado dentro da política de Informação do Ministério do Meio Ambiente, conforme Portaria nº 160 de 19 de maio de 2009 possuindo como finalidade o compartilhamento de informações entre os diversos sistemas existentes na temática ambiental.

Outra norma legal que pode ser citada com relação ao acesso a informação mais especificamente é a lei 12.527/2011 que regula o acesso a informações previsto no inciso

XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do artigo 37 e no § 2º do artigo 216 da Constituição Federal. A lei de citada anteriormente trata basicamente da regulamentação do acesso à informação, quais serão as questões de sigilo e por quem a informação poderá ser acessada. Para Nusdeo (2012), o princípio da participação pode ser entendido como garantia de participação em processos de tomada de decisão relativos à temática do meio ambiente. Por sua vez o princípio da informação, com base no fornecimento de informações considerando a questão ambiental, pode colaborar para a mobilização da sociedade e promover a participação, por meio do princípio de participação.

Com relação ao pagamento por serviços ambientais e o princípio da informação, Nusdeo (2012) coloca como possibilidade dentro do contexto de uma política nacional de serviços ambientais a questão da transparência e informação perante a sociedade civil no contexto das transações dos serviços ambientais, como, por exemplo, os valores e critérios dos programas existentes, a fórmula de cálculo, regras para escolha dos provedores, escolha das metodologias de cálculo dos pagamentos, contratos, etc. Para Nusdeo (2012), o esclarecimento sobre o funcionamento do contrato entre provedores e compradores de PSA no âmbito das transações comerciais destes serviços é necessário para o entendimento das obrigações e demais compromissos, devendo ocorrer para os interessados em projetos nesta área de abrangência.

O princípio da participação visa garantir aos provedores dos serviços ambientais, sobretudo os mais vulneráveis como os pequenos agricultores e as populações indígenas e tradicionais, espaço para se manifestarem, sobretudo com relação aos benefícios fornecidos pelo PSA (NUSDEO, 2012). Dessa forma, a sociedade tão bem informada quanto educada é capaz de modificar seus costumes e hábitos contribuindo para redução das desigualdades (ATTANASIO Jr., 2015).

No princípio da participação é importante ressaltar que caso não haja informação ou haja assimetria nas informações presentes, o processo participativo pode não ocorrer de forma igualitária ou socialmente justa, prejudicando a obtenção dos resultados almejados. Uma vez que as informações são presentes de forma satisfatória e simétrica, a relação entre princípio da informação e princípio da participação ocorre, de forma complementar.

2.1.3 Aspectos legais relativos ao PL de PSA e aos PLs da PNPSA

A aprovação da nova lei de florestas (Lei 12.651/2012) em substituição ao antigo código florestal (Lei 4.771/1965) trouxe várias modificações para a temática do meio

ambiente no Brasil. Diversos instrumentos de comando e controle como decretos, políticas ambientais, entre eles as leis ambientais e os projetos de lei de que trata este capítulo fazem referência tanto aos serviços ambientais quanto ao pagamento por serviços ambientais. Neste sentido, considerando o conjunto de leis e decretos em âmbito federal relacionados ao PSA podem ser destacadas as seguintes iniciativas legais existentes conforme a tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Iniciativas legais existentes relacionadas aos PLs de PSA e PNPSA

Bloco de Análise	Descrição	Tema
Programa de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal	Projeto de Lei 3.134/2008	Programa Nacional de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal.
Fundo Clima	Lei 12.114/2009	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.
	Decreto 7.343/2010	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Regulamento).
Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde	Decreto 7.572/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde (Regulamento).
	Lei 12.512/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais.
Sistema Nacional de REDD+	Projeto de Lei do Senado 212/2011	Sistema Nacional de REDD+.
	Projeto de Lei da Câmara 195/2011	Sistema Nacional de REDD+.
PSA (Art.41. Inciso I)	Lei 12.651/2012	Novo Código Florestal
Art. 47 e Art. 48	Lei 9.985/2000	Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)
Plano Nacional de Recursos Hídricos	Lei 9.433/1997	Política Nacional de Recursos Hídricos
Crimes Ambientais e Fundos	Lei 9.605/1998	Institui a lei de Crimes Ambientais

Adaptado de Santos et al. (2012a) e Guedes e Seehusen (2011)

Também podem ser identificados alguns projetos de lei anexados ao PL de PSA (PL 792/2007) assim como ao PL da PNPSA (PL 5.487/2009) descrito na tabela 2.2:

Tabela 2.2 – Projetos de Lei apensados aos PLs de PSA

Bloco de Análise	Descrição	Tema
Política Nacional de PSA	Projeto de Lei 5.487/2009	Institui a Política Nacional de PSA
Bolsa Verde	Projeto de Lei da Câmara 1.190/2007	Programa Nacional Bolsa Verde

Tabela 2.2 – Projetos de Lei apensados aos PLs de PSA

Bloco de Análise	Descrição	Tema
Recompensa Ambiental	Projeto de Lei da Câmara 1.999/2007	Programa Nacional de Recompensa Ambiental
Crédito Verde	Projeto de Lei da Câmara 2.364/2007	Programa de Crédito Ambiental de Incentivo aos Agricultores Familiares e Produtores Rurais - Crédito Verde
Bolsa Natureza	Projeto de Lei da Câmara 1.667/2007	Programa Bolsa Natureza
Programa Renda Verde	Projeto de Lei da Câmara 1.920/2007	Programa de Assistência aos Povos da Floresta - Programa Renda Verde
Sistema Nacional de Crédito Rural	Projeto de Lei da Câmara 6.005/2009	Dispõe sobre a inclusão entre os objetos dos financiamentos pelo Sistema Nacional de Crédito Rural, de sistemas de produção nas formas especificadas, que resultem em benefícios ambientais
Programa Bolsa Floresta	Projeto de Lei da Câmara 5.528/2009	Programa Bolsa Floresta
Fundo Nacional de Meio Ambiente	Projeto de Lei da Câmara 6.204/2009	Alterações no Fundo Nacional de Meio Ambiente
Bolsa Florestal	Projeto de Lei da Câmara 7.061/2010	Programa Bolsa Florestal para Agricultura Familiar

Fonte: Santos et al. (2012a); Guedes e Seehusen (2011).

De acordo com Cunha (2015) o cenário institucional para o sucesso dos programas de PSA precisa ser o mais amplo possível, observando não somente a abrangência territorial, mas a flexibilização das normas sobre a área de atuação dos PSAs. O autor também evidencia que poucos estudos fazem referência além da abrangência territorial em conjunto com a flexibilização das normas sobre a área dos PSAs na atualidade.

As principais leis com relação ao PSA são em sua maioria leis que contemplam a temática da redução das emissões por desmatamento e degradação (REDD+). Podem ser citadas como exemplo as leis relativas ao Fundo Nacional do Clima e ao Sistema de REDD+, lei 12.144/2009, decreto 7.343/2010, lei 212/2011 e lei 195/2011 respectivamente (SANTOS et al., 2012a).

A legislação citada anteriormente em específico a Lei 12.144/2009 foi aprovada ainda em 2009, enquanto o decreto 7.343/2010 foi aprovado em 2010, o PL 212/2011 está em fase de tramitação na Comissão de Assuntos Econômicos do Senado Federal e a Lei 195/2011 está

arquivada na Câmara dos Deputados até o presente momento. Neste contexto, as principais iniciativas legais relacionando a sistemática de REDD+ e PSA estão aprovadas ou em processo de tramitação dentro do Senado Federal.

Nos PLs apensados ao PL 792/2007 é possível observar que a maioria é relativa ao pagamento por serviços ambientais de origem florestal. Os PLs anexados não incluem somente a previsão para o pagamento, mas fazem relação a outras palavras utilizadas para referência financeira, como bolsa, assistência, crédito e recompensa ambiental.

Embora a discussão sobre PSA tenha se desenvolvido em áreas como políticas públicas ambientais e economia, o mesmo não pode se dizer para os aspectos jurídicos, que ainda necessitam de um maior debate quanto a sua implementação (NUSDEO, 2013). Isto torna a transversalidade no debate entre as áreas jurídica, ambiental e social necessária sob o ponto de vista, por exemplo, da adicionalidade no pagamento por serviços ambientais conjuntos, ou sobre a melhor definição a ser utilizada entre serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos, considerando a oferta sistêmica dos bens ambientais.

2.1.4 Instrumentos econômicos e pagamento por serviços ambientais

Os conceitos básicos de economia podem ser exemplificados por dois dos princípios de otimização, no qual o indivíduo escolhe o produto que melhor satisfaz suas necessidades e o princípio de equilíbrio onde os preços são ajustados até o ponto de igualdade entre oferta e demanda. Estes princípios possuem relação com o preço em equilíbrio quando a quantidade ofertada é a mesma quantidade demandada de um mesmo bem (PORRAS et al., 2008; VARIAN, 1994).

Neste sentido as ações dos agentes são escolhidas baseadas no melhor comportamento sendo compatível entre outros agentes criando o máximo da utilidade das firmas e de forma resultante o lucro, considerando um mercado livre de ocorrência, o que nem sempre ocorre. A situação econômica pode ser considerada eficiente de acordo com o ótimo de Pareto quando não houver mais possibilidade de melhoria para algum grupo de indivíduos sem denegrir outros grupos, sendo então este conceito utilizado na avaliação de diferentes opções de alocação de recursos (VARIAN, 1994).

Outro ponto, elencado por Rosenberg (2012) é que embora haja alocação eficiente de recursos no mercado não necessariamente é garantida a justiça social ou são observados os critérios éticos. Os mercados lidam com o problema da escassez ou limitação de recursos e a capacidade de produção de bens e serviços é dependente destes recursos limitados que

também podem se tornar escassos. Sendo assim, a sociedade contém alguns problemas relativos à produção, como qual produto produzir, como e para quem produzir ou como distribuir mercadorias ao longo do tempo e continuar promovendo a manutenção e crescimento do sistema produtivo que em um sistema econômico livre de empresas, ou seja, onde o governo não intervém, os problemas são regulados pelo mecanismo de preços (SALVATORE, 1977).

Para Varian (1994) a função de bem-estar conhecida por ser a junção das diferentes utilidades dos consumidores, na medida em que esta função se torna crescente na utilidade individual, o ótimo de Pareto será alcançado, e então ocorre a maximização de alguma função do bem-estar. Mas, quando não há alocação eficiente dos recursos, há também a possibilidade de melhoria de bem-estar de um agente único sem comprometer a perda de utilidade dos demais agentes, embora o bem-estar social não esteja sendo maximizado como destacado por Rosenberg, (2012).

Como salientado por Rosenberg (2012), na ausência das condições para o bem-estar social e alocação de recursos nos mercados, os preços podem não sinalizar a escassez dos bens e serviços, contribuindo para que o equilíbrio de mercado não seja eficiente. De acordo com Rosenberg (2012) considerando esta situação, o bem ou serviço pode ser alvo de consumo em menor ou maior quantidade em relação ao seu nível ótimo. O autor também destaca que embora um bem esteja em escassez, este fator pode não resultar no aumento de seu preço relativo, como o que ocorre na maioria dos mercados de bens e serviços ambientais, os preços não contemplam a crescente escassez perante a sociedade.

Neste sentido, quando os mercados não são eficientes em decorrência de determinadas condições onde os mecanismos de mercado operam de forma ineficiente ocorrem as falhas de mercado ou quando os custos ou benefícios ocorrem fora do sistema de preços (ROSENBERG, 2012; NUSDEO, 2013). Há ocorrência das falhas de mercado quando a livre iniciativa através da concorrência regula o preço, resultando algumas vezes em respostas econômicas não eficientes ou não desejadas pelo ponto de vista social (ROSSETTI, 2003). O que geralmente provoca uma falha de mercado podem ser as informações incompletas dos agentes econômicos, altos custos de transações, existência de externalidades e existência de estruturas de mercado como concorrência imperfeita (MEIRELLES, 2010).

No âmbito da economia do bem-estar, que considera um mercado livre e competitivo, o resultado será sempre a eficiência e a ausência de externalidades. Mas no âmbito das falhas de mercado causadas por situações de dificuldades de alocação dos recursos econômicos no

mercado algumas falhas de mercado como os mercados inexistentes ou incompletos, as informações assimétricas, o comportamento não competitivo e as externalidades podem ser encontradas (VARIAN, 1994; ROSENBERG, 2012).

Para Varian (1994) a definição das externalidades de consumo consiste na preocupação por parte do consumidor com a produção ou consumo realizado por outro agente, enquanto Salvatore (1977) define externalidade como sendo a divergência entre custos particulares e custos sociais ou também entre lucros particulares e lucros sociais, onde nestes casos de mercado deficiente a procura pelo lucro particular não resulta no bem-estar social máximo embora exista concorrência para todos os mercados. Em outras palavras, as externalidades podem ser conceituadas como ações de agentes cujos efeitos são explícitos em terceiros, mas sem que a devida compensação seja realizada pelo respectivo agente produtor podendo ser citado a exemplo de externalidade negativa a poluição ambiental advinda da operação das fábricas e, de externalidade positiva os serviços ambientais gerados pela preservação das florestas, como o estoque de carbono e a manutenção do ciclo hidrológico (NUSDEO, 2013).

Para Solow (1974) a existência dos recursos ambientais como florestas, recursos minerais e outros ativos ambientais têm regulado a sua exploração. O aumento da necessidade de uso dos recursos naturais ao longo dos anos tem evoluído consideravelmente, principalmente quanto ao uso de matérias-primas não renováveis, tornando alguns recursos ambientais passíveis de escassez.

Neste sentido, devido ao baixo preço e uso indiscriminado destes produtos que poderiam ser conservados para a utilização pelas futuras gerações, a sobre-exploração ocorre rapidamente, causada principalmente pelo baixo preço e rapidez na utilização destes bens, sobretudo entre os momentos de produção e consumo (SOLOW, 1974). Neste sentido projetos que colaborem para a preservação dos recursos naturais podem contribuir com os princípios do desenvolvimento sustentável como estratégia de conservação de recursos ou bens ambientais no médio e longo prazo para as civilizações.

As externalidades possuem a característica da intertemporalidade, que consiste na possibilidade do bem-estar de agentes futuros estar sendo afetado pelo consumo de outros agentes na atualidade, podendo ser exemplificado pelo uso excessivo dos recursos naturais com a possibilidade de inviabilizar o bem-estar das futuras gerações de usufruí-los. Neste sentido a valoração ambiental pode contribuir para que os serviços ambientais, vistos como externalidades positivas possam ser passivos de retribuição pela sua conservação,

considerando o seu uso pelas futuras gerações (ROSENBERG, 2012; NUSDEO, 2013). Como afirmado por Rosenberg (2012), em relação ao equilíbrio com a presença de externalidade positiva o mercado irá realizar a oferta de determinado bem ou serviço abaixo do nível ótimo social, onde a oferta aparece sem a externalidade.

No entanto, embora o mercado apresente tais imperfeições - as falhas de mercado - algumas ações por parte dos agentes podem ser tomadas para a obtenção de respostas a estas falhas de mercado. Estas ações podem envolver somente o governo, somente o mercado, ou ser ainda uma junção entre ações de mercado e governo relacionadas às externalidades com dois estudos amplamente ligados à resolução das falhas de mercado, Pigou (1932) e Coase (1960), sobretudo relacionados às externalidades positivas geradas pelos serviços ambientais.

A relação existente entre pagamento por serviços ambientais e falhas de mercado é que embora o custo marginal social não seja igual ao benefício social marginal, no caso as ameaças à continuidade da provisão dos serviços ecossistêmicos como custo marginal e os serviços ecossistêmicos e seus benefícios providos pelos ecossistemas vistos como o benefício marginal social do meio ambiente, não possuem regulação do mercado ocasionando as falhas de mercado. Situações com intervenção do governo no mercado são comuns para solucionar as falhas de mercado.

Para Rosenberg (2012) com relação à regulação estatal, o governo detém a possibilidade de solucionar as falhas de mercado, considerando o oferecimento ou de mitigação ou de eliminação a fim de gerar eficiência no sistema econômico. Alguns instrumentos podem ser usados neste processo de regulação econômica como os instrumentos regulatórios através do mecanismo de comando e controle, e os instrumentos econômicos por meio de incentivos econômicos (PERMAN et al., 2003; ROSENBERG, 2012).

Para Perman et al. (2003) nem todas as falhas de mercado são passíveis de serem corrigidas, mas intervenções econômicas podem ser um bom exemplo a ser feito no caso das externalidades. A intervenção governamental pode ocorrer por meio de mecanismos de comando e controle com vistas a coibir os agentes na forma de regras e regulações definindo padrões comportamentais e impondo punições quando estes não são cumpridos (ROSENBERG, 2012).

No caso dos mecanismos de comando e controle, em alguns casos este mecanismo pode não atingir os resultados desejados. Para Perman et al. (2003) o fato deste mecanismo não atingir os resultados desejados pode ocorrer provavelmente quando os instrumentos de controle realizam os controles de qualidade ou regulação direta.

Ainda há de se considerar, adicionalmente aos mecanismos de comando e controle e instrumentos econômicos, o direito de propriedade como a possibilidade de proibição pelo governo de determinados recursos ambientais, o pagamento direto como garantia da continuidade da provisão e oferta de determinado bem ambiental e, a persuasão podendo modificar a conduta dos agentes por meio da informação e práticas educativas (ROSENBERG, 2012; SALZMAN, 2005). Estes itens oferecem maior eficiência na resolução das falhas de mercado.

Para Pigou (1932) a utilidade poderia ser mensurável baseando-se no princípio de que o Estado poderia realizar uma intervenção na economia com taxas sendo aplicadas a externalidades negativas (produtos marginais privados sendo maiores que os produtos marginais sociais). Para Varian (1994), os custos para a produção de externalidades, positivas ou negativas, podem incluir a utilização de impostos ou taxas para a construção de um mercado para as externalidades, consistindo basicamente na permissão para junção ou transferência de direitos de propriedade das firmas.

Já no caso dos incentivos econômicos descritos por Pigou com o objetivo da criação dos padrões de incentivo para os agentes privados, como taxas, subsídios e permissões negociáveis através dos instrumentos precificados (ROSENBERG, 2012). Para Varian (1994) o problema sobre os impostos, taxas e permissões negociáveis de Pigou é que precisa se conhecer, por exemplo, o nível ótimo de determinada externalidade para a determinação do valor do imposto taxa ou permissão negociável e também considerar, muitas vezes a inexistência do mercado para a externalidade, como, por exemplo, o caso das externalidades positivas de manutenção da biodiversidade.

Para Stavins (1998) as taxas de diferenciação se referem a taxas, créditos, cortes de taxas e comportamentos ambientais indesejáveis. O autor salienta as taxas implícitas sobre o meio ambiente para encorajar o uso de recursos naturais renováveis implícitas nas contas das externalidades associadas ao combustível fóssil da geração de energia.

Com relação ao controle das falhas de mercado pelo próprio mercado, deve se considerar que as externalidades são produzidas pelas firmas em decorrência da atividade econômica, mas o bem produzido na externalidade não possui mercado, ou seja, um preço zero para um bem produzido e também uma indefinição dos direitos de propriedade (VARIAN, 1994). Para Varian (1994) o preço para uma externalidade do ponto de vista social deveria ser negativo, pensando no caso da poluição como externalidade negativa.

Para Coase (1960) ao exemplificar a relação existente com bovinos causadores de destruição e prejuízos a plantações sob a ótica da existência singular de um fator baseado na escolha, a escolha seria entre a produção de grãos ou a produção de carne. Conforme Rosenberg (2012) salienta, em alguns casos não é interessante a opção de taxação das externalidades como a proposta por Pigou, sendo a teoria de Coase criada para contrapor a utilização das taxas como mecanismo universal para solução das externalidades.

De acordo com Coase (1960) a opção do cercamento da área ou a destinação temporária para cada atividade de determinada área, constituem exemplos possíveis de negociação através de mercados com ganhos sociais baseados em negociações privativas, no caso os donos das duas propriedades. Para Rosenberg (2012) ao considerar o mercado para externalidades baseado na negociação privada entre os agentes econômicos pode-se chegar a soluções eficientes considerando os custos de transação baixos.

Como enfatizado por Rosenberg (2012) o mercado apontado por Coase em 1960 não é visto como a única forma de solucionar todas as possíveis externalidades existentes salientando também a relevância das ações por parte do governo, sobretudo em casos de interesses difusos. As respostas para estas teorias consideram que um misto entre mercado e governo seria o ideal para a regulação das externalidades.

Com relação aos instrumentos econômicos para gestão do meio ambiente e sua utilização nas políticas públicas, Coase e Pigou foram os estudiosos que mais contribuíram para o seu desenvolvimento (ROSENBERG, 2012). A participação da sociedade civil, mercado e Estado como formas de resolução para as externalidades citadas por Pigou e Coase merecem destaque quanto à temática do pagamento por serviços ambientais por representarem os agentes políticos e econômicos diretamente ligados à questão.

2.2 Objetivo Geral

Este capítulo teve por objetivo analisar e realizar uma revisão de literatura sobre o tema da possível existência da adicionalidade em pagamento por serviços ambientais distintos fornecidos em um mesmo local por dois ou mais serviços ambientais conjuntos. Neste sentido este capítulo pretende investigar a possibilidade de realização do pagamento por dois ou mais serviços ambientais em uma mesma área assim como levantar subsídios que possam melhorar e ampliar a discussão sobre o tema dentro dos referidos projetos de lei sobre o pagamento por serviços ambientais e política nacional de pagamento por serviços ambientais, respectivamente PL 792/2007 e os PLs 5.487/2009, PLS 276/2013 e o PL 312/2015.

2.2.1 Objetivos Específicos

- 1) Verificar se é possível a existência de pagamento por serviços ambientais fornecidos por mais de um serviço ambiental dentro da legislação relativa ao Projeto de Lei de pagamento por serviços ambientais e aos Projetos de Lei da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.
- 2) Estudar as lacunas para melhor regulamentação do pagamento por serviços ambientais com relação ao Projeto de Lei de Pagamento por Serviços Ambientais e da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

2.3 Metodologia

A metodologia utilizada baseou-se em levantamento de material bibliográfico referente à temática de experiências de pagamento por serviços ambientais no Brasil. Foram consultadas também a legislação brasileira relativas ao meio ambiente e suas relações com os projetos de lei citados e demais instrumentos legais para a área. Considerou-se também demais materiais científicos como artigos e relatórios técnicos sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil, publicações institucionais, consultorias sobre pagamento por serviços ambientais entre outros. Também foram utilizados estudos realizados em Convenções das Partes (COPs) anteriores como a Convenção sobre Mudança no Clima e a Convenção sobre Diversidade Biológica. Os vídeos, áudios e pareceres pertencentes à Câmara dos Deputados e Senado Federal sobre os projetos de lei também foram utilizados para compor este trabalho.

A análise dos dados através da leitura dos textos dos PLs de PSA foi baseada na divisão em três eixos principais dentro dos projetos de lei: adicionalidade, princípios do direito ambiental relacionados ao PSA e teorias econômicas de Pigou e Coase, respectivamente. Para a adicionalidade a verificação foi relativa à previsão legal sobre o PSA por dois ou mais serviços ambientais dentro da mesma área, no contexto dos princípios do direito ambiental relacionados ao PSA foi observado se os PLs em questão possuíam ou não relação com cada um dos princípios citados por Nusdeo (2012) para PSA, e para as teorias econômicas observou-se qual teoria foi evidenciada através dos instrumentos econômicos contidos nos PLs.

2.4 Resultados e Discussão

Os dados referentes à análise sobre do Projeto de Lei sobre Pagamento por Serviços Ambientais (PL 792/2007) e nos Projetos de Lei sobre a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PL 792/2007 e os PLs 5.487/2009, PLS 276/2013 e o PL 312/2015) baseados nos três eixos base de adicionalidade, adequação aos princípios do direito ambiental elencados por Nusdeo (2012), e teorias econômicas de Pigou e Coase relacionados ao PSA podem ser observados na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
Adicionalidade	Possibilidade de Pagamento pela Adicionalidade	PL 792/2007 - PSA	Não faz menção a adicionalidade no texto do PL
		PL 5487/2009 - PNPSA	Não é permitida
		PL 276/2013 - PNPSA	Não faz menção a adicionalidade no texto do PL
		PL 312/2015 - PNPSA	Não é permitida
Princípio	Soberania Permanente sobre os Recursos Naturais	PL 792/2007 - PSA	Não faz menção
		PL 5487/2009 - PNPSA	Não faz menção

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 276/2013 - PNPSA	Art. 8º Fica criado o Fundo nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (FNPSA) de natureza contábil, com a finalidade de financiar as ações da PNPSA, dentro dos critérios estabelecidos nesta Lei e em seu regulamento, constituído pelas seguintes fontes de recursos: III - doações realizadas por entidades nacional e agências bilaterais e multilaterais de cooperação internacional ou, na forma do regulamento por outras pessoas físicas ou jurídicas.
		PL 312/2015 - PNPSA	Art. 14. Fica criado o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FFPSA) com a finalidade de financiar as ações do PFPSA, segundo os critérios estabelecidos nesta Lei e em seu regulamento, com as seguintes fontes de recursos: V - doações realizadas por pessoas físicas ou por entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas; VI - empréstimos de instituições financeiras nacionais ou internacionais.
Princípios	Função Social da Propriedade	PL 792/2007 – PSA	Art. 2º. Todo aquele que, de forma voluntária, empregar esforços no sentido de aplicar ou desenvolver os benefícios dispostos no Art 1º desta lei fará jus a pagamento ou compensação, conforme estabelecido em regulamento.
		PL 5487/2009 - PNPSA	Art. 2º para os fins desta Lei consideram-se: IV - recebedor do pagamento pelos serviços ambientais: retribuição monetária ou não, às atividades humanas de restabelecimento, recuperação, manutenção e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais e que estejam amparadas por planos e programas específicos. Art. 3º São os princípios e diretrizes da PNPSA: III - promoção da integridade ambiental com inclusão social de populações rurais em situação de vulnerabilidade; VI - reconhecimento da contribuição da agricultura familiar, dos povos indígenas e dos povos e comunidades tradicionais para a conservação ambiental; VII - prioridade para áreas sob maior risco socioambiental.

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 276/2013 - PNPSA	<p>Art. 4°. São princípios e diretrizes da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais: III - a inclusão social e a regularização ambiental de populações rurais em situação de vulnerabilidade; VI - a prioridade ao pagamento por serviços ambientais prestados por agricultores familiares e empreendimentos familiares rurais, assim definidos nos termos da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, para a conservação ambiental no meio rural;</p> <p>Art. 5°. Os beneficiários de bens e serviços ambientais são todos os que deles usufruem, direta e indiretamente, conforme estabelecido nesta Lei e em regulamento específico.</p>
		PL 312/2015 - PNPSA	<p>Art. 2°. Para os fins desta Lei, consideram-se: VI - provedor de serviços ambientais: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais de ecossistemas que prestam serviços ambientais.</p> <p>Art. 3° Fica instituída a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), cujos objetivos são: IV - valorizar econômica, social e culturalmente os serviços prestados pelos ecossistemas; VIII - promover alternativas de geração de trabalho e renda para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica.</p> <p>Parágrafo único. O Poder Público promoverá assistência técnica e capacitação voltadas para a promoção dos serviços ambientais.</p> <p>Art. 4° São diretrizes da PNPSA: II - o reconhecimento de que a conservação, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos contribuem para a manutenção da qualidade de vida da população brasileira; III - a utilização do PSA como instrumento de promoção do desenvolvimento social, ambiental, econômico e cultural das populações tradicionais, dos povos indígenas e dos agricultores familiares;</p> <p>Art. 6° O PSA ocorre por meio de remuneração monetária ou por melhorias sociais à comunidade.</p> <p>Art. 7° Na contratação de PSA, serão cláusulas essenciais as relativas: VII - a eventuais critérios de bonificação para o provedor que atingir indicadores de desempenho socioambiental superiores aos previstos</p>

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
			em contrato.
Princípio	Desenvolvimento Sustentável	PL 792/2007 – PSA	Não faz menção
		PL 5487/2009 – PNPSA	Art. 1º Parágrafo único faz referência ao termo desenvolvimento sustentável como promovido por meio da atuação do poder público em função dos serviços ambientais. Art. 1º parágrafo único. A Política Nacional dos Serviços Ambientais tem como objetivo disciplinar a atuação do Poder Público, em relação aos serviços ambientais, de forma a promover o desenvolvimento sustentável e a aumentar a provisão desses serviços em todo o território nacional. Art. 3º São princípios e diretrizes da Política Nacional de Serviços Ambientais: I - Desenvolvimento sustentável. II - controle social e transparência; III - Promoção da integridade ambiental com inclusão social de populações rurais em situação de vulnerabilidade etc.
		PL 276/2013 - PNPSA	Art. 1º. Esta Lei institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), visando disciplinar a atuação do Poder Público em relação aos serviços ambientais, de forma a promover o desenvolvimento sustentável e a aumentar a provisão desses serviços em todo o território nacional. Art. 2º A PNPSA tem os seguintes objetivos: III - estimular o desenvolvimento sustentável, por meio do incentivo aos integrantes das cadeias produtivas para a adoção de ações de produção de bens e serviços ambientais; Art. 4º. São princípios e diretrizes da PNPSA: I - a promoção do desenvolvimento sustentável.

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 312/2015 - PNPSA	Art. 3º Fica instituída a PNPSA, cujos objetivos são: VII - fomentar o desenvolvimento sustentável.
Princípio	Protetor-Recebedor	PL 792/2007 – PSA	Art. 2º. Que todo aquele que de forma voluntária empregar esforços no sentido de aplicar ou desenvolver benefícios de conservação dos serviços ambientais fará jus ao pagamento.
		PL 5487/2009 - PNPSA	Art. 2º Para os fins desta Lei, consideram-se: II - pagamento por serviços ambientais: retribuição, monetária ou não, às atividades humanas de restabelecimento, recuperação, manutenção e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais e que estejam mal amparadas por planos e programas específicos; IV - recebedor do pagamento pelos serviços ambientais: aquele que restabelece, recupera, mantém ou melhora os ecossistemas no âmbito de planos e programas específicos, podendo receber o pagamento de que trata o inciso III. Art. 6º São requisitos gerais para a participação: III - Parágrafo único. Os requisitos específicos de participação nos Subprogramas, bem como às condições para sua implementação, monitoramento e avaliação serão definidas.

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 276/2013 - PNPSA	<p>Art. 3°. Para os fins desta lei consideram-se: III - Pagamento por Serviço Ambiental: retribuição, monetária ou não, às atividades humanas que resultem na oferta de bens e serviços ambientais. § 1° O regulamento discriminará e descreverá os serviços ambientais de que trata este artigo, com o objetivo de orientar a implantação da PNPSA. § 1° O regulamento discriminará e descreverá os serviços ambientais de que trata este artigo, com o objetivo de orientar a implantação da PNPSA. § 2° São considerados fornecedores de bens e serviços ambientais, as pessoas físicas e jurídicas que atuam nos setores de indústria, comércio, transportes, resíduos, construção civil, agricultura, florestas e outros usos do meio ambiente.</p> <p>Art. 4°. São princípios e diretrizes da PNPSA: X - a participação voluntária dos cidadãos, empresas e outras organizações no financiamento da produção de bens ambientais ou na remuneração de serviços ambientais prestados.</p> <p>Art. 5°. Os beneficiários de bens e serviços ambientais são todos os que deles usufruem, direta e indiretamente, conforme estabelecido nesta Lei e em regulamento específico.</p> <p>Art.10 Os valores arrecadados em pagamento de multas por infração ambiental de que trata o art. 73 da lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, serão destinados também ao Fundo Nacional de Pagamento por Serviços (FNPSA), conforme dispuser o órgão arrecadador federal.</p>

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 312/2015 - PNPSA	<p>Art. 2º para os fins desta Lei, consideram-se VI - provedor de serviços ambientais: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais de ecossistemas que prestam serviços ambientais.</p> <p>Art. 3º Fica instituída a PNPSA, cujos objetivos são: V - reconhecer as iniciativas individuais ou coletivas que favoreçam a manutenção, a recuperação ou melhoria dos serviços ecossistêmicos, por meio de remuneração financeira ou outra forma de recompensa.</p> <p>Art. 4º São diretrizes da PNPSA: I - o atendimento aos princípios do provedor-recebedor do poluidor-pagador e do usuário-pagador;</p> <p>Art. 6º O PSA ocorre por meio de remuneração monetária ou por melhorias sociais à comunidade.</p> <p>Art. 7º Na contratação de PSA, serão cláusulas essenciais as relativas: I - às partes (pagador e provedor) envolvidas e II - ao objeto, com a descrição dos serviços ambientais a serem pagos ao provedor.</p>
Princípio	Dignidade da Pessoa Humana	PL 792/2007 - PSA	Não faz menção

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 5487/2009 - PNPSA	Art. 3º. São princípios e diretrizes da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais: III - promoção da integridade ambiental com inclusão social de populações rurais em situação de vulnerabilidade; VI - reconhecimento da contribuição da agricultura familiar, dos povos indígenas e dos povos e comunidades tradicionais para a conservação ambiental; VII - prioridade para as áreas sob maior risco socioambiental; VIII - promoção da gestão de áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade; e IX - fomento às ações humanas voltadas à promoção de serviços ambientais.
		PL 276/2013 - PNPSA	Art. 4º São princípios e diretrizes da PNPSA: II - o controle social e a transparência sobre a existência e o valor dos bens e serviços ambientais e sobre os pagamentos por serviços realizados; III - a inclusão social e a regularização ambiental de populações rurais em situação de vulnerabilidade; VI - a prioridade ao pagamento por serviços ambientais prestados por agricultores familiares e empreendimentos familiares rurais, assim definidos nos termos da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, para a conservação ambiental no meio rural; VIII - a promoção da gestão de áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade; IX - o fomento às ações humanas voltadas à promoção de bens e serviços ambientais; X - a participação voluntária dos cidadãos, empresas e outras organizações no financiamento da produção de bens ambientais ou na remuneração de serviços ambientais prestados. Art. 5º Os beneficiários de bens e serviços ambientais são todos os que deles usufruem, direta e indiretamente, conforme estabelecido nesta Lei e em regulamento específico.
		PL 312/2015 - PNPSA	Art. 3º Fica instituída a PNPSA, cujos objetivos são: II - estimular a conservação dos ecossistemas, dos recursos hídricos, do solo, da biodiversidade, do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado; IV- valorizar econômica, social e culturalmente os serviços prestados pelos ecossistemas; V - reconhecer as

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
			iniciativas individuais ou coletivas que favoreçam a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos, por meio de remuneração financeira ou outra forma de recompensa. Art. 4º São diretrizes da PNPSA: II - o reconhecimento de que a conservação, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos contribuem para a manutenção da qualidade de vida da população brasileira; III - a utilização do PSA como instrumento de promoção do desenvolvimento social, ambiental, econômico e cultural das populações tradicionais, dos povos indígenas e dos agricultores familiares. Art. 5º A PNPSA deve promover as seguintes ações: IV - a conservação, recuperação ou preservação do ambiente natural nas áreas de unidades de conservação, em seus respectivos corredores ecológicos e zonas de amortecimento, nas terras indígenas e terras de quilombo; VII - a conservação de remanescentes vegetais em áreas urbanas e periurbanas, de importância para a manutenção e a melhoria da qualidade do ar, dos recursos hídricos e do bem-estar da população e para a formação de corredores ecológicos urbanos. Art. 6º O PSA ocorre por meio de remuneração monetária ou por melhorias sociais à comunidade.
Princípio	Informação e da Participação	PL 792/2007 - PSA	Não faz menção
		PL 5487/2009 - PNPSA	Não faz menção
		PL 276/2013 - PNPSA	Apresentou melhorias em comparação aos dois PLs anteriores (PL 792/2007 e PL 5.487/2009)

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 312/2015 - PNPSA	Art. 7º Na contratação de PSA, serão cláusulas essenciais as relativas: I - às partes (pagador e provedor) envolvidas; II - ao objeto, com a descrição dos serviços ambientais a serem pagos ao provedor; III - à delimitação territorial de área do ecossistema provedor; IV - aos direitos e obrigações do provedor, incluindo as ações de manutenção, recuperação e melhoria ambiental do ecossistema por ele assumidas e os critérios e indicadores da qualidade dos serviços ambientais prestados; V - aos direitos e obrigações do pagador, incluindo o modo, condições e prazos de realização da fiscalização e monitoramento; VI - à obrigatoriedade, forma e periodicidade da prestação de contas do provedor ao pagador; VII - a eventuais critérios de bonificação para o provedor que atingir indicadores de desempenho socioambiental superiores aos previstos em contrato; VIII - aos prazos do contrato, incluindo a possibilidade ou não de sua renovação; IX - aos preços ou outras formas de pagamento, bem como aos critérios e procedimentos para seu reajuste e revisão; X - às penalidades contratuais e administrativas a que estará sujeito o provedor; XI - aos casos de revogação e de extinção do contrato; XII - ao foro e às formas não litigiosas de solução de eventuais divergências contratuais.
Teoria Econômica	Pigou	PL 792/2007 - PSA	Art. 2º. Todo aquele que, de forma voluntária, empregar esforços no sentido de aplicar ou desenvolver os benefícios dispostos no Art 1º desta lei fará jus a pagamento ou compensação, conforme estabelecido em regulamento.

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		<p>PL</p> <p>5487/2009 - PNPSA</p>	<p>Art. 4º. Para os fins desta Lei, e observados os princípios e diretrizes nela dispostos, poderão ser utilizados os seguintes instrumentos: II - captação, gestão e transferência de recursos, monetários ou não, públicos ou privados, dirigidos ao pagamento dos serviços ambientais;</p> <p>Art. 5º. Fica criado o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais - PFPSA, com o objetivo de implementar, no âmbito da União, o pagamento das atividades humanas de restabelecimento, recuperação, manutenção e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais através dos seguintes Subprogramas: I - Subprograma Floresta; II - Subprograma RPPN e III Subprograma Água.</p> <p>Cria o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FFPSA)</p> <p>Art. 11. Fica criado o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FFPSA), de natureza contábil, com a finalidade de financiar as ações do PFPSA, dentro dos critérios estabelecidos nesta Lei e em seu regulamento. § 2º As despesas de que trata o § 1º poderão ser custeadas pelos recursos orçamentários destinados ao Ministério do Meio Ambiente.</p> <p>Art. 12. Constituem recursos do FFPSA:</p> <p>I - até quarenta por cento dos recursos de que trata o inciso II do § 2º do art. 50 da lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997; II - dotações consignadas na lei orçamentária da União;</p> <p>III - doações realizadas por entidades nacionais e agências bilaterais e multilaterais de cooperação internacional ou, na forma do regulamento, de outras pessoas físicas ou jurídicas; e</p> <p>IV - rendimentos que venha a auferir como remuneração decorrente de aplicações de seu patrimônio.</p> <p>Art. 13. Sem prejuízo dos recursos mencionados no art. 12, o PFFPSA poderá ainda contar com as seguintes fontes de receita: I - dotações consignadas na lei orçamentária da União; e</p> <p>II - recursos decorrentes de acordos, convênios ou outros instrumentos congêneres celebrados com órgãos e entidades da administração pública federal, estadual, do Distrito Federal ou municipal.</p> <p>Parágrafo Único. As receitas oriundas da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de que trata a Lei nº 9.433 de 1997, poderão ser destinados ao Subprograma Água, observando-se as prioridades estabelecidas pelo comitê de bacias.</p>

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 276/2013 - PNPSA	<p>Art. 8º Fica criado o Fundo Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (FNPSA) de natureza contábil, com a finalidade de financiar as ações da PNPSA, dentro dos critérios estabelecidos nesta Lei e em seu regulamento, constituído pelas seguintes fontes de recursos: I - até quarenta por cento dos recursos de que trata o inciso II do § 2º do art. 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997; II - dotações consignadas na lei orçamentária da União; III - doações realizadas por entidades nacionais e agências bilaterais e multilaterais de cooperação internacional ou, na forma do regulamento, por outras pessoas físicas ou jurídicas; IV - financiamento e empréstimos nacionais e internacionais; V - rendimentos que o FNPSA venha auferir como remuneração decorrente de aplicações de seu patrimônio; e VI - outras, previstas em lei ou regulamento.</p> <p>Art. 10. Os valores arrecadados em pagamento de multas por infração ambiental de que trata o art. 73 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, serão destinados também ao Fundo Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (FNPSA), conforme dispuser o órgão arrecadador federal.</p>
		PL 312/2015 - PNPSA	<p>Art. 13. Fica criado o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA), com o objetivo de efetivar a PNPSA no âmbito federal, em especial no que tange ao pagamento desses serviços pela União.</p> <p>Art. 14. Fica criado o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FFPSA), com a finalidade de financiar as ações do PFPSA, segundo os critérios estabelecidos nesta Lei e em seu regulamento, com as seguintes fontes de recursos: I - três por cento dos recursos de que trata o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1997; II - três por cento dos recursos de que trata § 2º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1997; III - dotações consignadas na Lei Orçamentária Anual da União e em seus créditos adicionais; IV - recursos decorrentes de acordos, ajustes, contratos e convênios celebrados com órgãos ou entidades da administração pública federal, estadual, do Distrito Federal ou municipal; V - doações realizadas por pessoas físicas ou por entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas; VI - empréstimos de instituições financeiras</p>

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
			nacionais ou internacionais; VII - reversão dos saldos anuais não aplicados; VIII - rendimentos que venha a auferir como remuneração decorrente de aplicação de seu patrimônio. Art. 15. As receitas oriundas da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, de que trata a Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, poderão ser destinadas ao PSA que promova a conservação e a melhoria da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos, devendo ser aplicadas prioritariamente na bacia hidrográfica de origem, respeitando o previsto plano da bacia.
Teoria Econômica	Coase	PL 792/2007 - PSA	Não faz menção
		PL 5487/2009 - PNPSA	Art. 4º Para os fins desta Lei, e observados os princípios e diretrizes nela dispostos, poderão ser utilizados os seguintes instrumentos: II -captação, gestão e transferência de recursos, monetários ou não, públicos ou privados, dirigidos ao pagamento por serviços ambientais.
		PL 276/2013 - PNPSA	Art. 4º São princípios e diretrizes da PNPSA: X - a participação voluntária dos cidadãos, empresas e outras organizações no financiamento da produção de bens ambientais, ou na remuneração dos serviços ambientais prestados.

Tabela 2.3 – Projetos de Lei de PSA e PNPSA no Brasil e sua relação com os blocos de análise

Bloco de Análise	Descrição do Bloco de Análise	PLs	Situação no PL
		PL 312/2015 - PNPSA	<p>Art. 3º Fica instituída a PNPSA, cujos objetivos são: VI - fomentar as relações entre agentes privados de provimento de serviços ambientais e pagamento por esses serviços;</p> <p>Art. 18. A lei nº 8666, de 21 de junho de 1993 ("Lei de Licitações"), passa a vigorar acrescida do seguinte art. 5º-A: Art.5º-A Não se aplicam as disposições desta Lei na seção e contratação de provedores ou recebedores de serviços ambientais, assegurada a observância das exigências da legislação específica. Parágrafo Único. A critério do Poder Público que atuar como pagador, poderá haver aplicação das disposições desta Lei nos casos em que é viável a competição entre provedores ou recebedores de serviços ambientais." (NR)</p>

Na tabela 2.3 verificou-se que a adicionalidade não é permitida dentro do contexto de nenhum dos projetos de lei analisados tanto em relação ao PL de PSA quanto nos PLs da PNPSA, sendo vedada adicionalidades por PSA em dois PLs. Os PLs também possuem diversas lacunas que inviabilizam alguns dos princípios do direito ambiental ligados ao PSA e que serão discutidos posteriormente. Com relação às teorias econômicas presentes nos textos dos respectivos PLs, a teoria econômica de Pigou foi utilizada na maioria dos PLs, por meio de subsídios que seriam fornecidos pelo governo.

2.4.1 Adicionalidade

Nota-se que adicionalidade possui significados diferenciados, o que pode causar confusão. Na área ambiental, adicionalidade ambiental pode ser configurada como o benefício advindo da provisão de dois serviços ambientais distintos na mesma área, sendo então passíveis de pagamento. Para Santos et al. (2012b) a adicionalidade precisa ser considerada em relação a eficácia dos programas de pagamento por serviços ambientais, ou seja sob o incremento dos serviços ambientais que podem ser atribuídos a introdução do pagamento por serviços ambientais.

Para as áreas jurídica e econômica, a adicionalidade é descrita por Nusdeo (2013) como sendo o efeito de determinada ação quando comparado a um panorama com a ausência desta ação, podendo também ser reconhecida pelo termo *business as usual*. Neste sentido, estudos relativos ao pagamento por serviços ambientais, adicionalidade ambiental e adicionalidade em sentido jurídico e econômico são fortemente necessários para realizar uma junção entre as áreas acima citadas e também para promover maiores esclarecimentos sobre o tema ainda pouco estudado.

Para Packer (2015) o conceito de adicionalidade surgiu no Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas e coloca a adicionalidade como Princípio, dotado de exigência de que todos os mecanismos de compensação das emissões atuem de forma complementar as medidas efetivas de redução. O pagamento por serviços ambientais com adicionalidade ambiental poderia ser realizado a produtores que realizassem práticas conservacionistas de recursos florestais com melhoria na qualidade e quantidade hídrica em uma bacia hidrográfica em determinada região ou que mantivessem áreas de florestas com grande estoque de carbono e também grandes quantidades de polinizadores, por exemplo.

Para Nusdeo (2010), em uma abordagem jurídica os projetos de pagamentos por serviços ambientais são aptos a receber o pagamento pelas práticas de conservação ambiental acordadas, uma vez que estas práticas não poderiam ser realizadas em um cenário de ausência deste pagamento. Em relação aos projetos de lei analisados neste trabalho, o PL 792/2007 e os PLS 5.487/2009, PLS 276/2013 e PL 312/2015, tanto no PL 792/2007 quanto no PLS 276/2013 não há previsão legal sobre adicionalidade, tanto adicionalidade ambiental quanto adicionalidade em âmbito jurídico ou econômico prevista no texto. Com relação aos PLS 5.487/2009 e PL 312/2015, há previsão legal estabelecida de não pagamento pela adicionalidade, ou seja, a prática é vedada nestes referidos PLS.

Como elencado por Ferreira e Nahur (2014) em relação à adicionalidade, os PLS em questão não consideram a acumulação de serviços ecossistêmicos prestados por mais de uma iniciativa em face da inovação criada por esta temática ser o reconhecimento e compensação pela conservação dos ecossistemas e não somente por um único serviço ecossistêmico fornecido por aquele local. Os PLS ao considerarem um único serviço ecossistêmico deixam de entender o funcionamento sistêmico, complexo e interdependente de todos os sistemas naturais existentes no planeta.

De acordo com Ferreira e Nahur (2014) é necessária a melhoria da definição do termo da adicionalidade dentro da PNPSA, considerando as provisões por mais de um destes serviços ambientais inseridas dentro dos projetos de PSA de forma a ocorrer não como um método que condicione a participação nos programas, mas com o objetivo de priorização de áreas para a conservação, como por exemplo, o desenvolvimento de critérios de priorização de áreas dentro do contexto regional e não por projeto. O exemplo de Wendland et al. (2010) para Madagascar, elucida a relação entre serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade, no qual a garantia da continuidade do fornecimento destes serviços ecossistêmicos necessita ser melhor discutida e aprimorada, sobretudo no sentido de estruturas institucionais e métodos de mensuração destes serviços.

Outro sentido que pode ser dado a adicionalidade é com relação à possibilidade de utilização das áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL) dentro do contexto do PSA colocado no art. 41 da lei nº 12.651/2012:

Art. 41. É o Poder Executivo federal autorizado a instituir, sem prejuízo do cumprimento da legislação ambiental, programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente, bem como para adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável, observados sempre os critérios de progressividade, abrangendo as seguintes categorias e linhas de ação: (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

I - pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente:

- a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono;
- b) a conservação da beleza cênica natural;
- c) a conservação da biodiversidade;
- d) a conservação das águas e dos serviços hídricos;
- e) a regulação do clima;
- f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico;
- g) a conservação e o melhoramento do solo;
- h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;

II - compensação pelas medidas de conservação ambiental necessárias para o cumprimento dos objetivos desta Lei, utilizando-se dos seguintes instrumentos, dentre outros:

- a) obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado;
- b) contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;
- c) dedução das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, gerando créditos tributários;
- d) destinação de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água, na forma da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para a manutenção, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito na bacia de geração da receita;
- e) linhas de financiamento para atender iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas;
- f) isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fios de arame, postes de madeira tratada, bombas d'água, trado de perfuração de solo, dentre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;

III - incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa, tais como:

- a) participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola;
- b) destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental.

§ 1º Para financiar as atividades necessárias à regularização ambiental das propriedades rurais, o programa poderá prever:

I - destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental;

II - dedução da base de cálculo do imposto de renda do proprietário ou possuidor de imóvel rural, pessoa física ou jurídica, de parte dos gastos efetuados com a recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008;

III - utilização de fundos públicos para concessão de créditos reembolsáveis e não reembolsáveis destinados à compensação, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008.

§ 2º O programa previsto no caput poderá, ainda, estabelecer diferenciação tributária para empresas que industrializem ou comercializem produtos originários de propriedades ou posses rurais que cumpram os padrões e limites estabelecidos nos arts. 4º, 6º, 11 e 12 desta Lei, ou que estejam em processo de cumpri-los.

§ 3º Os proprietários ou possuidores de imóveis rurais inscritos no CAR, inadimplentes em relação ao cumprimento do termo de compromisso ou PRA ou

que estejam sujeitos a sanções por infrações ao disposto nesta Lei, exceto aquelas suspensas em virtude do disposto no Capítulo XIII, não são elegíveis para os incentivos previstos nas alíneas *a* a *e* do inciso II do caput deste artigo até que as referidas sanções sejam extintas.

§ 4º As atividades de manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito são elegíveis para quaisquer pagamentos ou incentivos por serviços ambientais, configurando adicionalidade para fins de mercados nacionais e internacionais de reduções de emissões certificadas de gases de efeito estufa.

§ 5º O programa relativo a serviços ambientais previsto no inciso I do caput deste artigo deverá integrar os sistemas em âmbito nacional e estadual, objetivando a criação de um mercado de serviços ambientais.

§ 6º Os proprietários localizados nas zonas de amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral são elegíveis para receber apoio técnico-financeiro da compensação prevista no art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000, com a finalidade de recuperação e manutenção de áreas prioritárias para a gestão da unidade.

§ 7º O pagamento ou incentivo a serviços ambientais a que se refere o inciso I deste artigo serão prioritariamente destinados aos agricultores familiares como definidos no inciso V do art. 3º desta Lei. Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012. (BRASIL, ART. 41 LEI 12.651/2012)

Packer (2015), com relação ao art. 41 da Lei 12.651/2012, considera áreas de uso restrito acima citadas (APP e RL) aptas a projetos de pagamento por serviços ambientais e realiza a regulamentação da inserção de áreas com floresta nativa de lei em mercados nacionais e internacionais de reduções de emissões certificadas de gases do efeito estufa, o denominado crédito de carbono. Esta ideia de comércio de emissões entre países foi concebida no Protocolo de Quioto e configura a adicionalidade.

Para Packer (2015) o texto relativo ao código florestal estabelece a abertura da norma ambiental para os mecanismos de mercado, como por exemplo, o mercado de serviços ambientais através de bolsas de valores, como a Bolsa de Valores Verde do Rio de Janeiro (BVRIO) e a Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA). Ambas as bolsas de valores sobre bens ambientais ocorrem no Brasil, sendo responsáveis pela comercialização dos ativos ambientais de vários segmentos ambientais.

Na literatura, os serviços ambientais vendidos conjuntamente possuem pouco espaço estudado, embora a experiência prática esteja se expandindo entre os que capitalizam a complementariedade dos serviços ambientais (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002). Neste sentido a tendência para este mercado se configura na fusão dos serviços ambientais vendidos individualmente oferecendo controle sobre os custos de transação ou a subdivisão de pacotes de serviços ambientais para a venda a diferentes compradores tornando possível a alocação eficiente de recursos e retornos mais elevados para os vendedores como salientado por Landell-Mills e Porras (2002).

Neste sentido, como evidenciado pela lei 12.651/2012 no art. 41, inciso III e parágrafo 5º há previsão legal de integração entre os sistemas nacionais e estaduais objetivando a criação de um mercado de serviços ambientais. Com relação aos PLs analisados neste capítulo, em nenhum momento houve menção a criação de mercados para serviços ambientais ou referência ao art. 41, inciso III e parágrafo 5º da Lei nº 12.651/2012, embora o pagamento por estes serviços seja a temática principal e fundamental dos referidos projetos de lei.

2.4.2 Princípios do Direito Ambiental

Os princípios do direito ambiental relacionados ao PSA em relação aos PLs analisados não foram contemplados em sua maioria tanto de forma explícita quanto implícita dentro do texto legal. Somente o PL 312/2015 apresentou uma melhoria no texto legal considerando os princípios do direito ambiental na forma implícita quando comparado aos demais projetos de lei de PSA. A legislação analisada sobre PSA até a conclusão deste trabalho está em caráter de tramitação dentro da Câmara dos Deputados e não apresentou de forma bem relacionada o tripé econômico, social e ambiental necessário como pilar do desenvolvimento sustentável.

Neste sentido com relação aos princípios podem ser destacadas as seguintes análises e recomendações:

a) Princípio da soberania permanente sobre recursos naturais

O princípio da soberania permanente sobre os recursos naturais pode ser analisado, como no caso do PL 792/2007 que faz menção somente a soberania baseada na justificativa de que outros países já utilizam esta ferramenta de valoração e pagamento de serviços ambientais com o objetivo de redução de impactos. O PL também não realizou nenhuma consideração sobre a possibilidade de aquisição de terras por estrangeiros ou a quantidade de serviços ambientais mínimas e máximas passíveis de serem negociadas, com base em um cenário internacional de comercialização destes serviços.

Já com relação ao PL 5.487/2009, não há referência direta com relação à questão da soberania no uso dos recursos naturais, mas a justificativa faz referência à relação entre países e as alternativas com relação a mudanças climáticas. Neste sentido, as mudanças climáticas aparecem correlacionadas com a capacidade de industrialização, pobreza e quantidade de poluentes emitidos, cabendo ao país a responsabilidade de gerir seus próprios mecanismos de redução de emissões, onde entraria, por exemplo, o pagamento por serviços ambientais de carbono como discutido anteriormente no tópico sobre adicionalidade, reservas legais e

comércio de emissões. O PL também não faz referências a oportunidades de doações estrangeiras para pagamento dos projetos de PSA assim como nenhuma regulamentação sobre a soberania do país no uso de seus recursos naturais, doações internacionais e mercado internacional destes serviços.

Para o PLS 276/2013 não há referência direta à questão da soberania em relação aos recursos naturais, mas a justificativa deste projeto faz referência ao Código Florestal, no Art. 41 que destina ao Poder Executivo Federal instituir um programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente. O PLS 276/2013, no entanto não cita experiências de outros países com relação aos programas e projetos apoiados na temática do PSA.

As oportunidades de doações estrangeiras para pagamento dos projetos de PSA no Brasil assim como a regulamentação de uso dos recursos naturais por países que constam como passíveis de doações financeiras para estabelecimento destes projetos também não foi considerada. Como citado por Packer (2015) existem no Brasil casos em ocorrência que comprometem a soberania sobre os recursos naturais no âmbito do comércio de emissões realizado por povos indígenas em situação de não conformidade legal.

O PL 312/2015 faz referência ao princípio em questão no contexto das doações internacionais sem incluir nenhuma regra sobre soberania. Sendo assim, todos os PLs com relação ao princípio da soberania permanente dos recursos naturais carecem de correções, sobretudo que caracterizem a soberania necessária em áreas indígenas, quilombolas e de outros grupos vulneráveis que possam vir a ser o principal alvo das políticas de pagamento por serviços ambientais, dentro do contexto dos serviços ecossistêmicos culturais, de provisão, regulação entre outras categorias.

Com relação ao princípio da soberania permanente dos recursos naturais, Nusdeo (2012) indica que a maioria das transações sobre PSA irão ocorrer dentro do mercado interno e quando estas transações ocorrerem entre países não irão resultar em controle territorial pelo comprador sobre a área do projeto. No entanto, Packer (2015) salienta que o regime jurídico que possivelmente virá a regular o mercado de compra e venda ou cessão de direitos necessitará respeitar os limites constitucionais e legais quanto à aquisição e arrendamento das terras e exploração mineral por estrangeiros, controle político congressional sobre alienação e terras públicas e exploração de recursos ambientais em terras indígenas, como assegurado pelo Art. 231 da Constituição Federal:

Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente

ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.

§ 1º São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

§ 2º As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se a sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes.

§ 3º O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei.

§ 4º As terras de que trata este artigo são inalienáveis e indisponíveis, e os direitos sobre elas, imprescritíveis.

§ 5º É vedada a remoção dos grupos indígenas de suas terras, salvo, "*ad referendum*" do Congresso Nacional, em caso de catástrofe ou epidemia que ponha em risco sua população, ou no interesse da soberania do País, após deliberação do Congresso Nacional, garantido, em qualquer hipótese, o retorno imediato logo que cesse o risco.

§ 6º São nulos e extintos, não produzindo efeitos jurídicos, os atos que tenham por objeto a ocupação, o domínio e a posse das terras a que se refere este artigo, ou a exploração das riquezas naturais do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes, ressalvado relevante interesse público da União, segundo o que dispuser lei complementar, não gerando a nulidade e a extinção direito a indenização ou a ações contra a União, salvo, na forma da lei, quanto às benfeitorias derivadas da ocupação de boa fé.

§ 7º Não se aplica às terras indígenas o disposto no art. 174, § 3º e § 4º. (BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Ainda sobre o princípio da soberania permanente sobre os recursos naturais, como colocado por Ferreira e Nahur (2014), são necessárias ações relativas às salvaguardas socioambientais das populações que serão envolvidas diretamente no contexto das transações envolvendo PSA. Neste sentido é indicado que haja transparência nos contratos entre vendedores e compradores dos serviços ambientais e também um limite máximo para transações internacionais no âmbito do PSA.

b) Princípio da função social da propriedade

O PL 792/2007 menciona de forma indireta a questão da função social da propriedade, no âmbito genérico e não excludente das áreas com obrigatoriedade legal de serem preservadas. Neste sentido, o PL não faz relação a grupos vulneráveis ou de forma direta com o princípio da função social da sociedade, mas cita discretamente que os benefícios dispostos aos que agem de forma voluntária na conservação dos serviços ambientais estariam aptos a receber pelos pagamentos ou compensações.

Com relação ao PL 5.487/2009 este documento considera que algumas das diretrizes da PNPSA possam relação com a questão da função social da propriedade, como por

exemplo, a promoção da integridade ambiental com a inclusão social das populações rurais em situação de vulnerabilidade, reconhecimento da contribuição da agricultura familiar, dos povos indígenas e de povos e comunidades tradicionais para a conservação do meio ambiente, assim como a prioridade para PSA em áreas de maior risco socioambiental. Neste sentido, este PL representa algum avanço, por exemplo quando comparado ao PL 792/2007.

O PLS 276/2013 também evidencia claramente a função social da propriedade no âmbito dos princípios e diretrizes da PNPSA, abarcando itens como a inclusão social e a regularização ambiental de populações rurais em situação de vulnerabilidade, prioridade ao PSA prestado por agricultores familiares e empreendimentos familiares rurais que contribuem para a conservação dos serviços ambientais no meio rural. Porém o referido PL, não cita comunidades tradicionais e povos indígenas no texto, uma vez que estas comunidades realizam grandes esforços para a conservação da cobertura florestal, biodiversidade e também do conhecimento tradicional associado no país, sobretudo na floresta amazônica.

O PL 312/2015 aborda o princípio da função social da propriedade de forma mais clara, quando comparado aos demais projetos de lei. Este PL identifica separadamente quem são os provedores de serviços ambientais e elenca como objetivos da PNPSA a valorização econômica, social e cultural dos serviços prestados pelos ecossistemas, a promoção de alternativas de geração de trabalho e renda para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

O PL 312/2015 ainda acrescenta as diretrizes da PNPSA, como o reconhecimento da conservação, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos que atuam como contribuintes para a manutenção da qualidade de vida da população brasileira e prevê legalmente o PSA como instrumento de promoção do desenvolvimento social, ambiental, econômico e cultural de populações tradicionais, dos povos indígenas e de agricultores familiares podendo ocorrer através da remuneração monetária ou por melhorias sociais à comunidade. O PL também contém previsto em seu texto legal sobre o contrato de PSA, as cláusulas essenciais relativas à eventuais critérios de bonificação para o provedor que atingir indicadores de desempenho socioambiental superiores aos previstos em contrato. Este projeto de lei quando comparado aos demais projetos analisados neste trabalho, se coloca como o melhor preparado para o item relativo ao princípio da função social da propriedade.

Em relação à função social da propriedade, o Brasil apresenta desigualdade na distribuição das terras no Brasil resultando em muitas implicações sobre a função social da propriedade que tende a não cumprir seu papel em decorrência do uso e exploração dos recursos naturais. Aproximadamente 10% dos proprietários possuem 76% das terras enquanto

90% dos proprietários detém de 24 da terras no Brasil, representados pela agricultura familiar ou pequenos agricultores e latifundiários, respectivamente.

Para Packer (2015) devido aos baixos valores para as transações de PSA o público alvo desta política pública é composto por populações rurais de baixa renda, na maioria dos casos composta por agricultores familiares, comunidades quilombolas e povos indígenas, possuindo então o PSA significado ambiental e social, como o ocorrido no estado do Amazonas com o Bolsa Verde e o Bolsa Floresta, políticas públicas provenientes do governo federal e estadual respectivamente. Para Nusdeo (2012) a ideia da função social da propriedade ocorre no sentido da obrigação de serem preservadas as áreas de uso restrito não sendo então passíveis de recebimento as áreas a serem preservadas pela exigência da lei.

Para Packer (2015) também a condição obrigatória de preservação de áreas de uso restrito garante o sequestro de carbono pela vegetação nativa, sendo estes fatores pré-existent aos projetos de PSA de carbono de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), Redução das Emissões por Desmatamento (REDD) e Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD+), sendo portanto, áreas de uso restrito impossibilitadas de realizar o comércio de serviços ambientais para a sociedade, pois configuram exigência legal de preservação. Considerando a análise feita por Packer (2015) sobre o código florestal de 1965 e o atual, o caráter obrigatório de recomposição florestal em áreas de APP e RL para determinada parte da sociedade poderiam vir a configurar excedente de vegetação, com a possibilidade de comércio de serviços ambientais.

A possibilidade de pagamento por serviços ambientais sobre APP e RL prevista no art. 41 da Lei nº 12.651/2012 possui consequências econômicas e jurídicas que envolvem o pagamento realizado pelo Poder Público. Em função da preservação da cobertura vegetal decorrida por práticas preservacionistas em APP e RL poderão recair sobre a responsabilidade da União devido ao preço médio de projetos de PSA em andamento (média de 160,00 reais/ha/ano) e tamanho da área declarada no Brasil pelo Cadastro Ambiental Rural (28.946.741 ha como RL excluídos os dados de São Paulo e Paraná, e 6.345.655 ha como APP excluídos os dados de Tocantins) (GANEM, 2015; SFB, 2015).

Neste sentido, Ganem (2015) salienta que em âmbito jurídico no caso de recebimento de valores monetários somente por parte da população e não a totalidade envolvida no contexto de PSA em RL e APP, o restante da população brasileira também poderia recorrer às vias judiciais para recebimento financeiro configurando cobrança por aqueles que exercem a função do cumprimento legal sem, no entanto, obter algum recebimento financeiro. Isto

poderia ocasionar um cenário de incertezas no longo prazo, podendo criar injustiças ou desestimular a conservação e manutenção das áreas de APP e RL, podendo vir a fomentar o desmatamento.

Entretanto, a possibilidade de pagamento por serviços ambientais sobre APP e RL tem sérias consequências jurídicas e econômicas. Para Ganem (2015) possibilitar genericamente o PSA com recursos públicos em APP e RL esvazia as normas de comando e controle, pois permite que proprietários privados venham a sentir-se desobrigados de manter tais áreas se não receberem por isso. Segundo a autora, a obrigação de manutenção dessas áreas configura limitação administrativa, cuja observância está na essência do próprio direito de propriedade e não geram pagamento ou indenização por parte do Poder Público, geram um dever que cabe ao proprietário ou posseiro conservar e recompor a vegetação nativa, quando for o caso.

Como evidenciado por Packer (2015) a comercialização dos serviços ambientais em áreas de uso restrito mínimo protegido por lei não poderia ser realizada no âmbito nacional e internacional de comercialização, pois se referem somente ao cumprimento da legislação vigente não configurando adicionalidade de vegetação. Para a autora, o observado por Wunder (2007) como voluntário em relação o caráter relativo dos contratos de PSA os relaciona diretamente com os contratos, os títulos como créditos ou certificados e posteriormente aos mercados, baseados, sobretudo no caráter particular da tutela sobre o meio ambiente.

c) Princípio do desenvolvimento sustentável

O princípio do desenvolvimento sustentável no âmbito do PL 792/2007 é expresso de forma muito superficial por meio dos temas relativos aos recursos naturais e comentado superficialmente com relação à questão da importância para a sociedade da realização do pagamento por serviços ambientais. Não há descrições para o tripé econômico, social e ambiental, e consequentemente referência ao princípio do desenvolvimento sustentável neste projeto de lei.

O PL 5.487/2009 através do Art. 1º em parágrafo único faz referência ao termo desenvolvimento sustentável como sendo promovido por meio da atuação do poder público em função da continuidade da provisão dos serviços ambientais e assim relacionado ao desenvolvimento sustentável. Este termo também aparece em uma descrição mais clara sobre o termo desenvolvimento sustentável com referência as diretrizes da PNPSA, contendo o termo desenvolvimento sustentável e associando-o ao controle social e transparência,

promoção da integridade ambiental com a inclusão social de populações rurais em situação de vulnerabilidade.

Com relação ao PLS 276/2013 o princípio do desenvolvimento sustentável foi abordado como forma similar ao PL 5.487/2009, basicamente na promoção do desenvolvimento sustentável e aumento da provisão dos serviços assim como a inserção do tema dentro das diretrizes da PNPSA. Neste PL além da similaridade citada anteriormente, ainda aparecem outros objetivos com relação ao desenvolvimento dentro da PNPSA, como por exemplo, o estímulo ao desenvolvimento sustentável, através do incentivo aos integrantes das cadeias produtivas para a adoção de ações de produção de bens e serviços ambientais.

Também podem ser destacados os princípios e diretrizes da PNPSA com relação ao princípio acima citado no sentido amplo da promoção do desenvolvimento sustentável. Neste sentido o PLS 276/2013 possui o tripé da economia, meio ambiente e sociedade, considerado dentro de seu texto legal.

No PL 312/2015 o princípio do desenvolvimento sustentável é citado de forma vaga dentro dos objetivos do referido projeto de lei apenas como objetivo que visa o fomento do desenvolvimento sustentável dentro da temática de PSA. Neste sentido este estudo considera que um projeto de lei adequado tanto sobre a lei sobre pagamento por serviços ambientais quanto à política nacional de serviços ambientais necessitam possuir entendimento transparente dentro de seus textos legais com relação ao tripé econômico, social e ambiental ligado ao contexto do desenvolvimento sustentável para serem colocados em prática pela sociedade e demais segmentos sociais.

O problema sobre a clareza e maiores informações sobre o conceito de desenvolvimento sustentável é o mesmo citado para temas primordiais como adicionalidade, serviços ecossistêmicos e serviços ambientais anteriormente citados, uma vez que não há clareza dentro destes temas no texto legal. Concordando com Ferreira e Nahur (2014) a carência de clareza ao longo dos textos de todos os projetos de lei estudados para o princípio do desenvolvimento sustentável, pode comprometer até o próprio entendimento dos parlamentares que irão legislar a respeito dos PLs nas próximas comissões.

d) Princípio do protetor-recebedor

O PL 792/2007 não faz considerações sobre o princípio do protetor-recebedor de forma objetiva e transparente, não sendo, portanto discutido no texto do PL quem serão os provedores e recebedores destes serviços prestados pelo meio ambiente. O PL estabelece de

forma genérica que todo aquele que de forma voluntária empregar esforços no sentido de aplicar ou desenvolver benefícios de conservação dos serviços ambientais fará jus ao pagamento. Logo, o texto do PL 792/2007 não coloca em questão como poderá se dar esse ganho pela preservação se atendo somente a um artigo sem maiores explicações, sobretudo quanto aos grupos sociais beneficiários deste PL.

Com relação ao PL 5.487/2009 o princípio do protetor-recebedor também aparece de forma genérica. A não especificação dos grupos prioritários para estes pagamentos ocorre no sentido dos recebedores dos pagamentos pelos serviços ambientais serem aqueles que restabelecem, recuperam, mantém ou melhoram os ecossistemas no âmbito de planos e programas específicos.

O texto do PL 5.487/2009 também discorre sobre a formalização de instrumento contratual específico, com descrição de requisitos gerais para a participação a serem definidas. Também está presente na justificativa do referido PL a dependência da população rural (proprietários rurais, assentados rurais, moradores de reservas extrativistas entre outros) frente aos serviços ecossistêmicos fornecidos pelo meio ambiente e a possibilidade de recebimento de recursos monetários ou não-monetários pela sua preservação.

O PLS 276/2013 também considera como fornecedores de bens e serviços ambientais, as pessoas físicas e jurídicas que atuam nos setores de indústria, comércio, transportes, resíduos, construção civil, agricultura, florestas e outros usos do meio ambiente, sem descrição de grupos específicos. O princípio do protetor-recebedor é visto dentro das diretrizes com participação voluntária dos cidadãos, empresas e outras organizações no financiamento da produção de bens ambientais ou na remuneração de serviços ambientais prestados. São definidos como beneficiários de bens e serviços ambientais todos os que deles usufruem, direta e indiretamente.

No PL 312/2015 o princípio do protetor-recebedor é amparado objetivamente a especificação do termo sobre os provedores ambientais, como pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais de ecossistemas que prestam serviços ambientais. A PNPSA dentro do contexto do PL 312/2015 objetiva o reconhecimento das iniciativas individuais ou coletivas que favoreçam a manutenção, a recuperação ou melhoria dos serviços ecossistêmicos, por meio de remuneração financeira ou outra forma de recompensa, também de forma geral sobre os prestadores deste serviço ambiental.

As diretrizes da PNPSA para o PL 312/2015 evidenciam claramente o atendimento aos

princípios do provedor-recebedor do poluidor-pagador e do usuário-pagador definidos dentro do texto do PL esclarecendo que o PSA ocorre por meio de remuneração monetária ou por melhorias sociais à comunidade. Este PL também coloca cláusulas essenciais relativas às partes (pagador e provedor) envolvidas e ao objeto, com a descrição dos serviços ambientais a serem pagos ao provedor, sendo, portanto o PL mais completo dentro do contexto de PLs analisados para este princípio.

No âmbito do princípio do protetor-recebedor, Packer (2015) salienta que alguns contratos de PSA tendem a se aproximar da temática do fornecedor-recebedor, uma vez que com o contrato vinculado a área contratada e não somente ao serviço ambiental, pode-se ocasionar neste caso insegurança jurídica para ambas as partes em contrato de transação. Acrescentando a abordagem realizada por Ferreira e Nahur (2014) salientam que no sentido da forma de pagamento não remunerada, não existe texto dentro dos PLs capazes de elucidar as opções existentes para esta forma de pagamento ou que esclareça para o leitor quais são as possibilidades não remuneradas de PSA.

De acordo com Nusdeo (2012) também há dificuldade em estabelecer valores ambientais para determinados serviços ambientais de biodiversidade devido a processos complexos de mensuração do serviço no meio ambiente e valoração ambiental a ser aplicada sobre a quantificação do serviço ambiental. Neste sentido nenhum dos PLs estudados incentivaram o desenvolvimento de pesquisas sobre formas de valoração dos bens ambientais com vistas a conhecer as relações mais adequadas entre protetores e recebedores, sobretudo quanto bolsas de valores de ativos ambientais que possam criar condições para comercialização destes serviços.

Considerando os diversos atores da sociedade que podem ser considerados como protetores dos diversos serviços ambientais, é ressaltada a importância dos grupos indígenas e de populações tradicionais que possuem relação direta com a manutenção de áreas protegidas. Neste sentido, considerando o fato de que a provisão de serviços pelos ecossistemas ocorre de forma sistêmica, o fornecimento de serviços ambientais ocorre de forma conjunta e pode embasar a adicionalidade no pagamento por serviços ambientais dentro do princípio do protetor-recebedor, neste caso podendo o recebedor receber um bônus por serviços ambientais fornecidos em conjunto.

e) Princípio da dignidade da pessoa humana

No PL 792/2007 o princípio da dignidade da pessoa humana na justificativa, mais

precisamente dentro do item de preservação dos recursos naturais se referindo a sociedade civil como trabalhadores, membros de comunidades, associações, sindicatos, ONGs e líderes comunitários entre outros, que, direta ou indiretamente, atuam no processo de utilização dos recursos naturais. Não considera em nenhuma parte do texto da justificativa e nem do PL povos indígenas, proprietários rurais e demais grupos vulneráveis.

Já com relação ao PL 5.487/2009, este PL trata o princípio da dignidade da pessoa humana através dos princípios e diretrizes da PNPSA. Como exemplos podem ser citados a promoção da integridade ambiental com inclusão social de populações rurais em situação de vulnerabilidade; reconhecimento da contribuição da agricultura familiar, dos povos indígenas e dos povos e comunidades tradicionais para a conservação ambiental; prioridade para as áreas com maior risco socioambiental; promoção da gestão de áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade; e fomento às ações humanas voltadas à promoção de serviços ambientais.

Embora não coloque explicitamente a questão da dignidade da pessoa humana dentro dos Subprogramas de PSA (Floresta, Reserva Particular do Patrimônio Natural e Água), os exemplos acima tornam amplas as ações humanas voltadas ao PSA. Na justificativa são lembrados alguns grupos vulneráveis, a exemplo os assentados de programas de reforma agrária, proprietários familiares e moradores de reservas extrativistas não como alvo específico do PL, mas como grandes referências para a política nacional de PSA.

O PLS 276/2013 considera o princípio da dignidade humana nos princípios e diretrizes da PNPSA. O controle social e a transparência sobre a existência e o valor dos bens e serviços ambientais e sobre os PSAs realizados; a inclusão social e a regularização ambiental de populações rurais em situação de vulnerabilidade; prioridade ao pagamento por serviços ambientais prestados por agricultores familiares e empreendimentos familiares rurais, assim definidos nos termos da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, para a conservação ambiental no meio rural; promoção da gestão de áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade; fomento às ações humanas voltadas à promoção de bens e serviços ambientais e a participação voluntária dos cidadãos, empresas e outras organizações no financiamento da produção de bens ambientais ou na remuneração de serviços ambientais prestados constituem exemplos das diretrizes e princípios ligados ao princípio da dignidade humana no contexto da PNPSA para este PL.

O PLS 276/2013 ainda estabelece como beneficiários de bens e serviços ambientais todos os que deles usufruem, direta e indiretamente, conforme estabelecido nesta Lei e em regulamento específico. Dessa forma, o PL coloca explicitamente quem serão os grupos e

ações categorizados dentro da PNPSA assim como coloca de forma geral quem podem ser os beneficiários de bens e serviços ambientais dentro do PLS 276/2013, consequentemente abrangendo todos os grupos sociais envolvidos na temática de PSA.

Com relação ao PL 312/2015 a PNPSA possui como objetivos o estímulo à conservação dos ecossistemas, dos recursos hídricos, do solo, da biodiversidade, do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado; a valorização econômica, social e cultural dos serviços prestados pelos ecossistemas; o reconhecimento das iniciativas individuais ou coletivas que favoreçam a manutenção e a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos, por meio de remuneração financeira ou outra forma de recompensa. Este PL salienta a relação entre conhecimento tradicional e patrimônio genético relação ainda não considerada dentro dos demais PLs analisados.

Como diretrizes da PNPSA no âmbito do PL 312/2015 são verificadas no texto o reconhecimento da conservação, recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos como contribuidoras da qualidade de vida da população e a utilização do PSA como instrumento de promoção do desenvolvimento social, ambiental, econômico e cultural das populações tradicionais, dos povos indígenas e dos agricultores familiares. Neste sentido o PL faz relação com a promoção de ações de conservação, recuperação ou preservação do ambiente natural nas áreas de unidades de conservação, corredores ecológicos e zonas de amortecimento, nas terras indígenas e terras de quilombo; e conservação de remanescentes vegetais em áreas urbanas e periurbanas, de importância para a manutenção e a melhoria da qualidade do ar, dos recursos hídricos e do bem-estar da população e para a formação de corredores ecológicos urbanos.

O PSA no âmbito do PL 312/2015 pode ocorrer por meio de remuneração monetária ou por melhorias sociais à comunidade. Neste sentido, o PL 312/2015 se coloca adequado no sentido da promoção da dignidade humana perante aos grupos mais vulneráveis da sociedade, como povos indígenas, populações tradicionais e agricultores familiares no sentido da salvaguarda de seus direitos com relação ao PSA.

A preocupação com a dignidade da pessoa humana pode ser observada na criação de critérios de elegibilidade perante aos projetos de PSA, podendo estar nesse sentido contida dentro do referido PL (FERREIRA; NAHUR, 2014). Estes critérios tornariam a demanda organizada sem invalidar a participação da maioria, mas poderia tornar, por exemplo, prioritárias para PSA áreas de conservação ocupadas por grupos vulneráveis, como populações tradicionais e indígenas.

Com relação ao princípio da dignidade da pessoa humana necessita ser considerada a possibilidade de ocorrência de conflitos socioambientais uma vez que a legislação sobre PSA seja aprovada sem as devidas garantias legais afirmadas no sentido de promover a adequada dignidade humana dos povos. Neste sentido, Packer (2015) cita o exemplo em ocorrência do povo Munduruku que estabeleceu contrato de venda de PSA no âmbito internacional para a empresa Celestial Green (Irlanda), em termos contratados de livre acesso por parte da empresa em 2,3 milhões de hectares no território Munduruku com repasse total de direitos de propriedade e quaisquer certificados de benefícios advindos da biodiversidade naquela área pelo período contrato de 30 anos.

Para Packer (2015) além da renúncia dos direitos de utilização e disposição das terras indígenas tradicionalmente ocupadas, os indígenas ainda necessitariam de requerer autorização para a empresa compradora dos serviços ambientais. Neste sentido, Packer (2015) salienta que há previsão dos direitos indígenas previstos na Constituição e assim sendo a compra do direito real de usufruto do território por parte da empresa é vedada expressamente pela lei, no entanto os demais acordos que possam existir no país são ilegais até que haja a correta regulamentação sobre o tema.

f) Princípios da informação e da participação

O PL 792/2007 apresenta tanto em seu texto legal quanto na justificativa, graves falhas na informação, como ausência de informações ou informações incompletas sobre a obtenção dos recursos financeiros, a administração destes recursos e os beneficiários deste projeto de lei. Consequentemente, caso seja regulamentado com este atual texto legal, pode haver graves problemas com relação à participação e informação do público-alvo. O PL não faz menção a contratos, fundos e outros mecanismos econômicos e legais que possam vir a amparar o público alvo desta lei, portanto necessita ser readequado quanto aos objetivos políticos, econômicos, sociais e ambientais.

No âmbito do PL 5.487/2009 o texto legal e a justificativa apresentam algumas informações importantes que fornecem embasamento para conduzir os beneficiários a um bom aproveitamento da PNPSA. Consideram por exemplo, a definição das categorias de serviços ambientais, diretrizes e princípios da PNPSA, contam com alguma fundamentação econômica (Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais e seus constituintes) e colocam três subprogramas elegíveis para o PSA. O PL também enumera requisitos gerais para a participação no Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA),

entre eles a formalização de instrumento contratual específico. No entanto, este PL ainda carece de definições mais claras quanto aos direitos e deveres das partes que irão comercializar estes serviços e melhorias com base nos demais princípios citados anteriormente.

Para o PLS 276/2013 foram apresentadas algumas informações importantes que fornecem embasamento para conduzir os beneficiários a um bom aproveitamento da PNPSA. No entanto, a questão do contrato pelos pagamentos por serviços ambientais as populações mais vulneráveis não possuíram destaque direto no texto deixando o público-alvo sem representatividade dentro da previsão legal deste PL assim como a mercê da possibilidade de arranjos de negócios que possam comprometer, por exemplo, a segurança jurídica e social das transações sobre os bens ambientais ou a soberania do país.

Com relação ao PL 312/2015 foram apresentadas informações necessárias para uma adequada participação da sociedade em programas de PSA. Podem ser destacados como cláusulas essenciais, por exemplo, as partes (pagador e provedor) envolvidas; o objeto, com a descrição dos serviços ambientais a serem pagos ao provedor; à delimitação territorial de área do ecossistema provedor; e os direitos e obrigações do provedor, incluindo as ações de manutenção, recuperação e melhoria ambiental do ecossistema por ele assumida e os critérios e indicadores da qualidade dos serviços ambientais prestados; os direitos e obrigações do pagador, incluindo o modo, condições e prazos de realização da fiscalização e monitoramento.

Neste sentido também compõe cláusulas essenciais nos contratos de PSA à obrigatoriedade, forma e periodicidade da prestação de contas do provedor ao pagador; eventuais critérios de bonificação para o provedor que atingir indicadores de desempenho socioambiental superiores aos previstos em contrato; os prazos do contrato, incluindo a possibilidade ou não de sua renovação; os preços ou outras formas de pagamento, bem como aos critérios e procedimentos para seu reajuste e revisão; as penalidades contratuais e administrativas a que estará sujeito o provedor; os casos de revogação e de extinção do contrato e o foro e às formas não litigiosas de solução de eventuais divergências contratuais. Neste sentido sobre os princípios de informação e participação o PL 312/2015 foi o PL que melhor se adequou ao fornecimento adequado de informações com vistas a garantir uma melhor participação da sociedade no âmbito do PSA.

Com base em um dos pilares do princípio da informação e da participação dentro da PNPSA que possui como objetivo tanto a informação quanto a participação dos entes envolvidos nas transações, os contratos de PSA necessitam estar profundamente claros de

forma a garantir todos os direitos para ambas às partes nas transações. Como abordado por Packer (2015), os contratos podem ceder direitos de acesso, uso e gozo sobre grandes extensões territoriais ao longo de muitos anos ou até décadas. Para a autora, podem a partir dessas suas premissas – temporal e territorial – surgir complicações como utilização inadequada ou abusiva, fraudes com relação a marcos legais nacionais entre outros fatores que podem gerar insegurança jurídica quando as regras do contrato não estão definidas claramente para ambas as partes.

Para Nusdeo (2012) as populações mais vulneráveis precisam ter participação quanto aos aspectos do programa, tanto para expor possíveis situações conflitantes ou problemáticas que possam surgir quanto para dialogar sobre os benefícios que a comunidade acredita serem mais apropriados para o recebimento dos recursos. Neste sentido, a informação e a participação não surgem somente como princípios dentro do direito, como funções individuais que possuem poder de estabelecer potenciais de mudança em situações inadequadas sobre o ponto de vista legal quanto estabelecer o próprio empoderamento comunitário enquanto agentes alvos e participantes de políticas públicas.

2.4.3 Teoria Econômica

Na análise baseada nas teorias econômicas de Pigou e Coase para os PLs, no PL 792/2007 não são estabelecidas claramente quais serão as fontes de onde serão provenientes os recursos financeiros para o pagamento ou compensação pelo PSA. Neste sentido, este PL somente menciona que haverá pagamento ou compensação para todos aqueles que de forma voluntária empregarão seus esforços para a conservação dos serviços ambientais, mas não informa como será realizada a gestão dos recursos financeiros, quais serão as modalidades de arrecadação destes recursos seja por meio de taxas, impostos, subsídios ou provenientes de parcerias público-privadas ou somente no âmbito da iniciativa privada como constante do mercado de serviços ambientais.

Com relação ao PL 5.487/2009, o documento também não estabelece de onde serão provenientes os recursos financeiros para o pagamento ou compensação pelo PSA. Neste sentido quando o PL 5.487/2009 é comparado ao PL 792/2007, o primeiro ainda possui maiores especificidades quanto aos recursos econômicos, uma vez que dentro dos princípios e diretrizes constam a captação, gestão e transferência de recursos, monetários ou não, públicos ou privados, dirigidos ao pagamento dos serviços ambientais.

Com a criação do PFPSA neste PL também faria jus a criação de um fundo, o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FFPSA), de natureza contábil, possuindo como finalidade financiar as ações do PFPSA, dentro dos critérios estabelecidos no âmbito da regulamentação do PL 5.487/2009. O Fundo também poderia ter as despesas custeadas pelos recursos orçamentários destinados ao Ministério do Meio Ambiente entre outros constituintes de recursos como, por exemplo, até quarenta por cento dos recursos de que trata o inciso II do § 2º do art. 50 da lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997; dotações consignadas na lei orçamentária da União; doações realizadas por entidades nacionais e agências bilaterais e multilaterais de cooperação internacional ou, na forma do regulamento, de outras pessoas físicas ou jurídicas; e rendimentos que venham a auferir como remuneração decorrente de aplicações de seu patrimônio.

Ainda sobre os recursos financeiros que podem ser incorporados ao PFFSA, contidos no PL 5.487/2009, poderão possuir como fontes de receita as dotações consignadas na lei orçamentária da União e os recursos decorrentes de acordos, convênios ou outros instrumentos congêneres celebrados com órgãos e entidades da administração pública federal, estadual, do Distrito Federal ou municipal. Poderão também ser destinadas ao PFFSA as receitas advindas da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de que trata a Lei nº 9.433 de 1997, podendo então ser destinados ao Subprograma Água, desde que observadas às prioridades do comitê de bacias.

As modalidades observadas nos princípios e diretrizes do PL 5.487/2009 através dos instrumentos de captação, gestão e transferência de recursos, públicos ou privados, dirigidos ao PSA podem constar tanto da teoria econômica de Coase nesta explanação quanto da teoria econômica de Pigou, com base na possibilidade de destinação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos ao PFFSA. O que ainda é necessário no sentido de melhoria a este PL seria a melhor integração entre a teoria econômica de Pigou e Coase, sendo um misto destas duas alternativas para PSA como salientado por Rosenberg (2012).

Para o PLS 276/2013, também não foi esclarecido de onde serão provenientes os recursos financeiros para o pagamento ou compensação pelo PSA. O respectivo PL também cria o Fundo Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (FNPSA), de natureza contábil, com a finalidade de financiar as ações da PNPSA, dentro dos critérios estabelecidos no PL e em seu regulamento. O FNPSA é constituído por até quarenta por cento dos recursos de que trata o inciso II do § 2º do art. 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997; dotações consignadas na lei orçamentária da União; doações realizadas por entidades nacionais e

agências bilaterais e multilaterais de cooperação internacional ou, na forma do regulamento, por outras pessoas físicas ou jurídicas; financiamento e empréstimos nacionais e internacionais; rendimentos que o FNPSA venha auferir como remuneração decorrente de aplicações de seu patrimônio; e outras, previstas em lei ou regulamento.

Com base ainda no PLS 276/2013 os valores arrecadados em pagamento de multas por infração ambiental de que trata o art. 73 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, poderão ser destinados também ao FNPSA, conforme dispor o órgão arrecadador federal. Também cria o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA) com o objetivo de efetivar a PNPSA no âmbito federal, em especial no que tange ao pagamento desses serviços pela União. A diferença entre o PL 5.487/2009 e o PLS 276/2013 é relativa ao parágrafo único dos dois projetos de lei, uma vez que o PL 5.487/2009 se refere à possibilidade de utilização dos recursos referentes à cobrança por uso dos recursos hídricos dentro do subprograma água desde que observadas às necessidades da bacia hidrográfica enquanto que o PLS 276/2013 faz referência à utilização dos recursos financeiros referentes ao pagamento por crimes ambientais, no âmbito de multas por infrações ambientais pela redação da Lei nº 9.605/1998 que são destinadas ao Fundo Nacional de Meio Ambiente, Fundo Naval, Fundo Estadual e Fundo Municipal de Meio Ambiente ou correlatos como definir o arrecadador.

No âmbito das considerações sobre as teorias econômicas de Pigou e Coase, o mesmo indicado para o PL 5.487/2009 é indicado também quanto à utilização destas duas teorias para o PLS 276/2013. A utilização do mercado de serviços ambientais deve ser profundamente discutida no sentido de o Estado sozinho não possuir todos os recursos necessários para subsidiar a comercialização dos serviços ambientais no Brasil.

Para o PL 312/2015 também há a previsão da criação do Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FFPSA) com a finalidade de financiar as ações do PFPSA. As fontes de recursos do FFPSA seriam constituídas por três por cento dos recursos de que trata o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1997; três por cento dos recursos de que trata § 2º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1997; dotações consignadas na Lei Orçamentária Anual da União e em seus créditos adicionais; recursos decorrentes de acordos, ajustes, contratos e convênios celebrados com órgãos ou entidades da administração pública federal, estadual, do Distrito Federal ou municipal; doações realizadas por pessoas físicas ou por entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas; empréstimos de instituições financeiras nacionais ou internacionais; reversão dos saldos anuais não aplicados e rendimentos que venham a auferir como remuneração decorrente de aplicação de seu patrimônio.

Neste sentido o PL 312/2015 com relação às receitas provenientes da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, de que trata a Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, poderão ser destinadas ao PSA para promover a conservação e melhoria da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos. No entanto o PL determina que estas receitas devam ser aplicadas prioritariamente na bacia hidrográfica de origem, respeitando o previsto no plano da bacia hidrográfica.

Em uma análise sobre as teorias econômicas, o PL 312/2015 é o projeto de lei que melhor estabelece a relação entre teoria econômica de Pigou e a teoria econômica de Coase, entendendo que o maior problema na questão envolvendo serviços ambientais no Brasil ainda é relacionado ao pagamento envolvido nas transações.

Logo, o PL 312/2015 integrando iniciativas econômicas mistas de Pigou e Coase, coloca em seu texto legal como objetivos da PNPSA o fomento das relações entre agentes privados de provimento de serviços ambientais e pagamento por esses serviços e altera a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993 ("Lei de Licitações") visando não aplicar as disposições desta Lei na seção e contratação de provedores ou recebedores de serviços ambientais, assegurada a observância das exigências da legislação específica. Como parágrafo único, o PL 312/2015 ainda coloca a critério do Poder Público que atuar como pagador, possibilidade de aplicação das disposições desta Lei nos casos em que é viável a competição entre provedores ou recebedores de serviços ambientais.

Como evidenciado por Ferreira e Nahur (2014) a participação do setor privado não foi abrangida pelos PLs estudados, no entanto este setor é extremamente relevante para o enfrentamento e adaptação as mudanças no clima, consumo consciente, uso dos recursos hídricos e fármacos, uso adequado dos recursos naturais e etc. Neste sentido, também não são destacadas em nenhum dos textos legais estudados a importância e a necessidade das bolsas de valores ambientais capazes de transacionar todos os bens e serviços ambientais entre mercado nacional e/ou internacional, sociedade e setor privado.

Para Rosenberg (2012) algumas ações são necessárias no âmbito do PSA baseado na teoria mista de Pigou e Coase, como por exemplo, usar conjuntamente estas teorias como solução para as externalidades. Neste sentido, um bom exemplo a ser citado são as “políticas de cap-and-trade” onde o Estado impõe o limite coletivo de geração de poluentes e posteriormente são emitidos os certificados de permissão baseados no limite estabelecido pelo governo para serem comercializados entre os agentes privados (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002; ROSENBERG; 2012).

Além da incorporação da utilização das teorias econômicas mistas, o que também se sugere é a participação da sociedade civil na gestão coletiva dos recursos naturais, sendo as propostas econômicas baseadas nos instrumentos de mercado e/ou intervenção estatal, complementadas pela comunidade para solucionar os problemas da externalidade conforme sugerido por Ostrom (1990) e Rosenberg (2012). Sendo assim, o conjunto exemplificado pelo tripé composto pela teoria de Pigou com os subsídios e taxas, a teoria de Coase com os agentes privados e a teoria de Ostrom com a capacidade de inserção da sociedade como participante e agente diretamente envolvido com as externalidades poderiam propor diferentes soluções para diferentes níveis de externalidades presentes na temática do PSA e consequentemente sobre as transações envolvendo PSA e possíveis mercados.

2.4.4 Demais sugestões de melhorias

É necessária adequação com relação aos termos serviços ambientais e serviços ecossistêmicos dentro dos PLs. Os termos pagamento por serviços ambientais ou pagamento por serviços ecossistêmicos precisam ser definidos, uma vez que estas definições podem se referir ao mesmo objeto e causar confusão dentro dos projetos de lei. Algumas publicações internacionais mencionam o termo pagamento por serviços ecossistêmicos enquanto que os PLs aqui abordados fazem menção somente a pagamento por serviços ambientais sem mencionar a existência do termo pagamento por serviços ecossistêmicos em seu texto.

Neste sentido, a utilização do termo pagamento por serviços ambientais ou pagamento por serviços ecossistêmicos poderia ser discutidas e aprofundadas, em função da terminologia ambiental e sistêmica, uma vez que a terminologia sistêmica faz referência à visão de um sistema como um todo, enquanto a ambiental se refere a somente uma parte do sistema.

Também poderia ser incorporado ao texto dos PLs analisados, o art. 41 da Lei nº 12.651/2012, sobre os incentivos econômicos fornecidos e relacionados ao PSA. Podem ser destacados pelo art. 41 da Lei nº 12.651/2012 a obtenção de crédito agrícola e contratação de seguro agrícola com taxas de juros menores, limites e prazos maiores que as praticadas no mercado; dedução das APPs, RLs e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural contando como créditos tributários; destinação de recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água para ações de conservação ambiental como recomposição de APPs, RL e de uso restrito dentro da bacia hidrográfica; linhas de financiamento para atender as iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa entre outras ações de conservação ambiental e isenção de impostos para equipamentos a serem

utilizados em processos de recuperação de APPs, RL e de uso restrito.

Para os PLs de PSA melhor se adequarem ao art. 41 da Lei nº 12.651/2012, são necessários alguns ajustes também nos incentivos a comercialização do PSA. Neste sentido os PLs não consideram as Cotas de Reserva Ambiental (CRA) como possibilidade de comercialização em âmbito do PSA, e que poderão ser implementadas através do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O CAR, que já contém várias informações sobre a situação da regularização ambiental das propriedades e posses rurais poderia também exercer a função de plataforma de transparência dos serviços ambientais prestados em cada propriedade, posse, terra indígena ou assentamento no Brasil conjuntamente com o SINIMA. Dessa forma, o CAR poderia constituir um portal de fácil acesso tanto para provedores de serviços ambientais quanto para compradores e negociadores destes serviços.

No contexto da PNPSA e do PFPSA, precisam ser estabelecidas definições mais claras sobre o funcionamento dos fundos, definições dos conceitos básicos empregados para melhor funcionamento desta política pública para a sociedade (FERREIRA; NAHUR, 2014). Como descrito por estes autores necessitam de melhorias na definição o FFPSA em relação à origem das finanças relativas ao PSA e a readequação para o FNPSA com o objetivo de integrar iniciativas federais, estaduais e municipais de PSA existentes no país e, também salientam que é necessária cautela com a possibilidade de sobreposição legal, como leis de mudanças do clima que também estabelecem PSA.

Como descrito por Packer (2015) a legislação para PSA precisa considerar possíveis situações envolvendo conflitos socioambientais, e neste sentido os princípios do direito ambiental necessitam estar completamente garantidos em âmbito legal de forma a garantir segurança jurídica aos envolvidos. Também são necessárias readequações nos PLs referentes aos princípios relacionados ao direito do meio ambiente no âmbito do PSA de forma a promover a salvaguarda das garantias fundamentais ambientais presentes na legislação ambiental brasileira e a aplicação da lei.

Para Nusdeo (2012) a PNPSA no contexto ambiental, social e econômico brasileiro deve considerar como seus objetivos o zoneamento ecológico econômico, a priorização do envolvimento de populações indígenas e tradicionais, agricultores familiares e pequenos proprietários rurais, e a integração entre os objetivos ambientais e sociais também como objetivos econômicos. Os PLs apresentados também não distinguem as fontes de financiamento, a elegibilidade dos compradores e dos vendedores e fornecem informações

superficiais sobre questões relativas à governança, desenho e modalidades de PSA, acesso aos benefícios e salvaguardas socioambientais e financiamento (FERREIRA, NAHUR; 2014).

No sentido de estabelecer comparações ao longo dos PLs analisados, talvez em função do amadurecimento do tema no cenário acadêmico e de negócios a nível mundial e nacional, com a implementação das iniciativas relacionadas ao The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystems Services (IPBES) e projetos de PSA desenvolvidos no país, o PL mais adequado à aprovação seria o PL 312/2015. Mas readequações ainda necessitariam ser realizadas de forma a promover o desenvolvimento sustentável como assegurado no tripé econômico, social e ambiental para o Brasil.

2.5 Considerações Finais

Os projetos de lei analisados neste trabalho apresentam graves deficiências com relação à obscuridade e não definição de temas fundamentais, não observância total e parcial com relação aos princípios do direito ambiental anteriormente elencados e relativos ao pagamento por serviços ambientais, como a indefinição sobre a origem do suporte financeiro como base para toda a estrutura de negociações, projetos e iniciativas que iriam se desenrolar no âmbito do PSA no país. São necessários maiores esclarecimentos, sobretudo de forma a garantir uma melhoria e adequação da informação e participação da sociedade civil dentro do arcabouço legal destas iniciativas que tramitam dentro do Congresso Nacional, como os PLs analisados.

A definição sobre o termo adequado a ser utilizado sendo constituído ou por pagamento por serviços ambientais ou por pagamento por serviços ecossistêmicos precisa ser definido, uma vez que estas definições podem se referir a diferentes objetos e causar confusão. Neste sentido, em publicações internacionais e algumas publicações nacionais há sempre a ocorrência do termo pagamento por serviços ecossistêmicos enquanto que os PLs aqui abordados fazem menção somente a pagamento por serviços ambientais e não mencionaram a existência do termo pagamento por serviços ecossistêmicos em nenhum texto legal dos PLs analisados.

Os PLs precisam considerar também em suas justificativas e textos legais, os grandes avanços do cenário mundial para questões diretamente ligadas ao texto legal como, por exemplo, a UNFCCC e o IPBES com ações destas plataformas mundiais em políticas públicas brasileiras colocando em prática através das salvaguardas legais o que é discutido por especialistas mundialmente conhecidos. Neste sentido, totalmente relacionado aos PLs acima

estudados pode ser colocado o art. 5 da 21ª Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas ocorrida em Paris em 2015, que dentre outros pontos salientou:

Article 5

1. Parties should take action to conserve and enhance, as appropriate, sinks and reservoirs of greenhouse gases as referred to in Article 4, paragraph 1(d), of the Convention, including forests.

2. Parties are encouraged to take action to implement and support, including through results-based payments, the existing framework as set out in related guidance and decisions already agreed under the Convention for: policy approaches and positive incentives for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation, and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries; and alternative policy approaches, such as joint mitigation and adaptation approaches for the integral and sustainable management of forests, while reaffirming the importance of incentivizing, as appropriate, non-carbon benefits associated with such approaches. Paris Agreement (UNFCCC, 2015)

A adicionalidade precisa ser compreendida por parte dos legisladores de forma a garantir que os fornecedores de serviços ecossistêmicos estejam aptos a receber por mais de um serviço ambiental na mesma área. Neste sentido, quando o proprietário rural possui maior lucro ao optar por atividades agrícolas ou agropecuárias o valor recebido por dois serviços ecossistêmicos prestados conjuntamente poderia incentivá-lo a promover a conservação daquela região, podendo criar estruturas competitivas financeiramente frente às atividades agropecuárias que representam menor custo de oportunidade do uso da terra quando comparados a atividades conservacionistas.

Instrumentos já desenvolvidos de regularização ambiental como o Cadastro Ambiental Rural e as Cotas de Reserva Ambiental poderão se firmar como excelentes oportunidades de promoção e comercialização de serviços ambientais. Os projetos de PSA necessitam possuir acompanhamento de assistência técnica e extensão rural assim como certificação adequada para a comercialização dos serviços ambientais no futuro.

Neste sentido, é importante salientar que as salvaguardas socioambientais sejam respeitadas assim como o contexto de regulação ecológica e ecossistêmica seja respeitado, a fim de se evitar, por exemplo, projetos que sirvam somente como fonte de renda e que não sejam capazes de gerar a devida melhoria na qualidade ambiental e bem-estar social tanto do meio ambiente quanto das populações envolvidas. Também é necessário ressaltar que os projetos de PSA não se tornem políticas assistencialistas, de transferência de renda, ou tão somente venham a melhorar unicamente a qualidade do ambiente. É necessário que a melhoria ocorra em nível social, econômico e ambiental conjuntamente.

Logo, o Brasil apresenta farta oferta em serviços ambientais cabendo ao Congresso Nacional realizar a correta regulamentação sobre as transações envolvendo PSAs, de forma a garantir que os princípios do direito ambiental sejam garantidos e cumpridos, além de realizar a implementação legal economicamente adequada ao contexto do país. Cabe aos brasileiros continuar preservando e conservando o meio ambiente, bem pertencente aos povos como direito fundamental, de direito difuso qual seja a sua dimensão individual, coletiva ou intergeracional.

Referências

ABRAMOVAY, R. O desenvolvimento sustentável. Qual é a estratégia para o país? **Novos Estudos**, São Paulo, n. 87, p. 97-114, jul. 2010.

ANDRADE, A.G. de. O princípio fundamental da dignidade humana e sua concretização judicial. **Revista de Direito do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, n. 58, p. 35-39, jan./mar. 2004.

ANTUNES, P.A.B. **Direito Ambiental**. 16.ed.. São Paulo: Atlas, 2014. 1420p.

ATTANASIO jr., M.R. **Direito Ambiental Interdisciplinar**: para estudantes e profissionais das áreas de ciência e tecnologia. Campinas: Millenium Editora, 2015. 393p.

BANCO MUNDIAL, 2016. **Philippine Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services RETF**. Disponível em: <http://www.worldbank.org/projects/P146075?lang=pt>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

BIANCHI, P.N.L. **Arcabouço legal de Projetos de PSA**. Resumo de Consultoria. 2013. 34p. Disponível em: <<http://institutooikos.org.br/projetos/ANEXO1-ArcaboucoLegalPSAResumo%20Consultoria.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 18 jan. 2016.

BRASIL. Decreto 7.572, 28 de setembro de 2011. Regulamenta dispositivos da Medida Provisória no 535, de 2 de junho de 2011, que tratam do Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde. **Diário Oficial da União**, de 29 de set. de 2011 e retificado em 30 de set. de 2011.

BRASIL. Decreto n. 7.343, 26 de outubro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.114, de 9 de dezembro de 2009, que cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima - FNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, de 27 de out. 2010.

BRASIL. Lei 12.114 de 2009, de 9 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6o e 50 da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 10 de dez. de 2009 e retificado em 11 de dez. de 2009.

BRASIL. Lei 12.512, de 14 de outubro de 2011. Institui o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais; altera as Leis nºs 10.696, de 2 de julho de 2003, 10.836, de 9 de janeiro de 2004, e 11.326, de 24 de julho de 2006. **Diário Oficial da União** de 17 de out. 2011.

BRASIL. Lei n. 12.527, 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5o, no inciso II do § 3o do art. 37 e no § 2o do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, de 18 de nov. de 2011.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 28 de mai. de 2012. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Instituída no Novo Código Florestal, revogado pela Lei n. 12.651 de 2012. **Diário Oficial da União**, de 16 de setembro de 1965 e retificado em 28 de setembro de 1965.

BRASIL. Lei n. 9.433, 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, de 9 de jan. de 1997.

BRASIL. Lei n. 9.605, 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, de 13 de fev. de 1998 e retificado em 17 de fev. de 1998.

BRASIL. Lei n. 9.985, 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, de 19 de jul. de 2000.

BRASIL. Projeto de Lei n. 1.190, 29 de maio de 2007. Cria o Programa Nacional de Compensação por Serviços Ambientais - Programa Bolsa Verde, destinado à transferência de renda aos agricultores familiares, com condicionalidades. Autoria do Excelentíssimo Deputado Senhor Antônio Palocci. Ainda em trâmite na Câmara dos Deputados sob regime de tramitação prioritário. Disponível em:

<<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=353415>>.

Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 1.667, 2 de agosto de 2007. Dispõe sobre a criação do Programa Bolsa Natureza e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Fernando de Fabinho. Apensado ao PL 792/2007. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=360954>>.

Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 1.920, de 30 de agosto de 2007. Institui o Programa de Assistência aos Povos da Floresta - Programa Renda Verde. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Sebastião Bala Rocha. Apensado ao PL 792/2007. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=365313>>.

Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 1.999, 11 de setembro de 2007. Institui o Programa Nacional de Recompensa Ambiental (PNRA) e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Ângelo Vanhoni. Apensado ao PL 1190/2007. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=366973>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 195, 08 de fevereiro de 2011. Institui o sistema nacional de redução de emissões por desmatamento e degradação, conservação, manejo florestal sustentável, manutenção e aumento dos estoques de carbono florestal (REDD+), e dá outras providências. Autoria da Excelentíssima Senhora Deputada Rebecca Garcia. Arquivado na Câmara dos Deputados. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=491311>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 2.364, 6 de novembro de 2007. Dispõe sobre a adoção do Programa de Crédito Ambiental de Incentivo aos Agricultores Familiares e Produtores Rurais - Crédito Verde, e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado José Fernando Aparecido de Oliveira. Apensado ao PL 1190/2007. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=375701>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 212, de 08 de fevereiro de 2011. Institui o sistema nacional de redução de emissões por desmatamento e degradação, conservação, manejo florestal sustentável, manutenção e aumento dos estoques de carbono florestal (REDD+), e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Senador Eduardo Braga. Ainda sob trâmite no Senado Federal. Disponível em: <<http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/100082>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 276 de 2013. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA). Autoria do Excelentíssimo Senhor Senador Blairo Maggi. Ainda sob tramitação no Senado Federal. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/mateweb/arquivos/mate-pdf/131803.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 3.134, de 31 de março de 2008. Dispõe sobre o Programa Nacional de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal (PNCC), e dá outras providências. Arquivado na Câmara dos Deputados. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=098885DDDA CD8DA335E14F7499F59D0D.proposicoesWeb1?codteor=551469&filename=PL+3134/2008>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 312 de 2015 de 10 de fevereiro de 2015. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Rubens Bueno. Ainda sob tramitação na Câmara dos Deputados. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1299830&filename=PL+312/2015>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 5.487 de 24 de junho de 2009. Institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece formas de controle e financiamento desse Programa, e dá outras providências. Ainda sob tramitação na Câmara dos Deputados. Disponível em:

<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=667325&filename=PL+5487/2009>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 5.528, 1 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Bolsa Floresta. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Silas Câmara. Apensado ao PL 792/2007. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=440482>>.

Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 6. 204, de 13 de outubro de 2009. Altera os arts. 3º e 5º da Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que dispõe sobre o Fundo Nacional do Meio Ambiente.

Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Carlos Bezerra. Apensado ao PL 792/2007.

Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=454802>>.

Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 6.005, 09 de setembro de 2009. Dispõe sobre a inclusão entre os objetos dos financiamentos pelo Sistema Nacional de Crédito Rural, de sistemas de produção nas formas especificadas, que resultem em benefícios ambientais, e dá outras providências.

Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Beto Faro. Apensado ao PL 5487/2009.

Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=448936>>.

Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 7.061, 31 de março de 2010. Autoriza o Poder Executivo a criar a Bolsa Florestal para a agricultura familiar. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Zonta. Apensado ao PL 792/2007. Disponível em:

<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=471834>.

Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Projeto de Lei n. 792, de 19 de abril de 2007. Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências. Autoria do Excelentíssimo Senhor Deputado Anselmo de Jesus. Ainda sob tramitação na Câmara dos Deputados. Disponível em:

<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=79D7E07E7A220758BD174C97DDDE492C.proposicoesWeb1?codteor=453221&filename=PL+792/2007>.

Acesso em: 09 jan. 2016.

CHOMITZ, K.M.; BRENES, E.; CONSTANTINO, L. Financing environmental services: the Costa Rican experience and its implications. **The Science of The Total Environment**, cidade, v. 240, n. 1/3, p. 157-169, out. 1999.

COASE, R. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**, Chicago, v. 3, p. 1 – 44, out. 1960.

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

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S.J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, Guildford, v. 26, p. 152–158, mai. 2014.

CUNHA, T.F. **O Papel do direito na implementação de projetos de PSE/REDD+**. 2015. 189p. Dissertação (Mestrado em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

DAILY, G.C. **Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems**. Washington: ISLAND PRESS, 1997a. 394p.

DAILY, G.C.; ALEXANDER, S.; EHRLICH, P.R.; GOULDER, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P.A.; MOONEY, H.A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S.H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G.M. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. **Issues in Ecology**, Massachusetts, v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997b.

DERANI, C. **Direito Ambiental Econômico**. 3.ed.. São Paulo: Saraiva, 2008. 290p.

ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 65, n. 4, p. 336-674, mai. 2008.

FEARNSIDE, P.M. Deforestation impacts, environmental services and the international community. In: HALL, A. (Ed.). **Amazônia at the crossroads: the challenge of sustainable development**. London: INSTITUTE OF AMERICAN STUDIES, 2000. 13p.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: histórias, índices e consequências. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.1, n. 1, p. 113-123, 2005.

FERREIRA, M.F.; NAHUR, A.C. (Coord.). **Diretrizes para a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais**. Brasília: WWF-Brasil. 2014. 37 p. Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/diretrizes_pnpsa_final.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2015.

FOREST TRENDS. **Incentivos Econômicos para Serviços Ecossistêmicos no Brasil**. Rio de Janeiro, 2015. 120p.

GANEM, R.S. **Pagamento por serviços ambientais com recursos públicos com base em área de preservação permanente e reserva legal**. Nota Técnica, Câmara dos Deputados. 14p. Set 2015. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2015_18190_pgt-servicos-ambientais_roseli-ganem>. Acesso em: 18 jan. 2016.

GIBBS, H.K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D.C.; NOOJIPADY, P.; SOARES-FILHO, B.; BARRETO, P.; MICOL, L.; WALKER, N.K. (2015). Brazil's Soy Moratorium. **Science**, Washington, v. 347, n. 6220, p. 377-378, jan. 2015.

GRANZIERA, M.L.M. **Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2009. 676p
GRAU, E.R. **A ordem econômica na Constituição de 1988 (interpretação e crítica)**. 14.ed. São Paulo: Malheiros, 2010.

GREIBER, T. **Payments for Ecosystem Services**. Legal Institutional Frameworks. IUCN Environmental Policy and Law Paper ,78. Gland, Switzerland. 2009.

GUEDES, F.B.; SEEHUSEN, S.E. (Org). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2011. 280p.

HUPFFER, H.M.; WEYERMÜLLER, A.R.; WACLAWOVSKY, W.G. Uma análise sistêmica do princípio do protetor-recebedor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais. **Ambiente e Sociedade**, Campinas. v. 14, n. 1, p. 95-114, jan/jun/2011.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Perspectivas da Política Social no Brasil. Brasília: IPEA. 450p. Disponível em: http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/Livro_perspectivasdapolitica.pdf, acesso em 16 de junho de 2016.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 707-713, jun. 2005.

LANDELL-MILLS, N.; PORRAS, I.T. **Silver Bullet or Fools' Gold? A global review of markets for environmental services and their impact on the poor**. Instruments for Sustainable Private Sector Forestry Series. IIED, London. 2002. 254p. Disponível em: <http://pubs.iied.org/pdfs/9066IIED.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2016.

MARTIN-ORTEGA, J.; OJEA, E.; ROUX, C. Payments for Water Ecosystem Services in Latin America: A literature review and conceptual model. **Ecosystem Services**, Amsterdam, v. 6, p. 122-132, dez. 2013.

MEA, MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human Well-Being**. Washington: ISLAND PRESS. 2005. 137p.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário**. 4.ed. . São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. 1119p.

LAVRATTI, P. TEJEIRO, G. Org. **Pagamento por Serviços Ambientais, fundamentos e principais aspectos jurídicos**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2013. 149p.

MACHADO, P.A.L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 18.ed.. São Paulo: Malheiros, 2010. 1176p.

MEIRELLES, D.S. e. Teorias de mercado e regulação: por que os mercados e o governo falham?. Por extensoCad. EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v.8, n.4, p. 644-660, Dez 2010.

MILARÉ, É.; MACHADO, P.A.L. **Novo Código Florestal: comentários à Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 e à Med. Prov. 571, de 25 de maio de 2012**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012. 512p.

MOISÉS, C.P. **Direito ao desenvolvimento e investimentos estrangeiros**. São Paulo: Oliveira Mendes, 1998.

MORAES, L.C.S. de. **Código Florestal Comentado**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2009. 593p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, New York, v. 403, p. 853-858, fev. 2000.

NARDOTO, G.B.; MURRIETA, R.S.S.; PRATES, L.E.G.; ADAMS, C.; GARAVELLO, M.E.P.E.; SCHOR, T.; DE MORAES, A.; RINALDI, F.D.; GRAGNANI, J.G.; MOURA, E.A.F.; DUARTE-NETO, P.J.; MARTINELLI, L.A. Frozen chicken for wild fish: nutritional transition in the Brazilian Amazon Region determined by carbon and nitrogen stable isotope ratios in fingernails. **American Journal of Human Biology**, New York, v. 23, n. 5, mai. 2011.

NEPSTAD, D.C.; VERSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, New York, v. 398, p. 505-508, abr. 1999.

NUSDEO, A.M.O. **Pagamento por serviços ambientais. Do debate de política ambiental à implementação jurídica**. p. 8-45. In: LAVRATTI, P.; TEJEIRO, G. Org. Direito e mudanças climáticas: Pagamento por Serviços Ambientais, fundamentos e principais aspectos jurídicos. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2013; (Direito e Mudanças Climáticas; 6) 149p. Disponível em: <http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20131201182658_5649.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2016.

NUSDEO, A.M.O. **Pagamento por Serviços Ambientais: sustentabilidade e disciplina jurídica**. São Paulo: Atlas, 2012. 192p.

NUSDEO, A.M.O. **Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil: Elementos para uma regulamentação ambientalmente íntegra e socialmente justa**. 375p. Tese de Livre Docência (Departamento de Direito Econômico, Financeiro e Tributário). Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ONU, 2015. Organização das Nações Unidas. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. 41p. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>>, acesso em: 13 de junho de 2016.

OSTROM, E. **Governing the commons: the evolution of institutions for collective action**. New York :Cambridge University Press, 1990. 271p.

PACKER, L.A. **Novo Código Florestal e Pagamentos por Serviços Ambientais: Regime Proprietário sobre os Bens Comuns**. Curitiba: Juruá, 2015. 268p.

PAGIOLA, S. **Pagos por servicios ambientales**: principios y aplicación. In: WORLD WATER FORUM: LOCAL ACTIONS FOR A GLOBAL CHALLENGE , 2006. Sasumua,, Kenya **Proceedings...** Sasumua,. Kenya:WWC, mar 2006. p. 1-13.

PAGIOLA, S.; PLATAIS, G. **Payments for Environmental Services**: From Theory to Practice. Washington: World Bank, 2007. 19p.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. 2013. 336p. Disponível em: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSCContentServer/WDSP/IB/2015/05/15/090224b0828b3927/1_0/Rendered/PDF/Experi0ncias0d0ambientais0no0Brasil.pdf>. Acesso em 22 de janeiro de 2016.

PERMAN, R.; M.A, Y.; MCGILVRAY, J.; COMMOM, M. **Natural Resource and Environmental Economics**.3.ed. . Edinburgo: Pearson, 2003. 689p.

PIGOU, A.C. **The Economics of Welfare**. Londres: Macmillan and Co., 1932. Disponível em: <<http://www.econlib.org/library/NPDBooks/Pigou/pgEW36.html>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

PORRAS, I.; GRIEG-GRAN, M.; NEVES, N. All that glitters: A review of payments for watershed services in developing countires. **Natural Resource Issues** n. 11. International Institute for Environment and Development. London, UK. 2008. 129p. Disponível em: <<http://pubs.iied.org/pdfs/13542IIED.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

RIBEIRO, M.L.C.S. **A precificação dos serviços ecossistêmicos e o pagamento por serviços ambientais**. 2014. 125p. Dissertação (Mestrado em Direito, Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional), Centro Universitário do Pará. Belém, 2014.

ROSENBERG, R. **Mecanismos voluntários de pagamento por serviços ambientais: por que não ocorrem no Brasil? Um estudo focado em empresas de geração hidrelétrica e de abastecimento público de água**. 2012. 126p. Dissertação (Mestrado em Economia), Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

ROSSETTI, J.P. **Introdução à Economia**.20.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 922p.

SALVATORE, D. **Microeconomia**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977. 401p.

SALZMAN, J. Creating markets for ecosystem services: Notes from the field. **New York Law Review**, cidade, v. 80, p. 870-961, 2005.

SAMPAIO, J.A.L; WOLD, C.; NARDY, A. **Princípios de Direito Ambiental na dimensão Internacional e Comparada**. Del Rey: Belo Horizonte. 2003. 218p.

SANTOS, P.; BRITO, B.; MASCHIETTO, F.; OSÓRIO, G.; MONZONI, M. **Marco Regulatório sobre Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil**. Belém: Imazon. FGV - GVCes. 76p. 2012a. Disponível em: <<http://imazon.org.br/marco-regulatorio-sobre-pagamento-por-servicos-ambientais-no-brasil/>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SANTOS, R. F.; VIVAN, J.L. **Pagamento por Serviços Ecossistêmicos em perspectiva comparada**: recomendações para tomada de decisão. Brasília: Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil, 2012b.

SCHOMERS, S.; MATZDORF, B. Payments for ecosystem services: A review and comparison of developing and industrialized countries. **Ecosystem Services**, Amsterdam, v. 6, p. 16-30, dez. 2013.

SFB (Serviço Florestal Brasileiro). Cadastro Ambiental Rural – **Boletim Informativo Julho de 2015**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/cadastro-ambientalrural/numeros-do-cadastro-ambiental-rural>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

SILVA, J.A. **Curso de Direito Constitucional**. 30 ed. . São Paulo: Malheiros.2008. 926p.

SMIL, V. Population and environmental services. **Population and Development Review**, New York, v. 28, n. 2, p. 187-198, 2002.

SOLOW, R.M. The Economics of Resources or the Resources of Economics. **The American Economic Review**, v. 64, n. 2, p. 1-14, 1974. Papers and Proceedings of the Eighty-sixth Annual Meeting of the American Economic Association. Mai, 1974.

SUKHDEV, P. **The economics of ecosystems and biodiversity**. Interim report of the convention on biological diversity. Cambridge (Reino Unido): COMUNIDADE EUROPÉIA, 2008. 2p.

UNFCCC. **Paris Agreement**. 2015. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>>, Acesso em: 08 jan. 2016.

VARIAN, H.R. **Microeconomia**: princípios básicos. E.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 710p.

VEIGA NETO, F.C. da. **A Construção dos Mercados de Serviços Ambientais e suas Implicações para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2008. 298p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VEIGA, F. Building payments for environmental services' schemes based on forest-water services in Atlantic forest, Brazil. In: WORKSHOP ON PAYMENT FOR ECOSYSTEM SERVICES, THE NATURE CONSERVANCY, 2007. Cartagena. **Proceedings ...**Cartagena: Editora, 2007. 31p.

WENDLAND, K.J.; HONZÁK, M.; PORTELA, R.; VITALE, B.; RUBINOFF, S.; RANDRIANARISOA, J. Targeting and implementing payments for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 11, p. 2093-2107, set. 2010.

WUNDER, S. **Payments for environmental services**: some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper, n. 42, 24p. 2005.

WUNDER, S. The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation. **Conservation Biology**, Boston, v. 21, n. 1, p. 48–58, Fev 2007.

3 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE BIODIVERSIDADE E CARBONO NA REGIÃO DO RIO XINGU, AMAZÔNIA BRASILEIRA

Resumo

Este estudo teve por objetivo verificar se havia relação entre a biomassa da vegetação e a biodiversidade de espécies arbóreas e de abelhas, constituindo assim uma metodologia de estimativa de serviços ecossistêmicos de biodiversidade e carbono em 72 parcelas permanentes distribuídas ao longo da área de abrangência do Rio Xingu na região de Altamira - Pará. Os módulos amostrais de longa duração foram amostrados dentro das variações de florestas de terra firme tanto para vegetação quanto para biodiversidade de abelhas na região endêmica do Xingu. Optou-se pela utilização da equação alométrica de Uhl para cálculo do estoque de carbono e Índices de Diversidade de Shannon e Simpson para estimativa da biodiversidade da vegetação e abelhas, assim como os métodos estatísticos de correlação de Spearman e regressão linear entre riqueza de espécies arbóreas e quantidade de carbono armazenado a fim de verificar a possível relação existente entre produtividade gerada pelas espécies arbóreas e diversidade de plantas e abelhas. Logo, este estudo concluiu que existe relação direta entre acumulação de carbono em florestas tropicais e diversidade de espécies de plantas e abelhas, sendo melhor representado no Índice de Shannon. Na área do Rio Xingu foram encontrados 228 gêneros, 59 famílias e 472 espécies para uma amostragem total de 16.663 indivíduos com DAP $\geq 10,0$ cm e com classes de DAP variando entre DAP $\leq 29,9$ cm e DAP $\geq 30,0$ cm para a vegetação. Para as populações de abelhas foram identificados 7 gêneros, 1 família e 61 espécies constituindo a amostragem de 11.457 em 5 campanhas amostradas em períodos de seca e chuva. Os valores encontrados para a biomassa total da área correspondem a 77,91 Mg/ha, para carbono 38,96 Mg/ha e para CO₂ 142,97 Mg/ha. Os serviços ambientais fornecidos pelos serviços ecossistêmicos de provisão e regulação (carbono e biodiversidade) passíveis de valoração ambiental com métodos já utilizados na atualidade na região podem ser exemplificados pelas toneladas de carbono, fármacos obtidos da floresta, produtos madeireiros e não-madeireiros e a polinização.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; Amazônia; Polinizadores; Biodiversidade; Carbono

Abstract

This study had objetived to verify if existed relationship between biomass vegetation and biodiversity of trees and bees, doing a methodology to ecosystem services estimate of biodiversity and carbon in 72 sampled areas distributed throught Xingu River area in Altamira region - Pará. The module of long duration was sampled within mainland for biodiversity of trees and bees at Xingu endemic region. Chooosed by use the Uhl allometric equation to calculate the carbon stock and Shannon and Simpon Index Diversity to estimate biodiversity of trees and bees, as Spearman correlations and linear regression statistical methods within arboreal species and carbon quantity stored to verify the possible relation within productivity produced by plant arboreal species and bees pollinators. Thus, this study concluded that exists direct relation between carbon stocks in tropical forests within plant and pollinators diversity, being better represented by Shannon Index. In Xingu River area was found 228 genders, 59 families e 472 especies to total samples 16.663 indivíduos with $DAP \geq 10,0$ cm and class of DAP ranging within $DAP \leq 29,9$ cm and $DAP \geq 30,0$ cm to vegetation. To bee's population it was indentified 7 genders, 1 family and 61 species doing the samples with 11.457 individuals in 5 campaigns sampled in dry and wet periods. The values found to total biomass to that area it was 77,91 Mg/ha, to carbon it was 38,96 Mg/ha and to CO_2 it was 142,97 Mg/ha. The environmental services provided by provision and regulation ecosystems services (biodiversity and carbon) that can be valuate with methods that has been used in that region can be exemplified by carbon tons, drugs production collected in the forest, wood and non-wood product and pollination.

Keywords: Ecosystem Services; Amazon; Pollinators; Biodiversity; Carbon

3.1 Introdução

“É pelo trabalho que a mulher vem diminuindo a distância que a separava do homem, somente o trabalho poderá garantir-lhe uma independência concreta.”

Simone de Beauvoir

O ecossistema consiste na interação entre fatores bióticos através de seus organismos vivos e abióticos em seu ambiente inerte, resultando em processos ecossistêmicos ou interações em determinado espaço temporal. Para Odum e Barret (2005) essa interação entre ambiente físico e comunidade de organismos em determinada área gera energia em estruturas tróficas, diversidade biótica e ciclos de matéria entre partes vivas e não vivas podendo ser definida como sistema ecológico ou ecossistema. A espécie humana é altamente dependente dos serviços prestados pelos ecossistemas, resultantes dos processos ecossistêmicos (CHAPIN, 2011).

Nos últimos 50 anos, as mudanças nos ecossistemas em decorrência de atividades antrópicas têm ocorrido mais rapidamente e intensamente que qualquer intervalo temporal na história da humanidade (MEA, 2005). Tais mudanças impactam negativamente o bem-estar humano e o desenvolvimento econômico, com o aumento dos custos causados pela degradação de muitos serviços ecossistêmicos fornecidos pela natureza. De acordo com o The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), a conceitualização do termo serviço ecossistêmico pode ser explicado como sendo fluxos de valor baseados no estado (condição) e qualidade do capital natural fornecido à humanidade (PAVESE et al., 2012).

A transformação de paisagens, sobretudo a conversão de áreas nativas florestais em pastagens ou áreas agrícolas, tem alterado a oferta de serviços ecossistêmicos em determinadas áreas do planeta. Para Ramankutty e Foley (1999), a dependência da espécie humana sobre a atmosfera terrestre com vistas à obtenção de alimentos, fibras e outros elementos naturais sempre ocorreu, mas nos últimos três séculos têm ocasionado modificações nos ecossistemas naturais e contribuído para a mudança do uso da terra, sobretudo no Brasil.

O desmatamento na Amazônia, em sua parte inicial, foi decorrente das políticas públicas de ocupação da região Norte do país em meados de 1960, objetivando a proteção fronteiriça. Com o decorrer do tempo, em meados de 1980, o Brasil já contava com políticas públicas contra as práticas de retirada da floresta, no entanto, somente nas últimas duas décadas o poder público começou a adotar práticas restritivas para a proteção dos serviços ecossistêmicos promovidos neste bioma (BARRETO; SILVA, 2010; BARRETO et al., 2011).

As intervenções antrópicas nos ecossistemas têm agravado a degradação ambiental no Brasil. Conforme o MEA (2005) em nível mundial aproximadamente, 15 dos 24 serviços ecossistêmicos pesquisados durante a Avaliação Ecossistêmica do Milênio estão sofrendo algum tipo de degradação ou estão sendo utilizados de forma insustentável. Entre as principais alterações na Amazônia brasileira, nota-se a perda de biodiversidade e os impactos climáticos causados pela retirada da cobertura florestal (FEARNSIDE, 2005).

Neste contexto, a Floresta Amazônica, maior floresta tropical do mundo e importante vertedora de serviços ecossistêmicos em escala mundial, como a regulação climática, a elevada biodiversidade e a regulação hídrica, tem sofrido perda de cobertura vegetal em um ritmo acelerado e em taxas alarmantes provocado, principalmente, por ações humanas através de substituição da vegetação natural por pastagens e áreas agrícolas na região. Estas ações, por sua vez, implicam na redução da oferta de serviços ecossistêmicos.

Essa redução é considerada como um efeito cascata, ocasionado primeiramente pela perda de ecossistemas florestais que causam impactos negativos como redução de habitat de espécies, impacto na conservação do solo e redução da disponibilidade de recursos hídricos, além de proporcionar alteração no sequestro e armazenamento de carbono (BROWN; LUGO, 1990; COSTANZA; DAILY, 1992; DAILY, 1997; LUBCHENCO, 1998; ANGELSEN; KAIMOWITZ, 1999; HAWKEN et al., 1999; WATSON et al., 2001; FOLEY et al., 2007; BARRETT et al., 2013).

A Amazônia apresenta em sua estrutura e composição, a maior quantidade de carbono armazenado na vegetação, equivalendo a uma década e meia de emissões antropogênicas por este bioma. Considerando este e outros fatores ambientais esse bioma é de extrema importância para conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos. Em relação à valoração de seus serviços ambientais, estima-se que o seu valor seja cinco vezes superior quando comparada com as demais florestas do mundo (SOARES-FILHO et al., 2006; TURNER et al., 2007; COSTANZA et al., 1997).

Neste sentido, a Amazônia deve ser considerada prioritária em estratégias conservacionistas de uso da biodiversidade, para a preservação dos serviços ecossistêmicos em escala mundial (MAURY et al., 2002). Além da imensa importância ambiental, a Amazônia é também berço de povos indígenas e populações tradicionais de imenso valor histórico e serviços ecossistêmicos culturais para o país, e atualmente tem seu desenvolvimento ameaçado por mudanças nas leis que regulam seus direitos e territórios assim como atividades econômicas que afetam diretamente seu modo de desenvolvimento.

Conforme Young et al. (2007) o custo de oportunidade do uso da terra pode ser entendido como a rentabilidade máxima que se pode esperar da terra florestada caso fosse convertida para o uso agropecuário mais lucrativo. Considerando que o custo de oportunidade da conservação é decorrente do trade-off existente entre agricultura e pecuária, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais como mitigação de mudanças climáticas, proteção à biodiversidade e regulação hídrica tem custo de oportunidade alto quando comparada com agricultura e pecuária no contexto atual brasileiro (FEARNSIDE, 1989; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

Nos últimos anos, a degradação ambiental aliada ao incentivo da valoração dos serviços ecossistêmicos tem elevado o número de estudos sobre o assunto (DE GROOT, 1992; DAILY et al., 1997; COSTANZA et al., 1997; DE GROOT et al., 2002; DALY; FARLEY, 2004; MEA, 2005; TURNER; DAILY, 2008; ANDRADE; ROMEIRO, 2009; PATTERSON; COELHO, 2009; SAMPAIO, 2013). O crescimento populacional e o crescimento econômico, fenômenos estruturados e concretizados com o domínio do homem sobre o capital natural, evidenciam o quão dependente o desenvolvimento da sociedade é perante os bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas (ANDRADE; ROMEIRO, 2009). Essa situação confere ao estudo dos serviços ecossistêmicos e suas ferramentas de valoração ambiental novas formas de utilização mais conscientes e responsáveis dos sistemas naturais.

As atividades humanas desenvolvidas a partir da utilização dos serviços ecossistêmicos viabilizaram o crescimento econômico e populacional das sociedades. No entanto, a trajetória da degradação de ecossistemas terrestres que acompanhou o histórico desenvolvimento das civilizações pode contribuir para a redução dos benefícios do bem-estar humano e colocar em risco tanto o bem estar humano quanto o econômico (ANDRADE; ROMEIRO, 2011; MEA, 2005; SUKHDEV, 2008). Desde a produção de alimentos até a provisão de recursos genéticos, os serviços ecossistêmicos são itens indispensáveis para o desenvolvimento da espécie humana, possivelmente a ausência no fornecimento destes recursos causaria a extinção ou inexistência da espécie humana (MENDONÇA, 2012).

Com a intensificação da degradação dos ecossistemas, mesmo sendo conhecidos os limites naturais para capacidade de renovação dos estoques e fluxos, bem como a adaptabilidade às mudanças e capacidade de renovação dos recursos naturais, evidenciado por Ricklefs (2003) e Begon et al. (2007), as sociedades ainda continuam a utilizar os serviços ecossistêmicos além de sua capacidade de renovação. A procura de serviços ecossistêmicos

tem aumentado enquanto a capacidade dos ecossistemas de fornecer estes serviços tem sido diminuída devido as atividades antrópicas (MEA, 2005). Conforme Rockström et al. (2009) estas atividades já se encontram em nível avançado de deterioração alcançando seu limite planetário de uso e causando degradação como a perda de biodiversidade, o uso da água doce e as mudanças climáticas, além de alterações na ciclagem de nutrientes, entre outros.

Para Sampaio (2013) a utilização do termo serviços ecossistêmicos surge no contexto de estabelecimento da crise ambiental, mais especificamente quando a degradação causada por atividades antrópicas em sistemas naturais é provocada pela necessidade de suprimento quando as demandas de produção e consumo se estabelecem. Para tentar viabilizar a compatibilidade entre oferta e demanda por serviços ecossistêmicos, a economia ambiental surgiu como alternativa a esta crise, no intuito de valorar a natureza como prestadora de serviços ambientais e tornar notórios seus benefícios à sociedade.

Para se atingir a continuidade da provisão dos serviços ecossistêmicos ao longo das próximas décadas é necessário que haja equilíbrio nas funções ecossistêmicas. Para tanto os serviços ecossistêmicos estão sendo alvo de muitos estudos em decorrência do aumento populacional, do crescimento econômico e das atividades antrópicas que resultam na fragmentação de habitats e perda de biodiversidade tornando o ecossistema fragilizado e, na maioria das vezes, incapaz de proporcionar bens e serviços ecossistêmicos (MEA, 2005; NAEEM et al., 1999).

Na ecologia de ecossistemas a compreensão das funções e serviços ecossistêmicos fornecidos, mantidos, perdidos e modificados acontece devido ao conhecimento inicial existente, frente ao planejamento conservacionista e manejo dos ecossistemas (KREMEN, 2004, SAMPAIO, 2013). As metodologias usadas para quantificação dos serviços ecossistêmicos precisam estar relacionadas com as necessidades da sociedade e as funções dos ecossistemas.

O presente estudo é baseado em princípios inovadores, tendo como ideias norteadoras a diversidade, riqueza e abundância de abelhas do grupo Hymenoptera e vegetação, em fragmentos florestais na área do Rio Xingu, mais precisamente na região de Altamira – Pará, em consonância com os serviços ecossistêmicos de provisão e regulação, especificamente provisão de alimentos, através polinização, continuidade da genética da biodiversidade e regulação climática. Esses fatos evidenciam a necessidade de estudos sobre metodologias abrangentes para mensuração de serviços ecossistêmicos relacionados à biodiversidade e ao carbono, mais aprofundados em índices de diversidade e equações alométricas. Tais metodologias são capazes de entender a possível relação existente entre carbono e

biodiversidade no mesmo local de ocorrência, fornecendo dados sobre a integração dos serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade e subsidiando o processo de valoração de serviços ambientais.

É importante a quantificação de serviços ecossistêmicos com vistas à valoração ambiental destes recursos naturais e utilização destes dados em atividades de licenciamento ambiental, assentamentos rurais, áreas com alto grau de endemismo de espécies, hotspots e demais áreas de interesse ecológico. Neste sentido, esta metodologia poderia ser utilizada posteriormente para reverter benefícios à sociedade e não somente socializar os prejuízos ou privatizar os lucros, auxiliando no reconhecimento da importância do patrimônio natural. Quando há exportação de commodities como soja e carne também se exportam água e carbono, no entanto, este custo ambiental não é internalizado no preço final do produto por exemplo.

O objetivo deste trabalho foi analisar a possível relação existente entre carbono e biodiversidade de abelhas no contexto da área do Rio Xingu tomando por base os módulos amostrais das parcelas amostrais instalados na região de Altamira, Pará – Brasil, com vistas a fornecer subsídios para o entendimento desses serviços ecossistêmicos e auxiliando no fornecimento de informações para a valoração ambiental. Possui como objetivos específicos a quantificação das toneladas de carbono estocadas nos oito módulos amostrais instalados na região endêmica do Rio Xingu, a verificação da possível relação entre carbono armazenado na biomassa florestal e a riqueza de espécies arbóreas e abelhas nas parcelas amostrais e a definição dos serviços ambientais possíveis de valoração na área do Rio Xingu.

3.1.1 Funções Ecossistêmicas

As relações entre o meio biótico e abiótico, através de interações atemporais, intermitentes e dinâmicas definem o conceito de ecossistema como unidade funcional básica na ecologia (ODUM, 1985). A estrutura do ecossistema, composta pelos recursos bióticos e abióticos, assim como seu período de existência e distribuição ao longo do espaço geográfico auxiliam na ocorrência de processos ecossistêmicos, que por sua vez, auxiliam o desempenho das funções ecológicas ou ecossistêmicas.

Os processos ecossistêmicos incluem recursos hídricos, ciclagem de nutrientes (carbono, fósforo e nitrogênio) e têm sido mais rapidamente modificados. As modificações causadas pelas atividades antrópicas nos ecossistemas provocam mudanças não somente nas

estruturas dos sistemas naturais, mas também nos processos e funcionamento dos ecossistemas (MEA, 2005).

As funções ecossistêmicas, por sua vez, podem ser definidas por De Groot (1992) como a capacidade de provisão de bens e serviços que possam auxiliar na satisfação das necessidades humanas de forma direta ou indireta através de processos naturais. Determinada função ecossistêmica pode ser considerada um serviço ecossistêmico quando possuir possibilidade de utilização para finalidade humana (DAILY et al., 1997; COSTANZA et al., 1997; HUETING et al., 1998).

Para Sampaio (2013) o termo funções ecossistêmicas é essencialmente relevante para a compreensão do conceito de serviços ecossistêmicos, sendo fornecidos através das variadas funções do ecossistema e trazem diversos benefícios para a humanidade. Sendo assim, a dependência da integridade dos ecossistemas perante o atual estágio de degradação dos recursos ambientais é altamente relacionada à ocorrência dos processos ecológicos, conservação das funções ecossistêmicas e a continuidade de provisão dos serviços ecossistêmicos (DE GROOT et al., 2002).

3.1.2 Serviços Ecossistêmicos

Na construção histórica de estudos sobre os serviços e funções do ecossistema, os primeiros estudos foram apresentados em meados das décadas de 60 e 70, com o objetivo de evidenciar as consequências da perda de biodiversidade para o bem-estar humano (KING, 1966; HELLIWELL, 1968; ODUM E ODUM, 1972; HUETING, 1980).

O conceito apresentado por Daily (1997) coloca ênfase nos serviços prestados pelos ecossistemas e abrange basicamente as condições e os processos a partir dos quais os sistemas naturais e suas espécies constituintes sustentam e permitem o desenvolvimento humano. Costanza et al. (1997) os define consistentes em fluxos de materiais, energia e informação de estoques de capital natural, combinados com serviços de capital manufaturado e humano para produzir bem-estar humano. O MEA (2005) define serviços ecossistêmicos como sendo os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, e esta definição tem sido amplamente utilizada atualmente pela sociedade civil, pela ciência e pelo poder público. Neste sentido, os serviços ecossistêmicos resultam das funções ecossistêmicas e de forma direta ou indireta, contribuem para o bem-estar social, ou tem potencial de fazê-lo no futuro.

A elaboração dos conceitos e da definição de serviços ecossistêmicos segue uma ordem cronológica e possui uma relação entre as áreas de economia e ecologia. Pode-se

perceber na definição do MEA que os ecossistemas são vistos como provedores de fontes de serviços ecossistêmicos, fato apontado por Costanza et al. (1997). Contudo, Daily (1997) inclui a terminologia dos “serviços”, se referindo a “bens e serviços” obtidos de forma tangível ou intangível dos ecossistemas e estabelecendo uma relação direta de proximidade com a área econômica.

Embora o seu conceito ainda necessite de melhores esclarecimentos e difusão para sociedade, a valorização dos serviços ecossistêmicos e o estudo da ecologia dos serviços ecossistêmicos possuem características comuns que podem auxiliar no tratamento das questões ecossistêmicas e o fornecimento de seus serviços, sobretudo com relação às disciplinas de economia e ecologia (BOCKSTAEEL et al., 1995; SAMPAIO, 2013). Neste sentido, um maior debate relacionando as áreas de ecologia e economia no contexto dos serviços ecossistêmicos ainda é necessário em todas as esferas da sociedade.

Há na literatura científica algumas diferenças entre os termos serviços ambientais e serviços ecossistêmicos. Para Chomitz et al. (1999) o conceito de serviço ambiental se refere a uma atividade humana para manutenção ou aumento da provisão de benefícios, através do uso de recursos naturais fornecidos pelo meio ambiente. Enquanto o conceito de serviços ecossistêmicos se refere aos processos pelos quais os ecossistemas sustentam a vida humana, distinguindo-se os produtos de serviços dos ecossistemas (DAILY, 1997; MEA, 2005; SMIL, 2002; WUNDER, 2005).

Para o MEA (2005) os bens produzidos pelos ecossistemas incluem a produção de alimentos e combustíveis. Em contrapartida, os serviços prestados pelos sistemas naturais fornecem alguns serviços, como exemplo a provisão de madeira, fibras, recursos genéticos, água, regulação climática, da qualidade do ar, purificação e qualidade da água, polinização, serviços culturais prestados por sistemas naturais como valores espirituais e religiosos, estéticos e recreação e ecoturismo.

Nos últimos anos houve um aumento notável no número de estudos acadêmicos e projetos direcionados aos temas de economia e meio ambiente, serviços ecossistêmicos, serviços ambientais e ao capital natural, assim como avanços na legislação ambiental neste quesito, como, por exemplo, o TEEB, The Natural Capital Project, Projeto de Lei sobre Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil e avanços na área científica (ANDRADE; ROMEIRO, 2009a; ANDRADE; ROMEIRO, 2009; ANDRADE, 2010; MAY, 2005; GELUDA; YOUNG, 2005; PAGIOLA et al., 2013; ANDRADE, 2007; TOSTO, 2010; ANDRADE; FABIASEN, 2009; SANTOS; VIVAN, 2012; RODRIGUES et al., 2006;

GUEDES; SEEHUSEN, 2011; SHIKI; SHIKI, 2011; CUNHA, 2008; ANDRADE; ROMEIRO, 2013).

Para Romeiro e Andrade (2011) tanto a ecologia quanto a economia objetivam analisar e prever atributos e trajetórias de sistemas complexos, onde o processo é dinâmico e ocorre com a alocação de recursos escassos, pois a essencialidade do comportamento de agentes individuais e fluxos de energia e matéria existem. Interligado a este processo econômico, os serviços ecossistêmicos podem ser observados semelhantemente ao funcionamento do corpo humano, onde a essencialidade de funções ecossistêmicas passa despercebida, enquanto os ecossistemas fornecem inúmeros benefícios para a continuidade de vida no planeta, conforme evidenciado por Nicodemo et al. (2008).

O termo “função ecossistêmica” possui várias possibilidades de interpretação, podendo ser utilizado na descrição do funcionamento interno do ecossistema, como a ciclagem de nutrientes e fluxos de energia (DE GROOT et al., 2002; DAILY; FARLEY, 2004; KREMEN, 2004; MEA, 2005; DE GROOT et al., 2006). Alguns autores acreditam que o comportamento do ecossistema é entendido como função ecológica, e existem na forma de funções mantedoras dos ecossistemas e funções provedoras de serviços e bens à humanidade, podendo ser conhecidos como “clusters funcionais” (CHRISTIAN et al., 2005).

Como os serviços ecossistêmicos constituem a base da vida humana no planeta e são essenciais para o desenvolvimento da sociedade, é necessário garantir a manutenção dos fluxos e processos ecológicos através da preservação dos ecossistemas (SAMPAIO, 2013; MEA, 2005). Os estudos relacionando economia e ecologia, sobretudo com a temática de serviços ecossistêmicos são recentes, mas para aplicações práticas alguns autores já conceituaram o tema de acordo com Patterson e Coelho (2009).

No que se refere à provisão de serviços ecossistêmicos, alguns autores enfatizam a necessidade das funções ecossistêmicas apresentarem bom funcionamento, em decorrência do estado de integridade do ecossistema. Logo o estado de integridade do ecossistema possui estreita relação com os processos básicos do ecossistema e o fluxo das funções ecossistêmicas, responsáveis por gerar seus serviços (DE GROOT et. al., 2002; MEA, 2005).

3.1.3 Classificação de Funções Ecossistêmicas e Serviços Ecossistêmicos

A classificação em categorias das funções ecossistêmicas considerando os serviços prestados pelos ecossistemas foi criada para facilitar o entendimento da dinâmica e auxiliar na sistematização da diversidade dos serviços e funções fornecidas, sendo estudadas por vários

autores que consideraram tanto as funções quanto os componentes dos processos, os bens e os serviços ecossistêmicos (COSTANZA et al., 1997; DE GROOT, 1992; DE GROOT et al., 2000; DE GROOT et al., 2002; SAMPAIO, 2013)

De Groot et al. (2002) estudaram quatro conjuntos principais de funções ecossistêmicas, sendo eles: funções de regulação, funções de habitat, funções de produção e funções de informação (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Categorias das funções ecossistêmicas, componentes, processos e serviços que podem ser gerados

Funções	Definição	Exemplo de Funções	Exemplos de Serviços Associados
Regulação	Manutenção dos processos ecológicos essenciais e do sistema de suporte vital.	Regulação de gases, regulação do clima, regulação da água, formação do solo	Manutenção da qualidade do ar e da água; prevenção de inundações; proteção contra tempestades; drenagem e irrigação natural.
Habitat	São os espaços adequados para a sobrevivência da flora e da fauna e manutenção da diversidade biológica e genética.	Função de refúgio função de berçário	Manutenção de espécies.
Produção	Relaciona-se ao suprimento dos recursos naturais.	Provisão de alimento matéria-prima recursos genéticos recursos medicinais recursos ornamentais	Alimentos; combustível e energia; forragem e fertilizantes; medicamentos e produtos farmacêuticos;
Informação	Aptidão do ecossistema para o desenvolvimento cognitivo.	Informação estética recreação espiritual histórica cultural e artística ciência e educação	Natureza como motivo de livros, filmes, pinturas, folclore, símbolos nacionais, arquitetura; educação ambiental; valor histórico e patrimonial dos ecossistemas; uso dos ecossistemas para conhecimento tradicional e científico.

Fonte: Adaptado Hackbart, (2012).

A separação em conjuntos realizada por De Groot et al. (2002) embasou a categorização utilizada pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005). Essa

abordagem compreende quatro categorias de serviços ecossistêmicos, sendo: provisão, regulação, cultural e de suporte (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Categorias dos Serviços Ecossistêmicos

Serviços de Provisão	Resultados dos bens ou produtos ambientais dotados de valor econômico, obtidos diretamente pelo uso e manejo dos ecossistemas como alimento para o consumo humano, provisão de matéria prima, madeira, etc.
Serviços de Regulação	Relacionados com a capacidade natural do ecossistema de regulação dos processos ecológicos e com a manutenção dos processos ecossistêmicos como a regulação climática, controle biológico, regulação dos ciclos biogeoquímicos.
Serviços Culturais	Relacionados com os valores e manifestações culturais promovendo funções de reflexão, enriquecimento espiritual e recreação.
Serviços de Suporte	Garantia de todos os serviços porque mantém as condições dos recursos naturais como biodiversidade, variabilidade genética, ciclos biogeoquímicos, fotossíntese.

Fonte: MEA (2005).

Considerando os conceitos mais utilizados na literatura científica para o tema de serviços ecossistêmicos, o documento mais amplamente utilizado para esta temática é a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005), e este será o conceito adotado ao longo deste trabalho. Os principais serviços abordados serão os serviços ecossistêmicos de regulação e provisão considerando fatores como a provisão de alimentos através da polinização realizada pelas abelhas e a estocagem de carbono em florestas para a regulação climática e a regulação genética promovida por abelhas para manutenção da biodiversidade.

3.1.4 Serviços de Provisão e Regulação e a relação com Biodiversidade e Carbono na Amazônia

Os serviços ecossistêmicos de provisão estão relacionados com a capacidade de provisão de bens pelos ecossistemas. Como exemplos podem ser destacados os alimentos como frutos, raízes, pescado, caça e mel; matéria-prima para a geração de energia como lenha, carvão, resíduos e óleos; fibras como madeiras, cordas, têxteis; fitofármacos; recursos genéticos e bioquímicos; plantas ornamentais e água (MEA, 2005; GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Os serviços ecossistêmicos de regulação compreendem a possibilidade natural dos ecossistemas regularem seus próprios processos ecológicos. Os exemplos mais comuns para esta categoria envolvem a regulação dos processos ecológicos e manutenção dos processos ecossistêmicos, a exemplo a regulação do clima, controle biológico e a regulação dos ciclos biogeoquímicos relacionados com a capacidade natural do ecossistema de regulação dos processos ecológicos e com a manutenção dos processos ecossistêmicos como a regulação climática, controle biológico, regulação dos ciclos biogeoquímicos e polinização (MEA, 2005).

A Amazônia, a maior floresta tropical do mundo, estoca em suas estruturas grande quantidade de carbono, aproximadamente 460 toneladas por hectare, onde 50% deste valor bruto encontra-se fixado em tecidos vegetais (Fearnside, 1997). Porém, esta capacidade de armazenamento de CO₂ tem sido reduzida em virtude, principalmente, pelo aumento alarmante das taxas de queimadas e derrubada da floresta.

Estas práticas favorecem a emissão de CO₂ para a atmosfera causando perturbação do serviço ecológico de estocagem de carbono e, de acordo com as taxas de desmatamento atuais, registra-se a liberação de aproximadamente 0.3 bilhões de toneladas de carbono por ano, o equivalente a 5% do total das emissões antrópicas. Quando contabilizados juntamente com as emissões provenientes de incêndios florestais, oriundo das queimadas antrópicas, esta porcentagem aumenta para 10% do total das emissões antrópicas (FEARNSIDE, 1997; NEPSTAD et al., 1999).

Para Brandão Jr. et al. (2015) no período compreendido entre 1990 a 2013 o bioma Amazônia emitiu 876 milhões de toneladas de CO₂ por ano em média, sendo este o bioma com maior quantidade de emissões para o setor de mudança no uso da terra no Brasil, causado principalmente devido o alto estoque de carbono por hectare pressionado pelo desmatamento e também o baixo crescimento da floresta.

A dependência dos seres humanos pela atmosfera terrestre para obtenção de alimentos, elementos naturais e fibras, tem modificado os ambientes naturais e auxiliado na mudança do uso da terra no Brasil, sobretudo na Amazônia (RAMANKUTTY; FOLEY, 1999). Sendo assim, o valor econômico dos ecossistemas estudado por Costanza et al. (1997) mostra a contribuição das florestas através dos serviços ecossistêmicos de ciclagem de nutrientes, regulação do clima e controle de erosão no valor de 18,335 trilhões de dólares, do total de 33 trilhões de dólares providos anualmente pelos ecossistemas.

A temática de valoração dos serviços ecossistêmicos relacionados à biodiversidade, sobretudo em áreas de florestas tropicais, representa uma questão de grande complexidade e discussão no cenário brasileiro. A princípio, no processo histórico-científico, a valoração ambiental estava focada apenas na biodiversidade, onde o tema de interesse principal consistia na perda de habitats e, posteriormente, o foco voltou-se para as alterações dos ecossistemas em países em desenvolvimento (KRUTILLA; FISHER, 1975).

A nível mundial, na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas ou United Nations Framework on Climate Change (UNFCCC), ocorrida em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, já objetivava a estabilização de GEE na atmosfera, e posteriormente seria fortalecida com a criação do Protocolo de Kyoto durante a terceira Conferência das Partes (COP 3) em 1997 em Kyoto no Japão. Este protocolo firmou o compromisso da redução de emissões de GEE entre os países que foram signatários e permitiu a flexibilidade da redução das emissões de GEE podendo ocorrer fora dos países signatários cooperando para a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (SCHMID, 2011).

Apesar do MDL ter apoiado projetos de redução de emissões como energias renováveis e eficiência energética, esta ferramenta não considerava, por exemplo, projetos de redução de gases do efeito estufa (GEE) relacionados ao uso da terra, mudança do uso da terra e florestas. Na COP 9 ocorrida em Milão no ano de 2003 ficou estabelecido que o MDL permitiria somente o comércio dos créditos de carbono a partir de novos plantios florestais. Neste sentido também seriam excluídas as florestas nativas deste processo de valoração ambiental que entre os anos de 1997 a 2003 estiveram em discussão na parte de inserção das florestas no Protocolo de Kyoto (SCHMID, 2011).

Em 2005, durante a COP 11 em Montreal, ficou estabelecida a Redução das Emissões por Desmatamento (RED) através da iniciativa da Costa Rica e Papua Nova Guiné representando a Coalização Nacional para as Florestas com objetivo de evitar o desmatamento (VERBIST, et al. 2011). Neste sentido a iniciativa pioneira de RED colocava a pauta de redução de emissões no desmatamento dentro do contexto envolvendo florestas e mudança no clima.

Em 2007, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) publicou um relatório técnico que estimava as emissões de gases do efeito estufa provenientes do desmatamento na década de 90 totalizando 20% do total de emissões registradas para o período. Neste sentido, durante a Conferência das Partes (COP 9) surgia a tentativa da Redução do Desmatamento e Degradação Florestal (REDD) sendo mais um método de

comercialização de emissões para governos ou investidores privados (SANTILLI et al., 2005; ANGELSEN, 2008; SCHMID, 2011).

Houve em 2009, na COP 15 em Copenhague, a mudança da Redução por Desmatamento e Degradação Florestal com a ampliação para Redução por Desmatamento e Degradação (REDD+). A principal diferença entre o REDD e o REDD+ é que o primeiro permitia os países desenvolvidos compensar os países em desenvolvimento abundantes em florestas pela manutenção dos estoques de carbono, enquanto o REDD+ realizaria além da estocagem do carbono na floresta a conservação da biodiversidade, a redução da pobreza e melhoraria da governança florestal, impedindo a conversão de novas áreas agrícolas e extração madeireira ilegal (MAY et al., 2011; ANGELSEN, 2008).

Em 2015, durante a COP 21 em Paris houve a iniciativa do governo brasileiro de Contribuição Nacionalmente Determinada ou Intended Nationally Determined Contribution (INDC) no contexto das negociações de um protocolo, outro instrumento jurídico ou resultado acordado com força legal sob a Convenção, aplicável a todas as Partes. Nas contribuições por parte do governo brasileiro foi ressaltada a preocupação com as populações mais vulneráveis, políticas públicas, implementação de atividades de REDD+ e pagamento por seus resultados assim como no âmbito do setor florestal fortalecer o cumprimento do Código Florestal nos setores nacional, estadual e municipal; promover o desmatamento ilegal zero da Amazônia brasileira até 2030 e a compensação de emissões de gases do efeito estufa provenientes da supressão da supressão legal da vegetação até 2030; restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 para usos múltiplos; ampliar a escala de sistemas de georreferenciamento e rastreabilidade aplicáveis ao manejo de florestas nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis (BRASIL, 2015).

No Brasil a temática das ações de combate ao desmatamento começou com a iniciativa do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2013). Esse programa é estruturado pelas áreas temáticas de monitoramento e controle ambiental, ordenamento fundiário e territorial e, fomento de atividades produtivas sustentáveis.

No ano de 2007, surgiu a iniciativa do governo do Estado do Amazonas, conhecida como “Bolsa Floresta” onde o governo realizava pagamentos monetários às populações tradicionais pela conservação da floresta amazônica, objetivando a redução das emissões evitadas de gases do efeito estufa (GEE) (PAGIOLA et al., 2013; VIANA, 2010; VIANA, 2008; VIANA et al., 2006; VIANA et al., 2005; BRAGA; VIANA, 2003). Embora o

programa Bolsa floresta seja reportado como programa de pagamento por serviços ambientais (PSA) por alguns autores (BRAGA; VIANA, 2003; VIANA et al., 2008; VIANA et al., 2006; VIANA et al., 2005) para Pagiola et al. (2013) essa iniciativa não realiza os pagamentos baseados na área do projeto e sim por família, e por isso não se enquadra na representação de PSA.

O Brasil também contou com algumas iniciativas de MDL com reflorestamento como o caso da AES-Tietê no estado de São Paulo e, como exemplo de REDD+ pode ser citado o projeto de Carbono Florestal do Suruí idealizado ainda no ano de 2007 (PAGIOLA et al., 2013; NERY et al., 2013). No Brasil, ao que tange a biodiversidade, ainda não se chegou a um consenso sobre a metodologia mais adequada de valoração ambiental que seja capaz de sintetizar os diferentes serviços ecossistêmicos prestados pelos ecossistemas e valorar seus respectivos serviços ambientais.

Sabe-se que existem muitos projetos de PSA em andamento, como exemplo pioneiro no Brasil, o Projeto Conservador das Águas em Extrema no estado de Minas Gerais com início em 2006 e que tinha por objetivo o estímulo a recuperação de áreas de preservação permanente (APP). Segundo Guedes e Seehusen (2011) os projetos de PSA para biodiversidade que existem no contexto da Mata Atlântica estão relacionados principalmente aos serviços de polinização, dispersão, controle de pragas, manutenção da variabilidade genética e cultura e beleza cênica. Estes autores destacam o projeto “Conservação e Manejo de Polinizadores para a Agricultura Sustentável através de uma Abordagem Ecossistêmica” financiado pelo Fundo Global de Meio Ambiente ou Global Environment Facility (GEF), coordenado pelo MMA e executado pelo Fundo Nacional para a Biodiversidade (FUNBIO).

A preservação dos serviços ecológicos da Floresta Amazônica precisa ser priorizada no contexto das estratégias de conservação e uso da biodiversidade, considerando os ecossistemas e/ou paisagens como um todo, e não somente espécies individuais a serem conservadas. O apoio à criação de unidades de conservação no Programa de Áreas Protegidas da Amazônia, maior programa de criação de unidades de conservação do mundo é um exemplo de conservação de serviços ecossistêmicos na região amazônica (MMA, 2002). Logo, o atual estágio de degradação preocupa a sociedade em geral com relação aos serviços ecossistêmicos prestados pelo bioma amazônico, tanto em escala local como a polinização, quanto global com a estocagem de carbono e regulação climática.

Para De Groot et al. (2002) os serviços de provisão e regulação, como a polinização para fornecimento de alimentos e estoque de carbono para regulação climática, são funções relacionadas a capacidade natural e seminatural do ecossistema regular seus processos

ecológicos essenciais, sobretudo os serviços relacionados ao carbono e biodiversidade. A influência da cobertura vegetal e dos insetos polinizadores mediados pela capacidade dos ecossistemas proverem serviços ecossistêmicos à sociedade possui alta relação com as mudanças climáticas globais e a polinização de plantas nativas e culturas na Amazônia que está sofrendo severas alterações nas últimas décadas por abrigar as últimas fronteiras de expansão hidrelétrica e agrícola no Brasil.

A adoção de estratégias objetivando a conservação e gestão do território, sobretudo no território Amazônico por sua importância já descrita de fornecimento de serviços ecossistêmicos, necessita considerar a relação entre habitats relevantes para o fornecimento de vários serviços ecossistêmicos e a garantia da biodiversidade em determinada região tanto para a sobrevivência humana quanto para a biodiversidade animal e vegetal (Anderson et al., 2009). A relação entre biodiversidade ecossistêmica e seu respectivo funcionamento, surgiu aproximadamente em 1997, como questionamento entre as áreas de ecologia e ciências ambientais (LOREAU, 2010), podendo ser um indicativo da interdisciplinariedade dos temas envolvendo conservação da biodiversidade e manutenção da vida humana.

3.1.4.1 Abelhas e Polinização

Em 1992 acontecia na cidade do Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, popularmente conhecida como Rio 92. Esta conferência surgiu como marco na política ambiental brasileira, sobretudo para a conservação da biodiversidade e a conservação dos recursos naturais no país (RIBEIRO, 2010). Neste sentido a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) durante a COP 3 em 1996 ocorrida na cidade de Buenos Aires, já evidenciava estudos de casos relacionando serviços ecossistêmicos de polinização, agrobiodiversidade e a sua importância econômica.

Posteriormente em 1998, conforme descrito por Imperatriz-Fonseca et al. (2007), o Brasil reunia grandes especialistas mundiais e grandes lideranças da CDB para a discussão sobre a temática dos polinizadores em São Paulo. Nesta ocasião foram discutidos temas relacionados à conservação e uso sustentável de polinizadores, resultando na Declaração de São Paulo Sobre Polinizadores (DIAS et al., 1999). Este documento foi apresentando à CDB, na COP 5 no ano 2000 em Nairobi, e resultou na criação da Iniciativa Internacional dos Polinizadores (IPI) no âmbito da diversidade agrícola (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2007). Em 2002 na COP 6 da CDB realizada em Haia, esta iniciativa foi aprovada com ações

temáticas na África, Brasil e Sudeste Asiático no âmbito de projetos de Conservação e Gestão de Polinizadores para Agricultura Sustentável, através de uma abordagem de Ecossistemas.

As abelhas, enquanto agentes polinizadores são capazes de influenciar as relações ecológicas, a conservação e estabilidade dos ecossistemas, a diversidade da flora e sua variação genética de comunidades de plantas e diversidade da flora assim como sua especialização e evolução (BRADBPEAR, 2009). Alguns processos que ocorrem nos agroecossistemas como a produtividade agrícola assim como nos ecossistemas florestais que são provedores de muitos serviços ecossistêmicos, a exemplo estocagem de carbono, prevenção de erosão do solo, fixação e ciclagem de nutrientes, provisão de alimentos para os organismos aquáticos e terrestres, são dependentes direta ou indiretamente da polinização sobretudo a polinização realizada por abelhas (FREITAS, 2006).

É sabido mundialmente que o declínio das populações de abelhas é atualmente um dos fatores mais preocupantes em relação à provisão mundial de alimentos e à manutenção da diversidade genética, uma vez que determinadas culturas e espécies florestais são essencialmente dependentes da polinização realizada por abelhas. Segundo Giannini et al. (2012) abelhas nativas são importantes provedores de serviços de polinização, mas atualmente as possíveis causas dessas populações terem entrado em declínio em outras partes do mundo se referem às mudanças globais bem como a perda de habitats, invasão de espécies exóticas, utilização de pesticidas e mudanças climáticas o que pode gerar consequências desconhecidas para os serviços ecossistêmicos de polinização (POTTS et al., 2010). Na tentativa de estimar o valor monetário em nível mundial dos serviços de polinização, considerando somente os impactos sobre a agricultura, as estimativas chegaram a quantia de 117 bilhões de dólares anuais (COSTANZA et al., 1997; HEIN, 2009), enquanto Richards (1993) avaliou o valor monetário exclusivo da polinização equivalendo a 200 bilhões de dólares por ano e Gallai et al. (2009) estimaram em 153 trilhões de euros a nível mundial.

A polinização de culturas e de espécies florestais são exemplos mais comuns de serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas, e também considerados processos ecológicos essenciais capazes de garantir benefícios econômicos para a produção agrícola e auxiliar na continuidade da diversidade florestal (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Como descrito por Kremen et al. (2004), em nível mundial, ultimamente vem sendo manejadas aproximadamente doze espécies de abelhas com a finalidade de serviços de polinização, enquanto Freitas (2006) salienta que milhares de espécies contribuem para a polinização de diversas culturas agrícolas e espécies silvestres, muitas vezes sendo este serviço ecossistêmico prestado por populações silvestres ou não manejadas.

Para Imperatriz-Fonseca (2004) os polinizadores estão diretamente relacionados à utilização da polinização para a agricultura bem-sucedida e também à manutenção da biodiversidade. No caso do Brasil ambos os exemplos estão condicionados a continuidade da existência dos polinizadores, como a *Apis mellifera* (abelha-europeia) utilizada na polinização de culturas agrícolas, as mamangavas utilizadas na polinização do maracujá, as abelhas sem ferrão ou meliponíneos, que contribuem para a polinização de ecossistemas florestais podendo ser polinizadores principais nos trópicos e subtropicais, e as abelhas solitárias também alternativas para a polinização de culturas.

Neste sentido Imperatriz-Fonseca (2010) destaca que a conservação das áreas naturais florestais é necessária para a continuidade das populações de abelhas, assim como a polinização nas áreas agrícolas, sendo o desmatamento, queimadas, o uso de agrotóxicos e ação predatória de meleiros pelo homem, fatores principais que causam impactos negativos em populações de abelhas (KERR et al., 1996; KERR et al., 2010). Pouco é conhecido ainda sobre qual espécie agrícola ou florestal é polinizada por qual espécie de abelhas, o que pode vir a ser alvo de estudos futuros na área conjunta de serviços ecossistêmicos e biodiversidade de polinizadores.

Segundo Moure (1967) e Cameron (2004) são descritas 187 espécies para os gêneros *Euglossa*, *Eufriesea*, *Eulaema*, *Aglae* e *Exaerete*, da tribo Euglossini ou mais popularmente conhecidas como abelhas-de-orquídeas. Estes gêneros compreendem algumas das espécies encontradas na região do Rio Xingu – Pará durante esta pesquisa, e possuem como distribuição geográfica na região neotropical desde o México, Brasil até a Argentina onde a distribuição destes grupos de abelhas é comum (DESSLER, 1982). Para Darrault et al. (2006) as abelhas do gênero *Euglossa* são as mais ricas deste grupo totalizando 104 espécies. E, embora abelhas do gênero *Eufriesea* possuam o segundo maior número de espécies, 62 no total, ainda é o gênero menos conhecido dentro da tribo (CAMERON, 2004).

Sobre a distribuição do grupo Euglossini, como descrito anteriormente, o grupo é amplamente encontrado na América Tropical, com ocorrência na parte central da Argentina e no Sul dos Estados Unidos, conforme Silveira et al. (2002). Para Roubik (2004), este grupo é rico e abundante em florestas úmidas, com ocorrência descrita de 57 espécies para a Floresta Atlântica como evidenciado por Peruquetti et al. (1999), e 83 espécies para a Florestas Amazônica conforme REBÊLO (2001) apud Darrault et al. (2006). Para o Cerrado e para a Caatinga, Dessler (1982) e Zanella (2000) encontraram espécies em menor quantidade em locais com vegetação mais aberta.

Como descrito anteriormente, há pouca literatura disponível sobre diversidade de polinizadores e também sobre déficits de polinização de espécies vegetais cultivadas no Brasil (FREITAS, 2006). Algumas espécies podem ser destacadas considerando a polinização realizada por abelhas, como a acerola (*Malpighia emarginata*), murici (*Byrsonima crassifolia*), goiaba (*Psidium guajava*), pimentão (*Capsicum annuum*), graviola (*Annona muricata*), melão (*Cucumis melo*), maçã (*Pyrus malus*), abóbora (*Curcubita maxima*), café (*Coffea arabica*), cebola (*Allium cepa*), pêssego (*Pirus persica*), laranja (*Citrus sinensis*) entre outros (FREITAS et al., 1999; AGUIAR et al., 2000; FREITAS e OLIVEIRA FILHO, 2001; PEREIRA, 2003; FREITAS e PEREIRA, 2004; CRUZ et al., 2004; SILVA et al., 2005; DE ALMEIDA, 2003).

No caso específico da Amazônia, Kerr et al. (2010) enfatiza que cada árvore é capaz de abrigar em média até setenta mil artrópodes e o bioma abriga números de diversidade de espécies maiores que 30 espécies de abelhas, número que representa a média desses animais encontrada em outros biomas respectivamente. Os estudos sobre polinizadores têm evoluído na Amazônia, que representa a maior floresta tropical do mundo em uma das regiões mais biodiversas do Estado do Pará. Deve-se considerar que representando o grupo mais comum entre os responsáveis pela polinização das florestas tropicais, onde a polinização por animais é realizada na maioria das espécies vegetais, as abelhas necessitam da preservação dos remanescentes florestais principalmente para nidificação nos troncos de árvores que potencialmente abrigam suas colmeias (MAUÉS; OLIVEIRA, 2010).

3.1.4.2 Vegetação e Carbono

A maior e mais diversa floresta tropical no mundo, a Amazônia possui mais de seis milhões de km² distribuídos em nove países ao longo da América do Sul. Com aproximadamente 40.000 espécies de plantas, 427 de mamíferos, 1.294 de aves, 378 de répteis, 427 de anfíbios e cerca de 3.000 espécies de peixes (RYLANDS et al., 2002; FEARNSTIDE, 1997, 1999, 2000; SAINT-PAUL et al., 1999) esse Bioma desempenha importantes funções ecossistêmicas de provisão e regulação.

A vegetação de Florestas de Terra Firme da região amazônica na área do Rio Xingu possui três regiões fitoecológicas características deste ambiente: Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Ombrófila Aberta (com cipós e palmeiras) e Formações Pioneiras com Influência Fluvial (vegetação dos pedrais) (CAVARARO; MARTINS, 2012).

Segundo Vicentini et al. (2001) as Florestas de Terra Firme apresentam composições de diferentes estratos e estrutura da vegetação, a exemplo árvores, ervas terrestres, parasitas, saprófitas, hemiepífitas, lianas, arvoretas e arbustos. As variações espaciais das espécies das composições deste tipo de vegetação são comumente encontradas em florestas da Costa Rica na América Central, com ocorrência de famílias de plantas como a Leguminosae, Orchidaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Moraceae, Bignoniaceae, Palmae e Euphorbiaceae, com similaridade em abundância e riqueza específica (VICENTINI et al., 2001).

Em relação à diversidade, a Floresta de Terra Firme apresenta elevada riqueza de espécies arbóreas, como exemplo as famílias Lecythidaceae, Sapotaceae, Buseraceae, Leguminosae e Chrysobalanaceae. Alguns autores (SCHULZE; MOONEY, 1994, LOREAU et al. 2001, NAEEM et al. 2002) têm explorado relações entre funções ecológicas e diversidade de espécies, mas pouco tem sido feito com relação à estrutura funcional dos ecossistemas segundo Balvanera et al. (2005).

Conforme descrito por Vicentini et al. (2001) as Florestas de Terra Firme são ambientes que não estão sujeitos a inundação em épocas de cheias dos rios da Amazônia, pois ocorrem nas partes mais altas do relevo, e compreendem variados tipos de vegetação, com diferentes estruturas e várias espécies. Neste sentido esta forma característica de vegetação apresenta elevada diversidade com baixo número de indivíduos por espécie. De acordo com Salomão et al. (2007) as espécies mais comuns nessa região são a castanheira (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), melancieira (*Alexa grandiflora*, Fabaceae), acapu (*Vouacapoua americana*, Caesalpiniaceae), babaçu (*Attalea speciosa*, Arecaceae), capoteiro (*Sterculia speciosa*, Sterculiaceae), seringueira (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae), tachi preto (*Tachigalia myrmecophila*, Caesalpiniaceae), amarelão (*Apuleia mollaris*, Caesalpiniaceae), ingá pereba (*Inga alba*, Mimosaceae) entre outros.

Além da alta diversidade encontrada em algumas regiões da Amazônia, determinadas áreas também possuem alto grau de endemismo. Pelo conceito definido por Wallace (1852) entende-se como endemismo um grupo único de espécies que não podem ser encontradas em nenhum outro lugar do mundo. Dessa forma, essas espécies são denominadas espécies endêmicas. Podem ser encontradas oito áreas de endemismo para a Amazônia: Guiana, Imeri, Napo, Inambari, Rondônia, Tapajós, Xingu e Belém (SILVA DIAS et al., 2002)

Como destacado por Almeida et al. (2013) 88, 87% da área endêmica do Xingu está sob diferentes tipos de uso. Estes compreendem atividades madeireiras e agropecuárias além

de conflitos latifundiários pela conversão de novas áreas de terra. Tais fatores impactam os serviços e funções deste ecossistema através do desmatamento para abertura de novas áreas, e grilagem de terras, com o avanço da monocultura de soja em grande escala e grandes projetos de infraestrutura, como mineradoras e hidroelétricas gerando perdas para a biodiversidade local.

3.1.4.3 Biodiversidade e Carbono: métodos para estimativa

Uma maior riqueza de espécies possivelmente pode estar relacionada com a coexistência de peculiaridades ecológicas como maior biodiversidade, resultando assim em uma maior variedade de provisão de serviços ecossistêmicos. Estudos relacionando biodiversidade e serviços dos ecossistemas têm sido amplamente difundidos nas últimas décadas em função do contexto de degradação ambiental e de perda contínua de biodiversidade (ZHANG et al., 2012).

Nestes estudos, existe a relação entre biodiversidade e efeitos positivos em processos ecossistêmicos, a exemplo da produtividade, decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (TILMAN et al., 1997; HOOPER; VITOUSEK, 1998; YACHI; LOREAU, 1999; HECTOR et al., 2000). Mas a relação entre diversidade e funcionamento ecossistêmico, pode se tornar controversa quando a ideia de diversidade é entendida por estabilidade ecossistêmica, garantindo a constância das funções do ecossistema.

A CDB traz o conceito adotado de biodiversidade como sendo “a variação existente não somente entre as espécies de plantas, animais, microrganismos e outras formas de vida no planeta, mas também em cada espécie, através da diversidade genética, e dentro de cada ecossistema, onde as espécies interagem entre si e com o ambiente físico” (CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2010a: 23; MMA, 2010). No Brasil, a CDB foi ratificada pelo Decreto Lei nº 2 de três de fevereiro de 1994 e está baseada em três pilares principais: conservação da diversidade biológica, o uso sustentável da biodiversidade e a repartição justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos se referindo à biodiversidade em nível de ecossistemas e espécies e recursos genéticos, fatores relevantes ao desenvolvimento da vida humana no planeta.

Durante a COP 10 da CDB, realizada em 2010 em Nagoya, foram estabelecidos 20 objetivos para evitar a perda de biodiversidade do Plano Estratégico 2011-2020 (CDB, 2010b). Os 20 objetivos compõe as Metas de Aichi, divididas em cinco categorias principais: a) envolvimento da sociedade e o governo nas ações a fim de resolver as causas da perda da

biodiversidade, b) redução das pressões diretas sobre a biodiversidade e promoção do seu uso sustentável, c) melhoria do panorama atual da biodiversidade por meio da defesa dos ecossistemas, espécies e diversidade genética, d) realce dos benefícios antrópicos frente aos serviços prestados pela biodiversidade e pelos ecossistemas, e) melhoria da implementação através do planejamento participativo, conhecimento, gestão, e capacidade de construção.

Frente às cinco categorias das Metas de Aichi, este trabalho melhor se adequa ao item de melhoria do panorama atual da biodiversidade por meio da defesa dos ecossistemas, espécies e diversidade genética assim como realce dos benefícios antrópicos frente aos serviços prestados pela biodiversidade e pelos ecossistemas, sobretudo a polinização e a regulação climática. Sendo assim, foram verificadas a quantidade de toneladas de carbono estocadas, a riqueza e diversidade das espécies florestais e abelhas assim como a possível relação entre o estoque de carbono armazenado na biomassa florestal e a riqueza de espécies arbóreas e de abelhas nas parcelas amostrais na área do Rio Xingu, mais especificamente na região de Altamira – PA.

Considerando qualquer comunidade biológica, como as abelhas ou a vegetação, o grau de organização pode ser definido por distribuição das abundâncias ou frequências relativas das diversas espécies presentes ou riqueza específica como sugerido por Vieira (2003). Do Couto et al. (2013) salienta que é necessária uma boa definição do sistema amostral de qualquer estudo e que antes disso é extremamente importante a clara definição dos objetivos do levantamento que se pretende realizar.

Do Couto et al. (2013) também considera que quando se fala ou estuda diversidade biológica há alguma confusão e necessitam ser avaliadas duas características fundamentais como riqueza e equabilidade. Para o autor, esta se refere a semelhança entre abundância de espécies enquanto a riqueza é representada pelo número de espécies em determinado ecossistema. Pode-se então considerar que uma comunidade com alta equabilidade possui também alta diversidade.

Para Do Couto et al. (2013) a diversidade de espécies pode ser medida através de três categorias distintas. Estas três categorias referem-se aos índices de riqueza que representam o número de espécies em determinada amostragem, aos modelos de abundância que apresentam as abundâncias de espécies desde as variações de equabilidade até a variação da abundância das espécies e, aos índices de diversidade que são baseados nas abundâncias das espécies e são amplamente utilizados, como os índices de Shannon e Simpson.

Para Vieira (2003) em uma visão geral sobre índices de diversidade, a autora evidencia que a utilidade está na informação dada sobre estruturas populacionais das amostras analisadas, onde suas variações podem ser estudadas ao longo do tempo podendo fornecer informações sobre mudanças na população. Em uma aplicação prática, os índices de diversidade podem fornecer informações sobre mudanças populacionais em diversos espaços geográficos estabelecendo comparações e sua relação com mudanças ambientais, no caso deste estudo mudanças na provisão de serviços ecossistêmicos e ambientais.

Questões envolvendo a diversidade de espécies em determinados ecossistemas e sua relação com produtividade ou biomassa ecossistêmica já vindo sendo estudadas no contexto da ecologia (GUO; BERRY, 1998; CARDINALE et al., 2009). Os índices de diversidade, apesar de apresentarem algumas dificuldades na comparação e interpretação dos dados constituem a única ferramenta existente para se avaliar a riqueza e diversidade de espécies em determinada área (MAGURRAN, 2004).

Conhecendo bem o ecossistema e suas comunidades é possível traçar ferramentas de conservação para serviços ecossistêmicos, sobretudo os de polinização e regulação climática, assim como utilização em programas de monitoramento de grandes obras que aceleram as mudanças ambientais em escala regional e local, utilizando-se de comparações com valores encontrados em programas governamentais de monitoramento como o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBIO), o Programa de Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA), o Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), por exemplo.

3.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi analisar a possível relação existente entre carbono e biodiversidade de abelhas no contexto da área do Rio Xingu tomando por base os módulos amostrais das parcelas permanentes instalados na região de Altamira, Pará – Brasil, com vistas a fornecer subsídios para o entendimento dos serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade auxiliando no fornecimento de informações para a valoração ambiental destes serviços ecossistêmicos. Possuiu como objetivos específicos:

- a) Quantificação do carbono estocado nos módulos amostrais da área endêmica do Rio Xingu.
- b) A verificação da possível relação entre biomassa e a biodiversidade de espécies arbóreas e abelhas nas parcelas amostrais da área endêmica do Rio Xingu.
- c) Definição de serviços ambientais possíveis de valoração na área do Rio Xingu

3.3 Material e Métodos

3.3.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada no estado do Pará, inserida no Vale do Rio Xingu, na Região de Altamira (coordenadas 03° 45' 23" S e 52° 12' 23" W). Na classificação de Köppen, o clima da região é definido como equatorial, variando nas formas “Aw” e “Am” e a temperatura média anual é de 23,7°C com temperatura mínima de 22, 1°C e máxima de 32,4°C apresentando precipitação média anual de 2.123 mm (ALONSO E CASTRO 2006, Apud SOUZA et al. 2014).

Este estudo foi desenvolvido na área endêmica do Rio Xingu (coordenadas 03° 07' 35" S e 51° 46' 30" W) na Área de Influência Direta (AID) da UHE BeloMonte em um conjunto de municípios no estado do Pará, compreendendo Altamira, Anapu, Brasil Novo, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu. A descrição completa dos módulos de cada parcela encontra-se no mapa 3.1.

Mapa 3.1 – Localização em Sistema WGS 84 para cada parcela amostrada para as variáveis de vegetação e abelhas na área do Rio Xingu

3.3.2 Amostragem do Estudo e Delineamento Amostral

A amostragem realizada na área do Rio Xingu para o levantamento de dados sobre flora e artrópodes utilizados neste estudo fez uso da metodologia de implantação de módulos permanentes conhecida como amostragem de conglomerados em estágio triplo (módulo, transecto e parcela). Neste estudo o monitoramento das localidades considera 5 km² como módulo amostral onde foram instalados 2 transectos de 5 km de comprimento paralelos entre si e distantes 1 km. Neste módulo amostral, foram instaladas 12 parcelas de 250 metros de comprimento e largura de 40 metros perpendicular aos transectos, onde o eixo central da parcela segue a curva de nível.

No total dos 8 módulos amostrais, cada módulo continha 2 transectos, onde cada transecto era composto por 6 parcelas amostrais cada. No total para este estudo foram utilizadas 72 parcelas onde foram realizados o levantamento fitossociológico da vegetação e a amostragem para abelhas ocorreu em 5 campanhas durante inverno e verão, respectivamente.

Mapa 3.2 – Descrição do módulo utilizado no desenho amostral da área do Rio Xingu

Tanto para a vegetação quanto para abelhas as amostragens foram realizadas semestralmente nas parcelas que seguiram o sentido das curvas de nível (isoclinas) já que o relevo é um fator determinante da vegetação. No comprimento de 250 metros e faixa de largura variável, a altitude inicial é dada em determinado ponto onde seja conhecida e mantém-se constante ao longo da parcela, para que não haja modificações.

As parcelas tiveram início com distância de 10 metros entre as marcações do transecto a fim de minimizar os possíveis efeitos de borda, sendo a marcação primária feita através de

uma linha central. Após a marcação central foi feito um estiramento para união dos piquetes a cada 10 metros, fixos no solo. Na marcação das linhas laterais foi observada uma largura variável em razão de cada grupo amostrado onde foi considerado o trânsito dos pesquisadores no local fato onde foi deixada uma faixa de 1 metro de largura, e o restante da amostragem realizou-se após este intervalo.

O delineamento especial de amostragem foi dividido em três formas diferentes de parcelas para melhor execução do trabalho e variando de acordo com o objeto da amostragem. Em espécies com ampla área de vida (como o grupo Hymenoptera) o monitoramento ocorreu em trilhas de 5 km, em contraposição, espécies com área de vida pequena foram amostradas em parcelas terrestres. Foram utilizados três modelos de amostragens em parcelas: parcelas terrestres - distribuídas ao longo do módulo para estimar a biomassa das espécies arbóreas, invertebrados terrestres e flora; parcelas ripárias - localizadas ao longo da beira dos cursos de água apropriadas para vegetação ripária; e trilhas - transectos para estudo de plantas raras.

A amostragem de biomassa e carbono em populações biológicas foi realizada conforme padrões definidos na Convenção das Nações Unidas sobre o Clima (disponível em <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-03-v2.1.0.pdf>). A amostragem da flora considerou diâmetro da altura do peito – DAP dos indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 10 cm, considerando sua classificação em dois segmentos: $\leq 29,9$ cm e ≥ 30 cm, altura e demais itens compostos do inventário florestal, e o grupo de vertebrados terrestres - Hymenoptera foi coletado via protocolo específico, detalhado abaixo.

Na figura 4 é mostrada a distribuição dos oito módulos amostrais com dois transectos em cada módulo amostral que compreende seis parcelas amostrais em cada transecto, permitindo melhor visualização da amostragem realizada em campo. Pode-se observar também que os períodos amostrais compreenderam duas estações distintas (seca e chuva) de forma a representar melhor as possíveis diferenças encontradas na flora e nas abelhas em suas abundâncias sazonais.

Mapa 3.3 – Módulos amostrais com as parcelas distribuídos para monitoramento da fauna e flora terrestre na área do Rio Xingu compreendendo os municípios de Altamira, Anapu, Brasil Novo, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu na Área de Influência Direta da UHE Belo Monte

3.3.3 Métodos de Amostragem Utilizados

3.3.3.1 Metodologia Utilizada para Amostragem de Abelhas

A metodologia de amostragem utilizada para coleta de abelhas baseou-se na técnica nº4 – armadilhas com iscas para abelhas das orquídeas (Euglossini). Esta técnica está contida no Protocolo 1 - Insetos Capturados com Armadilhas Atrativas, do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBIO) (BRASIL, 2011b). A utilização desta metodologia tem sido aplicada em grandes projetos na região Amazônica, a exemplo Projeto Integrado MCT – EMBRAPA (PIME), Biodiversité des Paysages Amazoniens Déterminants Socio-économiques et Production de Biens et Services Écosystémiques (AMAZ_BD), Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra (CENÁRIOS), Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBIO), Projeto de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) e Rede Temática em Modelagem Ambiental da Amazônia (GEOMA) além da sua utilização nos sítios de amostragem do PPBIO.

A técnica nº 4 do PPBIO é baseada no uso de armadilhas com iscas, permitindo a amostragem simultânea de vários locais, sem necessidade de presença simultânea de coletores, e aplicáveis em períodos curtos de tempo em cada coleta. Para este estudo optou-se por esta metodologia por apresentar a possibilidade de amostragem de dados espacialmente ampla, permitindo que fossem realizadas análises estatísticas apropriadas.

De acordo com a técnica nº4 do PPBIO (BRASIL, 2011b) a isca consiste em essências, colocadas no algodão da armadilha na hora de instalar em campo (NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006). O volume da essência colocada no algodão depende do tipo empregado, pois elas diferem no poder de atração (CARVALHO, et al. 2006; ZIMMERMANN, et al. 2006). As iscas utilizadas continham substâncias em mistura, sendo composta por cineol (50%), vanilina (30%) e salicilato (20%). Cada armadilha foi pendurada a aproximadamente 1,5 m do solo, permanecendo no campo por 24 horas. Após este período a armadilha foi fechada e foram removidas as abelhas retidas.

Figura 3.4 – Armadilha utilizada na amostragem para abelhas Euglossini

Em cada um de três furos foi inserido um funil feito com um gargalo de garrafa plástica. Este funil foi recoberto internamente por areia colada com cola de isopor e foram colados nos buracos. Na tampa da garrafa é inserido um palito de churrasco, no qual foi preso um chumaço de algodão e colocada a isca. Adaptado de BRASIL (2011b).

Foram amostrados oito sítios, sendo que cada um deles foi contemplado com um módulo de amostragem do PPBIO, composto por 5 km de trilhas e 5 parcelas de 250 m, em espaçamento regular de 1km e com amostragem com armadilhas dentro das parcelas.

Figura 3.5 – Módulo de amostragem do PPBIO, indicando os 5 km de trilhas principais e as 6 parcelas

A distribuição das armadilhas foi definida considerando o raio de atração de cada método e a diferença entre eles quanto ao número de réplicas necessárias para obtenção de estimativas válidas (MEDEIROS et al. 2007). Em cada parcela do módulo do PPBIO, foram distribuídas 3 armadilhas para Euglossini. No total, em cada coleta, o sítio foi amostrado com 15 armadilhas para Euglossini.

Figura 3.6 – Técnica nº4 do Protocolo 1 do PPBIO aplicada a este estudo na distribuição de armadilhas de abelhas na área do Rio Xingu

A logística da amostragem em cada coleta contou com a participação de duas equipes de dois coletores, que trabalharam no campo por dois dias consecutivos (pelo menos três pernites em cada sítio em cada coleta). A periodicidade das coletas deu-se através de duas coletas em cada sítio em cada ano sendo uma na estação seca considerada como menos chuvosa abrangendo os meses de junho a novembro e, a estação chuvosa que ocorre entre os meses de dezembro a maio (OLIVEIRA et al., 2002). A distribuição da periodicidade das coletas para cada campanha de acordo com a tabela 3.3 foi a seguinte:

Tabela 3.3 – Distribuição da periodicidade das coletas para cada campanha de abelhas amostrada

Campanha	Meses	Estação	Ano
Campanha 1	Fevereiro, Março e Junho	Maior parte estação chuvosa	2012
Campanha 2	Julho, Agosto e Novembro	Menos chuvosa	2012
Campanha 3	Abril e Maio	Chuvosa	2013
Campanha 4	Agosto, Setembro e Outubro	Menos Chuvosa	2013
Campanha 5	Janeiro e Fevereiro	Chuvosa	2014

3.3.3.2 Metodologia Utilizada para Amostragem da Vegetação

A metodologia utilizada para amostragem fitossociológica na área endêmica do Rio Xingu se destinou ao estudo do componente arbóreo nas áreas com unidades amostrais permanentes com sistema de parcelas. Em cada uma das parcelas foram medidos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 10 cm, considerando sua classificação em dois segmentos: $\leq 29,9$ cm e ≥ 30 cm. Para amostragem fitossociológica foi utilizado o Manual para Medição e Marcação de árvores em grades e módulos de árvores em grades e módulos do Programa de Avaliação Rápida e Pesquisa Ecológica de Longa Duração (RAPELD) do PPBIO (BRASIL, 2014) adaptado ao monitoramento da Floresta de Terra Firme no âmbito da área do Rio Xingu.

De cada indivíduo amostrado foi anotada a parcela de ocorrência, nome da espécie, o perímetro na altura do peito (1,30 metros) e a altura. O perímetro foi medido utilizando uma fita métrica graduada ou paquímetro. Nas áreas de parcelas permanentes, o ponto de medição (1,30 metros a altura do peito) de todos os indivíduos amostrados foi identificado de forma permanente, usando placas metálicas numeradas, para viabilizar os recenseamentos periódicos. A altura das árvores foi estimada com o auxílio de uma vara de tamanho conhecido. Para a anotação dos dados referentes a cada indivíduo amostrado (o número do indivíduo, o número da parcela a que pertence o DAP, altura, observações relevantes, etc.) foram utilizados coletores eletrônicos de dados de campo ou planilhas padronizadas.

O diâmetro foi medido a 1,30 m do solo e nas árvores com sapopemas grandes o diâmetro foi medido cerca de 50 cm acima do final da sapopema. Na presença de irregularidades no tronco o ponto de medida foi deslocado para secções mais cilíndricas do caule. Para as medidas de diâmetro, foi utilizada uma fita diamétrica, ambas com precisão de $\pm 1\text{mm}$. Nos indivíduos com diâmetro inferior a 6 cm foi utilizado um paquímetro, posicionando-o no sentido do maior diâmetro no momento da leitura.

Como unidade amostral as árvores foram amostradas em duas faixas de diferentes larguras dependendo de seu tamanho: indivíduos com $\text{DAP} \geq 10 \leq 30$ cm em parcelas de 250 x 20 m, sendo 10 m para cada lado da linha central; indivíduos com $\text{DAP} \geq 30$ cm foram avaliados em parcelas de 250 x 40 m, sendo 20 m para cada lado da linha central.

As faixas para a amostragem das árvores foram estabelecidas depois da faixa tampão de 1 m da linha central. As parcelas foram em número total de 72 e tiveram distribuição esquemática como a figura 3.7.

Figura 3.7 – Desenho esquemático das parcelas permanentes para análise fitossociológica com os medidores de nível de lençol freático

3.2 Análise de dados

Os dados referentes à vegetação e abelhas foram analisados com base na riqueza, abundância e diversidade dessas variáveis. Para a vegetação foi realizada estimativa da biomassa e para abelhas e vegetação houve análise da diversidade.

a) Mensuração da Biodiversidade

A mensuração da bioversidade pode ser realizada através de índices de diversidade que visam medir a diversidade contida em determinada região ou comunidade biológica através da matemática baseado na riqueza (número de espécies da comunidade) e abundância (número de indivíduos por espécies). Conforme Mendonça (2002), caso a biodiversidade não possa ser medida, não existe a possibilidade de tomar decisões estabelecendo o que deve ou não ser preservado ou conservado, além de ser um fator necessário e anterior para se determinar a valoração ambiental da biodiversidade.

No livro *Mensurando Diversidade Biológica*, Magurran (2004) descreve índices e aplicações para mensuração da biodiversidade. Estes índices são conhecidos como índices de diversidade, e neste trabalho foram utilizados os índices de Shannon e Simpson. O índice de Shannon foi idealizado considerando a mensuração da biodiversidade como a mensuração da informação em determinado código ou mensagem, a amostragem é realizada de forma aleatória dentro de uma comunidade infinita, mas pode confundir riqueza de espécies com regularidade (MAGURRAN, 2004).

$$\text{Shannon Index (H)} = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad (1)$$

Onde:

p: é a proporção de indivíduos de uma espécie encontrada (n) dividida pelo número total de indivíduos encontrados (N); Ln: logaritmo neperiano; S: número de espécies; $\sum$: somatória dos cálculos.

Já o índice de Simpson possui alto grau de robustez em relação aos demais índices de mensuração disponíveis, ou seja, é pouco sensível ao tamanho da amostra. Seu funcionamento é através da variância da distribuição das espécies ao longo da comunidade biológica e a

mensuração destaca a dominância como o oposto da riqueza, e não somente uma mensuração da regularidade das espécies. Isto o torna um índice de dominância devido ao peso dado para espécies comuns ou dominantes, com as poucas espécies raras com somente pequena representação não afetarão a diversidade. (MAGURRAN, 2004).

$$\text{Simpson Index (D)} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2} \quad (2)$$

Onde:

P: é a proporção de uma espécie encontrada (n) dividida pelo número total de indivíduos encontrados (N); Ln: logaritmo neperiano; S: número de espécies; $\sum$: somatória dos cálculos.

A escolha dos índices acima descritos ocorreu com base em estudos para diversidade biológica na região do Rio Xingu – Pará. Considerou-se também a ampla utilização destes índices na bibliografia específica para o tema e a ocorrência da diversidade de espécies para a Amazônia.

b) Mensuração de Carbono

As mudanças globais na atualidade podem ser exemplificadas por Rockstrom et al. (2009) através de alterações globais dos ecossistemas causadas pelas mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a alteração dos ciclos biogeoquímicos. No caso brasileiro, a maior parte das emissões atmosféricas ocorre pela mudança no uso do solo em substituição de áreas com vegetação nativa por áreas agrícolas ou queimadas. Neste sentido os possíveis impactos das alterações do clima poderão modificar o crescimento vegetal, composição de espécies e as interações entre animal-planta na ciclagem de nutrientes segundo Bustamante et al. (2012), além de impactar diretamente outros processos e funções nos mais diversos ecossistemas.

Para Fearnside (2008) os serviços ecossistêmicos prestados pela região Amazônia possuem grande valor, mas esse processo de valoração ambiental ainda está se transformando em termos financeiros, sendo o serviço ambiental de estocagem de carbono o exemplo mais próximo da real precificação. Neste sentido as equações alométricas atuam como metodologia principal capaz de transformar biomassa epígea através da mensuração direta de coleta de

campo em toneladas de carbono estocadas no compartimento florestal em questão, para posterior precificação junto a bolsas de mercados de carbono.

As equações alométricas têm sido amplamente utilizadas para determinação da quantidade de biomassa estocada em cada compartimento da floresta. Para Higuchi et al. (2004) a obtenção de estoques de carbono da vegetação entre outros fatores é essencial para estimar a quantidade de carbono, emitida ou sequestrada, no tempo e no espaço, principalmente na região amazônica. Alguns autores, como Brown et al. (1984) consideram a quantidade de carbono como sendo cinquenta por cento da biomassa epígea total.

A equação utilizada nesta pesquisa foi a equação de Uhl et al. (1988) que propõe sua utilização para florestas do leste da Amazônia com os aspectos climatológicos similares aos aspectos climáticos da região de Altamira - PA.

$$\ln B = -2,17 + 1,02 \ln (DAP)^2 + 0,39 \ln H \quad (3)$$

Onde B: Biomassa, DAP: Diâmetro da Altura do Peito, e R²: coeficiente de determinação. Sendo: B: Kg/árvore, DAP: cm, H: m e R²: 0,96 com intervalo recomendado ≥ 2 m.

c) Estruturação dos Dados e Estatística

Os dados para abelhas foram analisados de acordo com uma estruturação prévia das variáveis. Os dados iniciais eram compostos por abundância geral por campanha, abundância por campanha para cada classe de ocorrência, riqueza geral por campanha, riqueza por campanha para cada classe de ocorrência, índice de Shannon por campanha geral, índice de Shannon por campanha para cada classe de ocorrência, índice de Simpson por campanha geral e índice de Simpson por campanha para cada classe de ocorrência.

As classes de ocorrência foram divididas em raras (R), intermediárias (I) e comuns (C), sendo raras compostas por até 1 indivíduo na espécie, intermediárias entre 2 e 10 indivíduos na espécie e comuns com 11 ou mais indivíduos na espécie. As classes de ocorrência foram definidas segundo padrão definido pela autora para abelhas e vegetação.

Os dados foram calculados em classes de ocorrência para verificar se havia influência no resultado das análises. Para a biodiversidade de abelhas os dados foram estruturados de acordo com a tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Estruturação dos dados de biodiversidade de abelhas para as análises estatísticas

Siglas	Descrição	Unidade
A_ABUGE_C1	Número de indivíduos geral por hora para a campanha 1	Nind_hora
A_ABUGE_C2	Número de indivíduos geral por hora para a campanha 2	Nind_hora
A_ABUGE_C3	Número de indivíduos geral por hora para a campanha 3	Nind_hora
A_ABUGE_C4	Número de indivíduos geral por hora para a campanha 4	Nind_hora
A_ABUGE_C5	Número de indivíduos geral por hora para a campanha 5	Nind_hora
A_ABU_C1_C	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 1 para classe de ocorrência comum	Nind_hora
A_ABU_C1_I	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 1 para classe de ocorrência intermediária	Nind_hora
A_ABU_C1_R	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 1 para classe de ocorrência rara	Nind_hora
A_ABU_C2_C	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 2 para classe de ocorrência comum	Nind_hora
A_ABU_C2_I	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 2 para classe de ocorrência intermediária	Nind_hora
A_ABU_C2_R	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 2 para classe de ocorrência rara	Nind_hora
A_ABU_C3_C	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 3 para classe de ocorrência comum	Nind_hora
A_ABU_C3_I	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 3 para classe de ocorrência intermediária	Nind_hora
A_ABU_C3_R	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 3 para classe de ocorrência rara	Nind_hora
A_ABU_C4_C	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 4 para classe de ocorrência comum	Nind_hora
A_ABU_C4_I	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 4 para classe de ocorrência intermediária	Nind_hora
A_ABU_C4_R	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 4 para classe de ocorrência rara	Nind_hora
A_ABU_C5_C	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 5 para classe de ocorrência comum	Nind_hora
A_ABU_C5_I	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 5 para classe de ocorrência intermediária	Nind_hora
A_ABU_C5_R	Número de indivíduos por hora para amostragem para a campanha 5 para classe de ocorrência rara	Nind_hora
A_RIQGE_C1	Número de espécies geral por hora para a campanha 1	Nesp_ha
A_RIQGE_C2	Número de espécies geral por hora para a campanha 2	Nesp_ha
A_RIQGE_C3	Número de espécies geral por hora para a campanha 3	Nesp_ha

Tabela 3.4 – Estruturação dos dados de biodiversidade de abelhas para as análises estatísticas

Siglas	Descrição	Unidade
A_RIQGE_C4	Número de espécies geral por hora para a campanha 4	Nesp_ha
A_RIQGE_C5	Número de espécies geral por hora para a campanha 5	Nesp_ha
A_RIQ_C1_C	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 1 para classe de abundância comum	Nesp_ha
A_RIQ_C1_I	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 1 para classe de abundância intermediária	Nesp_ha
A_RIQ_C1_R	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 1 para classe de ocorrência rara	Nesp_ha
A_RIQ_C2_C	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 2 para classe de ocorrência comum	Nesp_ha
A_RIQ_C2_I	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 2 para classe de ocorrência intermediária	Nesp_ha
A_RIQ_C2_R	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 2 para classe de ocorrência rara	Nesp_ha
A_RIQ_C3_C	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 3 para classe de ocorrência comum	Nesp_ha
A_RIQ_C3_I	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 3 para classe de ocorrência intermediária	Nesp_ha
A_RIQ_C3_R	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 3 para classe de ocorrência rara	Nesp_ha
A_RIQ_C4_C	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 4 para classe de ocorrência comum	Nesp_ha
A_RIQ_C4_I	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 4 para classe de ocorrência intermediária	Nesp_ha
A_RIQ_C4_R	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 4 para classe de ocorrência rara	Nesp_ha
A_RIQ_C5_C	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 5 para classe de ocorrência comum	Nesp_ha
A_RIQ_C5_I	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 5 para classe de ocorrência intermediária	Nesp_ha
A_RIQ_C5_R	Número de espécies por hora para amostragem por hora para a campanha 5 para classe de ocorrência rara	Nesp_ha
A_SHAGE_C1	Shannon geral para campanha 1	Bit
A_SHAGE_C2	Shannon geral para campanha 2	Bit
A_SHAGE_C3	Shannon geral para campanha 3	Bit
A_SHAGE_C4	Shannon geral para campanha 4	Bit
A_SHAGE_C5	Shannon geral para campanha 5	Bit

Tabela 3.4 – Estruturação dos dados de biodiversidade de abelhas para as análises estatísticas

Siglas	Descrição	Unidade
A_SHA_C1_C	Shannon para a campanha 1 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SHA_C1_I	Shannon para a campanha 1 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SHA_C1_R	Shannon para a campanha 1 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SHA_C2_C	Shannon para a campanha 2 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SHA_C2_I	Shannon para a campanha 2 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SHA_C2_R	Shannon para a campanha 2 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SHA_C3_C	Shannon para a campanha 3 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SHA_C3_I	Shannon para a campanha 3 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SHA_C3_R	Shannon para a campanha 3 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SHA_C4_C	Shannon para a campanha 4 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SHA_C4_I	Shannon para a campanha 4 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SHA_C4_R	Shannon para a campanha 4 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SHA_C5_C	Shannon para a campanha 5 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SHA_C5_I	Shannon para a campanha 5 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SHA_C5_R	Shannon para a campanha 5 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SIMGE_C1	Simpson para campanha 1	Bit
A_SIMGE_C2	Simpson para campanha 2	Bit
A_SIMGE_C3	Simpson para campanha 3	Bit
A_SIMGE_C4	Simpson para campanha 4	Bit
A_SIMGE_C5	Simpson para campanha 5	Bit
A_SIM_C1_C	Simpson para a campanha 1 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SIM_C1_I	Simpson para a campanha 1 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SIM_C1_R	Simpson para a campanha 1 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SIM_C2_C	Simpson para a campanha 2 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SIM_C2_I	Simpson para a campanha 2 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SIM_C2_R	Simpson para a campanha 2 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SIM_C3_C	Simpson para a campanha 3 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SIM_C3_I	Simpson para a campanha 3 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SIM_C3_R	Simpson para a campanha 3 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SIM_C4_C	Simpson para a campanha 4 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SIM_C4_I	Simpson para a campanha 4 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SIM_C4_R	Simpson para a campanha 4 para classe de ocorrência rara	Bit
A_SIM_C5_C	Simpson para a campanha 5 para classe de ocorrência comum	Bit
A_SIM_C5_I	Simpson para a campanha 5 para classe de ocorrência intermediária	Bit
A_SIM_C5_R	Simpson para a campanha 5 para classe de ocorrência rara	Bit

Para vegetação a equação de Uhl et al. (1988) foi utilizada considerando os dados de diâmetro e altura para cada indivíduo para cada parcela, que posteriormente foi transformado para hectare. Também foram calculados de acordo com as classes diamétricas $DAP \leq 29,9$ cm e $DAP \geq 30,0$ cm a biomassa, abundância, riqueza, índice de Shannon e índice de Simpson com as variáveis de vegetação para nível geral, para vegetação por classe diamétrica, para vegetação por classe de ocorrência, para vegetação por classe diamétrica para cada classe de ocorrência, como consta na tabela abaixo.

Para as variáveis relativas à vegetação os dados foram estruturados de acordo com a tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Estruturação dos dados de vegetação para as análises estatísticas.

Sigla	Descrição	Unidade
V_B_GE	Biomassa geral	Ton
V_BDAP_29	Biomassa classe $DAP \leq 29,9$ cm	Ton
V_BDAP_30	Biomassa classe $DAP \geq 30,0$ cm	Ton
V_B_R	Biomassa espécies raras	Ton
V_B_I	Biomassa espécies intermediárias	Ton
V_B_C	Biomassa espécies comuns	Ton
V_BDAP_29R	Biomassa espécies raras $DAP \leq 29,9$ cm	Ton
V_BDAP_30R	Biomassa espécies raras $DAP \geq 30,0$ cm	Ton
V_BDAP_29I	Biomassa espécies intermediárias $DAP < 29,9$ cm	Ton
V_BDAP_30I	Biomassa espécies intermediárias $DAP \geq 30,0$ cm	Ton
V_BDAP_29C	Biomassa espécies comuns $DAP \leq 29,9$ cm	Ton
V_BDAP_30C	Biomassa espécies comuns $DAP \geq 30,0$ cm	Ton
V_AB_GE	Número de indivíduos geral por há	N_ha
V_ABDAP_29	Número de indivíduos por há para $DAP < 29,9$ cm	N_ha
V_ABDAP_30	Número de indivíduos por há para $DAP \geq 30,0$ cm	N_ha
V_ABCLAS_R	Abundância para classe de ocorrência rara	N_ha
V_ABCLAS_I	Abundância para classe de ocorrência intermediária	N_ha
V_ABCLAS_C	Abundância para classe de ocorrência comum	N_ha
V_CLASDAP_29R	Abundância para classe de $DAP \leq 29,9$ cm para espécies raras	N_ha
V_CLASDAP_29I	Abundância para classe de $DAP \leq 29,9$ cm para espécies intermediárias	N_ha
V_CLASDAP_29C	Abundância para classe de $DAP \leq 29,9$ cm para espécies comuns	N_ha
V_CLASDAP_30R	Abundância para classe de $DAP \geq 30,0$ cm para espécies raras	N_ha
V_CLASDAP_30I	Abundância para classe de $DAP \geq 30,0$ cm para espécies intermediárias	N_ha
V_CLASDAP_30C	Abundância para classe de $DAP \geq 30,0$ cm para espécies comuns	N_ha
V_RIQ_GE	Número de espécie por ha	Nesp_ha

Tabela 3.5 – Estruturação dos dados de vegetação para as análises estatísticas.

Sigla	Descrição	Unidade
V_RIQDAP_29	Número de espécies por ha com DAP $\leq$ 29,9 cm	Nesp_ha
V_RIQDAP_30	Número de espécies por ha com DAP $\geq$ 30,0 cm	Nesp_ha
V_RIQCLAS_R	Riqueza de espécies para classe de ocorrência rara	Nesp_ha
V_RIQCLAS_I	Riqueza de espécies para classe de ocorrência intermediária	Nesp_ha
V_RIQCLAS_C	Riqueza de espécies para classe de ocorrência comum	Nesp_ha
V_RIQDAP_29R	Riqueza de espécies para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies raras	Nesp_ha
V_RIQDAP_29I	Riqueza de espécies para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies intermediárias	Nesp_ha
V_RIQDAP_29C	Riqueza de espécies para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies comuns	Nesp_ha
V_RIQDAP_30R	Riqueza de espécies para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies raras	Nesp_ha
V_RIQDAP_30I	Riqueza de espécies para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies intermediárias	Nesp_ha
V_RIQDAP_30C	Riqueza de espécies para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies comuns	Nesp_ha
V_SHA_GE	Shannon geral por módulo, transecto e parcela	Bit
V_SHADAP29	Shannon para DAP $\leq$ 29,9 cm	Bit
V_SHADAP30	Shannon para DAP $\geq$ 30,0 cm	Bit
V_SHACLASR	Shannon para classe de ocorrência rara	Bit
V_SHACLASI	Shannon para classe de ocorrência intermediária	Bit
V_SHACCLASC	Shannon para classe de ocorrência comum	Bit
V_SHADAP29R	Shannon para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies raras	Bit
V_SHADAP29I	Shannon para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies intermediárias	Bit
V_SHADAP29C	Shannon para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies comuns	Bit
V_SHADAP30R	Shannon para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies raras	Bit
V_SHADAP30I	Shannon para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies intermediárias	Bit
V_SHADAP30C	Shannon para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies comuns	Bit
V_SIM_GE	Simpson por módulo, transecto e parcela	Bit
V_SIMDAP29	Simpson para DAP $\leq$ 29,9 cm	Bit
V_SIMDAP30	Simpson para DAP $\geq$ 30,0 cm	Bit
V_SIMCLASR	Simpson para classe de ocorrência rara	Bit
V_SIMCLASI	Simpson para classe de ocorrência intermediária	Bit
V_SIMCLASC	Simpson para classe de ocorrência comum	Bit
V_SIMDAP29R	Simpson para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies raras	Bit
V_SIMDAP29I	Simpson para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies intermediárias	Bit
V_SIMDAP29C	Simpson para classe de DAP $\leq$ 29,9 cm para espécies comuns	Bit
V_SIMDAP30R	Simpson para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies raras	Bit
V_SIMDAP30I	Simpson para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies intermediárias	Bit
V_SIMDAP30C	Shannon para classe de DAP $\geq$ 30,0 cm para espécies comuns	Bit

Os dados de carbono e biodiversidade de abelhas foram analisados no software estatístico SAS (Statistical Analysis System) considerando o volume de carbono estocado na biomassa florestal assim como os cálculos dos índices de Shannon-Wiener e Simpson, correlação de Spearman e a regressão linear utilizadas neste estudo. O SAS é um programa estatístico amplamente usado em diversos estudos pela grande capacidade de síntese de resultados advindos de uma grande matriz de dados.

Após os dados de vegetação serem analisados no SAS no que se refere a quantificação de carbono na biomassa, optou-se também por realizar as análises dos índices de Shannon-Wiener e Simpson para vegetação e abelhas. Posteriormente a estas análises, foram feitas análises estatísticas de correlação de Spearman entre as variáveis de vegetação, variáveis de vegetação correlacionadas com abelhas e as variáveis de abelhas.

Foram selecionadas as variáveis com grau de significância de 99% para vegetação e 95% para abelhas, na correlação de Spearman para serem usadas na regressão linear. Posteriormente realizaram-se análises estatísticas de regressão linear com as variáveis com alto grau de significância nos dados de vegetação, nas variáveis de vegetação e nas variáveis de abelhas e, as variáveis de abelhas na regressão usando como variável dependente a diversidade da vegetação e a diversidade de abelhas e a biomassa da vegetação geral como variável independente.

Os modelos foram escolhidos considerando como critério os conceitos adotados pela regressão passo-a-passo explicada por Neter et al. (1996). Foi escolhida a correlação de Spearman, pois os modelos de correlação são amplamente utilizados no estudo sobre as possíveis relações entre as variáveis escolhidas ao acaso, como descrito por Neter et al. (1996) e as análises de regressão linear, para verificar a relação entre diversidade de abelhas e vegetação entre biomassa da vegetação.

3.4 Resultados

3.4.1 Modelagem Ambiental dos Serviços Ecossistêmicos de Biodiversidade e Carbono

A análise da relação entre diversidade de plantas arbóreas e abelhas com a biomassa da vegetação geral, pode ser identificada nas figuras abaixo. Realizou-se a modelagem ambiental com o propósito de obter uma equação capaz de quantificar a relação entre carbono e diversidade de abelhas e espécies arbóreas.

3.4.1.1 Abelhas

A figura 3.8 se refere ao Índice de Simpson geral para abelhas na campanha 4 (A_SIMGE_C4) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE). A equação abaixo representa a relação descrita anteriormente entre as duas variáveis, onde LA_SIMGE_C4 é o logaritmo neperiano da variável A_SIMGE_C4:

$$LA_SIMGE_C4 = e^{1,57675 + 0,00195 * V_B_GE} \quad (4)$$

Figura 3.8 – Relação entre Índice de Simpson geral para Abelhas na Campanha 4 (A_SIMGE_C4) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE)

A relação entre o Índice de Shannon geral para abelhas na campanha 4 (A_SHAGE_C4) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE) é apresentada na figura 3.9 podendo ser descrita pela equação:

$$A_SHAGE_C4 = e^{2,05321 + 0,15334 * LV_B_GE} \quad (5)$$

Onde LV_B_GE se refere ao logaritmo neperiano da vegetação geral, como descrito na figura 3.9.

Figura 3.9 – Relação entre Índice de Shannon geral para Abelhas na Campanha 4 (A_SHAGE_C4) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE)

3.4.1.2 Vegetação

A figura 3.10 apresenta a relação entre o Índice de Simpson para a vegetação geral (V_SIM_GE) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE). Essa relação pode ser descrita pela seguinte equação:

$$V_SIM_GE = e^{1,51681 + 0,32041 * LV_B_GE} \quad (6)$$

Onde LV_B_GE se refere ao logaritmo neperiano da biomassa da vegetação geral como apresentado na figura 3.10.

Figura 3.10 – Relação entre o Índice de Simpson geral para vegetação e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE)

A figura 3.11 apresenta a relação entre o Índice de Shannon para vegetação geral (V_SHA_GE) e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE). Podem ser descritos pela seguinte equação:

$$LV_SHA_GE = e^{0,80917 + 0,18194 * LV_B_GE} \quad (7)$$

Onde LV_B_GE se refere ao logaritmo neperiano da biomassa da vegetação geral e LV_SHA_GE refere-se ao logaritmo neperiano do Índice de Shannon para vegetação, como apresentado na figura 3.11.

Figura 3.11 – Relação entre o Índice de Shannon geral para vegetação e a biomassa da vegetação geral (V_B_GE)

3.4.1.3 Estoque de Carbono, Diversidade Funcional e Polinização

No cálculo de carbono armazenado nos oito módulos amostrais na área do Rio Xingu os valores médios para biomassa total, resultaram em 77,91 Mg/ha, 38,96 Mg/ha para carbono, enquanto que os valores de CO₂ estocados totalizaram 142,97 Mg/ha. Considerando as 142,97 Mg/ha e multiplicado pelo valor de 5,50 dólares, o valor obtido para a valoração ambiental do carbono é de 786,33 dólares por hectare. Essa valoração foi possível utilizando a bolsa de valores para carbono Carbon Trade Exchange que opera no mercado financeiro norte-americano desde 2009.

Com base nas informações sobre plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas, este estudo verificou na literatura disponível quais foram os estudos realizados sobre as espécies de abelhas existentes na área do Rio Xingu. A tabela 3.6 mostra a relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu, assim como a existência ou não de plantas atrativas e o local onde a espécie de abelha foi encontrada na respectiva referência.

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
<i>Apidae</i>	16	NI	NI	NI
<i>Eufriesea eburneocincta</i>	1	-	-	-
<i>Eufriesea fallax</i>	1	-	-	-
<i>Eufriesea flaviventris</i>	9	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Eufriesea ornata</i>	4	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Eufriesea pulchra</i>	7	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Maues et al., 2012; De Figueiredo et al., 2011
<i>Eufriesea auripes</i>	1	-	-	-
<i>Eufriesea eburneocincta</i>	1	-	-	-

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
<i>Eufriesea sp 1</i>	2	-	-	-
<i>Eufriesea sp 2</i>	4	-	-	-
<i>Eufriesea sp 3</i>	1	-	-	-
<i>Eufriesea sp 4</i>	4	-	-	-
<i>Eufriesea superba</i>	10	-	-	-
<i>Eufriesea surinamensis</i>	5	-	-	-
<i>Euglossa aff chlorina</i>	5	-	-	-
<i>Euglossa aff decorata</i>	1	Orquídeas	-	-
<i>Euglossa allosticta</i>	56	-	-	-
<i>Euglossa amazônica</i>	711	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Orquídeas	-	Maues et al., 2012; Peruquetti et al., 1999
<i>Euglossa analis</i>	2	-	-	-
<i>Euglossa augaspis</i>	100	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa avicula</i>	467	-	-	-
<i>Euglossa bidentata</i>	138	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa chalybeata</i>	121	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Maues et al., 2012; De Figueiredo et al., 2011
<i>Euglossa cognata</i>	174	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Maues et al., 2012; De Figueiredo et al., 2011
<i>Euglossa cordata</i>	72	-	-	-
<i>Euglossa crassipunctata</i>	2	-	-	-

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
<i>Euglossa despecta</i>	648	-	-	-
<i>Euglossa fimbriata</i>	2	-	-	-
<i>Euglossa gaianii</i>	204	-	-	-
<i>Euglossa heterosticta</i>	3	-	-	-
<i>Euglossa ignita</i>	178	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa imperialis</i>	623	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Maues et al., 2012; De Figueiredo et al., 2011
<i>Euglossa intersecta</i>	531	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa laevicincta</i>	45	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa liopoda</i>	9	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa magnipes</i>	19	Orquídeas	-	-
<i>Euglossa modestior</i>	457	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Orquídeas Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Maues et al., 2012; Peruquetti et al., 1999; De Figueiredo et al., 2011
<i>Euglossa mourei</i>	349	-	-	-
<i>Euglossa orellana</i>	57	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Maues et al., 2012; De Figueiredo et al., 2011
<i>Euglossa parvula</i>	7	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
<i>Euglossa piliventris</i>	3	Caesalpinaceae Maranthaceae Euphorbiaceae Araceae Gesneriaceae Bignoniaceae Orchidaceae orquídeas (Gongora Castasctum Coryanthes)	-	De Brito e Rego, 2001; Ambruster e Webster, 1979; Williams e Whitthen, 1983.
<i>Euglossa pleosticta</i>	14	-	-	-
<i>Euglossa prasina</i>	281	-	-	-
<i>Euglossa securigera</i>	85	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa sp 1</i>	459	-	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa sp 2</i>	2	-	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa sp 3</i>	2	-	-	Maues et al., 2012
<i>Euglossa sp 4</i>	1	-	-	
<i>Euglossa towsendi</i>	2	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Maues et al., 2012; De Figueiredo et al., 2011
<i>Eulaema bombiformis</i>	341	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Aruma (<i>Ischnosiphon polyphyllus</i>)	-	Maues et al., 2012; De Melo 2014
<i>Eulaema cingulata</i>	255	Orquídeas, Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>) Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Sistema Agroflorestal (SAF)	Peruquetti et al., 1999; De Figueiredo et al., 2011; Santos e Absy, 2010
<i>Eulaema</i>	3928	Castanheira-do-Brasil	-	Maues et al., 2012

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
<i>meriana</i>		(<i>Bertholletia excelsa</i>)		
<i>Eulaema mocsary</i>	35	Castanheira-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>) Orquídea (<i>Cattleya eldorado</i>)	Azulzinha Tumbérgia-azul (<i>Thunbergia grandiflora</i>) Cana-do-brejo Caninha-do-brejo (<i>Costus arabicus</i>) Dicorisandra Marianinha (<i>Dichorisandra thyrsiflora</i>) Gervão chá-do-Brasil Verônica (<i>Stachytarpheta cayennensis</i>) Lobeira Fruta de lobo (<i>Solanum lycocarpum</i>) Maria-sem-vergonha (<i>Impatiens walleriana</i>) Pau-terra Ariavá Pau-de-tucano (<i>Qualea parviflora</i>) Vassoura-de-bruxa (<i>Ouratea hexasperma</i>)	Da Silva et al., 2013; Maues et al., 2012; Figueiredo et al., 2010; Storti et al., 2011
<i>Eulaema nigrita</i>	344	Maracujá-doce (<i>Passiflora alata</i>) Maracujá-amarelo (<i>Passiflora edulis</i>) Urucum (<i>Bixa orellana</i>) Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	Catuaba (<i>Anemopaegma glaucum</i>) Cipó-cururu (<i>Odontadenia lutea</i>) Estoraque (<i>Styrax ferrugineum</i>) Feijão-de-guizos (<i>Crotalaria brachystachya</i>) Folha-de-serra (<i>Ouratea spectabilis</i>)	Da Silva et al., 2013; De Figueiredo et al., 2011

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
			Marapuama (<i>Mandevilla velutina</i>) Oiti de ema (<i>Couepia grandiflora</i>) Paratudo Caraíba Caroba-do-campo Pau-d'arco (<i>Tabebuia aurea</i>) Pau-de-leite, Leiteiro, Tiborna (<i>Himatanthus obovatus</i>)	
<i>Eulaema polyzona</i>	1	-	-	-
<i>Eulaema pseudocingulata</i>	21	-	-	-
<i>Exaerete frontalis</i>	220	-	-	-
<i>Exaerete lepeletieri</i>	28	-	-	-
<i>Exaerete smaragdina</i>	376	-	-	-
<i>Exaerete trochanterica</i>	2	-	-	-
<i>Megalopta sp</i>	2	Myrtaceae	Floresta	Gressler et al., 2006
<i>Melipona sp</i>	1	Caju (<i>Anacardium occidentale</i>) Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>) Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) Beringela (<i>Solanum melongena</i>)	Fedegoso gigante (<i>Senna alata</i>) Fruta do lobo Lobeira (<i>Solanum grandiflorum</i>) Juribebe Jupeba Jurubebinha Jurubeba (<i>Solanum juripeba</i>)	Da Silva et al., 2013; Castro, 1998, Silva et al., 2012

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
		Urucum (<i>Bixa orellana</i>)	Lacre (<i>Vismia guianensis</i>)	
		Abóbora (<i>Cucurbita moschata</i>)	Murta	
		Pimentão (<i>Capsicum annuum</i>)	Pixuna (<i>Myrcia eximia</i>)	
		Pimenta malagueta (<i>Capsicum frutescens</i>)	Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>)	
		Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	Sapateira (<i>Miconia minutiflora</i>)	
		Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	Siriuba (<i>Avicennia nítida</i>)	
		Abacate (<i>Persea americana</i>)	Tapiririca (<i>Tapirira guianensis</i>)	
		Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i>)	Assa-peixe	
		Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>)	Cambará-branco	
		Guava (<i>Psidium guajava</i> L.)	Chamarrita (<i>Vernonia polyanthes</i>)	
		Phalsa (<i>Grewia asiatica</i>)	Estoraque (<i>Styrax ferrugineum</i>)	
		Pitomba (<i>Talisia esculenta</i>)	Murici	
		Tangerina (<i>Citrus sp.</i>)	Murici-miúdo (<i>Byrsonima intermedia</i>)	
			Picão (<i>Bidens segetum</i>)	
			Picão	
			Picão-de-cipó (<i>Bidens gardneri</i>)	
			Vassoura-de-bruxa (<i>Ouratea hexasperma</i>)	
			Catanduva	
			Catanduba	
			Angico-surucucu	
			Rama-de-bezerro	
			Pau branco (<i>Piptadenia moniliformis</i>)	
			Jurema preta	

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
			<i>(Mimosa arenosa)</i> Marmeleiro Marmeleiro preto <i>(Croton sonderianus)</i> Pau-ferro Jacá jucá <i>(Caesalpinia ferrea)</i> Malícia <i>(Mimosa polydactyla)</i> Mogno <i>(Swietenia macrophylla)</i> Paricá <i>(Schizolobium amazonicum)</i> Sapateira <i>(Miconia minutiflora)</i> Tapiririca <i>(Tapirira guianensis)</i> Alfavaca-cravo Alfavacão <i>(Ocimum gratissimum)</i> Canafistula Cassia carnaval <i>(Senna spectabilis)</i> Cedro-rosa Cedro Cedro-vermelho <i>(Cedrela fissilis)</i> Eucalipto-cinzento <i>(Eucalyptus moluccana)</i> Eucalipto-limão <i>(Eucalyptus citriodora)</i> Fedegoso Pau-de-cachimbo <i>(Senna bicapsularis)</i>	

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
			Flamboianzinho <i>(Caesalpinia pulcherrima)</i> Ipê-amarelo <i>(Handroanthus chrysotrichus)</i> Ipê-de-jardim Sinos-amarelos <i>(Tecoma stans)</i> Leucena <i>(Leucaena leucocephala)</i> Sibipiruna <i>(Poincianella pluviosa)</i> Uvaia do pêra Uvaia do mato <i>(Eugenia pyriformis)</i> Breu Almécega <i>(Protium heptaphyllum)</i> Canafístula Chuva-de-ouro São João <i>(Cassia ferruginea)</i> Candiúba Chumbinho <i>(Trema micrantha)</i> Malvão Baba-de-boi Mata fome <i>(Cordia sellowiana)</i> Mandiocão Morototó Caixeta <i>(Didymopanax morototoni)</i> Pau-pombo Pombeiro Copiúba	

Tabela 3.6 – Relação das espécies de plantas nativas e culturas agrícolas polinizadas por abelhas encontradas na área do Rio Xingu

Nome Científico	Número de Indivíduos	Espécies Polinizadas	Plantas Atrativas e área onde a espécie de abelha foi encontrada	Referências
			(<i>Tapirira guianensis</i>)	

Onde NI: indivíduo não identificado

Neste sentido, também foi realizada a identificação dos serviços ambientais providos na Área do Rio Xingu. Na figura 3.12 são descritos os serviços ambientais da região, com destaque da especificação dos serviços ambientais passíveis de valoração de acordo com as metodologias existentes na atualidade.

Figura 3.12 - Serviços Ambientais fornecidos pelos Serviços Ecossistêmicos de Carbono e Biodiversidade na Área do Rio Xingu

3.5 Discussão

3.5.1 Análise Estatística

Os dados foram analisados estatisticamente considerando análises de correlação de Spearman e análises de regressão linear. As análises de regressão consideraram como variável independente a biomassa da vegetação geral, e variáveis dependentes a diversidade de abelhas e a diversidade da vegetação. Considerou-se para biomassa da vegetação geral ($DAP \geq 10$ cm) o grau de significância de 99% ou $p < 0,01$ e, para abelhas foi usado o grau de significância de 95% para as correlações $p < 0,05$ para selecionar as variáveis que posteriormente entraram nos modelos de regressão para florestas de terra firme especificamente na área do Rio Xingu.

Para Grace et al. (2016) os dados de biomassa e riqueza de espécies de gramíneas demonstraram através de análises de regressão (modelos lineares e não lineares) que o modelo não-linear de Ricker foi o que apresentou melhor relação entre a produtividade e a riqueza de espécies. Neste sentido, como demonstrado por Grace et al. (2016) a relação existente entre a riqueza de espécies de gramíneas e a biomassa, não ocorre em nível de parcelas pois a sombra ocasionada pela biomassa e a altura diminui a riqueza de espécies, com coeficiente de correlação parcial de -0,77 (negativa), enquanto a nível local o resultado para coeficiente de correlação parcial foi de 0,67 (positiva).

Para a seleção dos modelos de regressão das variáveis relacionadas às populações de abelhas os valores assumidos foram $p < 0,001$ e R^2 variando entre 0,0780 e 0,1603 enquanto que para vegetação os valores de $p < 0,001$ R^2 variaram entre 0,4015 e 0,7099 para os Índices de Simpson e Shannon respectivamente. É preciso observar que os valores do grau de significância somente variaram para os Índices de Simpson e Shannon para abelhas especificamente na campanha 4, com $p < 0,0189$ para LA_SIMGE_C4 e $p < 0,0011$ para A_SHAGE_C4.

Estes valores do coeficiente de determinação indicam, por exemplo, que os modelos que continham o Índice de Shannon possuíam também maior grau de ajustamento, sendo, portanto, o modelo mais adequado para se utilizar em estimativas de serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade. O grau de significância para os modelos relacionando as características das populações de abelhas (índices de diversidade) são melhores para os dados gerais quando comparados aos dados por campanha.

Com relação aos gráficos apresentados de modelagem com poucos dados fora dos limites de confiança definidos para o modelo, a forma que explica grande variabilidade e diversidade tanto de espécies de abelhas quanto de plantas, todos em curvas crescentes de

diversidade de espécies conforme a biomassa da vegetação aumenta. Os dados fora dos limites de confiança dos gráficos de modelagem também foram menores nos modelos baseados no Índice de Shannon tanto para abelhas quanto para vegetação, o que indica adequação da seleção do índice de Shannon para representação das populações de abelhas.

Para Fraser et al. (2015) foi encontrada também uma forte correlação entre biomassa e riqueza de espécies de vegetação arbustiva. De acordo com Fraser et al. (2015), o melhor modelo encontrado a nível de parcela foi o modelo linear quadrático côncavo com grau de significância de $p < 0,0001$, indicando que a riqueza aumenta com o aumento da biomassa até um determinado ponto, a partir do qual o aumento da riqueza não promove o aumento da biomassa viva.

De acordo com Solar et al. (2015) única literatura encontrada que abordava somente a questão da homogeneização da paisagem em paisagens de floresta tropical e sua relação com polinizadores, não considerou a biomassa da vegetação em seu trabalho. Para as variáveis de vegetação não foi possível realizar comparações entre ambos os trabalhos, pois Solar et al. (2015) não considerou a biomassa em seu trabalho. Esta dissertação aborda a quantificação de serviços ecossistêmicos de carbono e diversidade de abelhas, o que representa um item inovador na literatura mundial, sem contar ainda com referências, sendo assim impossível estabelecer comparações neste momento.

Os dados de abundância em classes de ocorrência como raras, intermediárias e comuns para as espécies de abelhas e vegetação não apresentaram nenhuma correlação com as demais variáveis de biomassa e diversidade. Somente a Campanha 4 para abelhas que apresentou correlação com a biomassa da vegetação, o que pode ter ocorrido por ter sido amostrada em períodos menos chuvosos (meses de agosto, setembro e outubro), ao contrário do ocorrido com a amostragem das outras campanhas que ocorreram em épocas chuvosas, o que pode ter prejudicado as coletas de abelhas.

A forte correlação existente entre a biomassa e o índice de diversidade da vegetação e a ainda a correlação existente entre os índices de vegetação como o índice de vegetação de diferença normalizada (NVDI) e índice de vegetação aprimorada (EVI) descritos por Weier e Herring (2000), obtidos através de imagens de satélite multiespectrais permite que se realize o levantamento da diversidade indiretamente através de imagens de satélite. Os índices de vegetação obtidos pelo NDVI e EVI são utilizados para verificar a condição da vegetação através da reflexão da banda do infravermelho pelas espécies arbóreas (WEIER; HERRING, 2000; ROLLO, 2014).

Solar et al. (2015) analisaram a relação entre o nível de influência antrópica em ambientes com diversas coberturas florestais compostos por florestas primárias, secundárias, pastagens e áreas agrícolas e a diversidade gama de abelhas das orquídeas. Os maiores valores para diversidade encontrados por Solar et al. (2015) para abelhas de orquídeas foram encontrados em florestas secundárias, respectivamente com valores significativos para $p < 0,05$.

Neste sentido, os maiores valores de diversidade gama de abelhas foram encontrados para florestas secundárias possivelmente porque estes ambientes apresentam maior intervenção humana na composição florestal assim como maior estratificação vegetal o que favorece à presença de abelhas de orquídeas na área. Algumas espécies também possuem preferências em relação a ambientes mais abertos, comumente encontrados na área do Rio Xingu onde foi desenvolvida esta pesquisa.

Solar et al. (2015) também mostraram valores altos da diversidade gama de abelhas para florestas primárias superiores a ambientes mais antropizados como pastagens e agricultura mecanizada. Este fato indica a possível estabilização da curva de regressão nos modelos dos Índices de Shannon e Simpson para abelhas e vegetação onde a biomassa atingiu um nível constante.

3.5.2 Diversidade de Espécies e Biomassa

Para Grace et al. (2016), as questões interrelacionando produtividade e riqueza de espécies constituem um dos tópicos mais debatidos na história da ecologia em décadas de estudos, e ainda necessita de maiores aprofundamentos. Neste sentido, Fraser et al. (2015) consideram que ambientes com baixa produtividade limitam a riqueza por stress abiótico, o qual poucas espécies são aptas a tolerar, em contraposição aos ambientes mais produtivos, que possuem a competição exclusiva com um pequeno número de espécies.

Para Fraser et al. (2015) estes fatores juntamente aos distúrbios, história evolucionária da espécie, limitação na dispersão e redução da densidade de plantas em comunidades produtivas podem explicar a relação entre riqueza e produtividade. Somado a estes fatores, Grace et al. (2016) adiciona os gradientes climáticos e o solo como dois fatores que altamente influenciam a relação entre produtividade e riqueza.

Conforme os modelos gerados para Índice de Simpson para abelhas e vegetação relacionados com a vegetação geral, os resultados mostraram aumento da biodiversidade conforme a biomassa da vegetação aumentava, até o ponto de estabilização da curva. Os

resultados encontrados nos modelos tanto para espécies arbóreas quanto para abelhas concordam com Tilman (1997) no sentido de que a biodiversidade aumentou conforme a biomassa devido à variação de riqueza em espécies possuindo consequências para o funcionamento dos ecossistemas, a exemplo da produtividade, taxa de decomposição e ciclagem de nutrientes.

Neste contexto, também de acordo com Guo (2007), a diversidade, biomassa e produtividade são três variáveis chaves no ecossistema com relações mútuas. No caso da Amazônia, especificamente a região do Xingu, a diversidade de espécies é alta e alguns fatores como aumento da biomassa ligado ao aumento de diversidade de espécies reforçam essa teoria das três variáveis descritas por Guo (2007). Essa região do Xingu também é conhecida por região endêmica do Xingu e representa uma das oito áreas de endemismo da Amazônia: Imeri, Guiana, Napo, Inambari, Belém, Rondônia, Tapajós e Xingu (SILVA et al., 2005; ALMEIDA et al., 2013a, ALMEIDA et al., 2013b) e podem explicar a alta diversidade encontrada tanto para abelhas quanto para espécies arbóreas nessa região.

A diversidade de espécies encontrada nesta área pode ser descrita em termos numéricos contendo 228 gêneros, 59 famílias, 472 espécies e 16.663 indivíduos de espécies arbóreas amostradas para vegetação e contendo 7 gêneros, 1 família, 61 espécies e 11.457 abelhas amostradas. As 61 espécies de abelhas encontradas por este trabalho na área do Rio Xingu representam para a Amazônia, um dos maiores números de espécies já encontrados próximo ao valor encontrado por Rêbello (2001) apud Darroult et al. (2006) totalizando 83 espécies para o Bioma.

Segundo Venturieri e Contrera (2012) a maior parte das pesquisas sobre abelhas nativas sem ferrão ou abelhas indígenas sem ferrão, foram realizadas na região Centro-Sul do país mais especificamente no eixo Sul-Sudeste deixando a Amazônia com poucas pesquisas ainda desenvolvidas nesta área do conhecimento. Neste estudo com a alta diversidade de espécies de abelhas na área de endemismo do Xingu, ainda não se desenvolveram muitos estudos científicos sobre abelhas, apenas relatórios restritos ou inacessíveis publicados por consultorias.

Este fato evidencia a necessidade de ampliação de pesquisas futuras, sobretudo de caráter acadêmico, não somente indicando a abundância de espécies de abelhas na Amazônia, mas como polinizador principalmente de espécies arbóreas e variação dos hábitos de vida conforme a estratificação vertical da floresta. Alguns hábitos de vida como, por exemplo, a flora associada, a polinização de diferentes culturas e espécies florestais, modos de vida

desses animais e comportamento frente às mudanças globais de clima e alteração de habitats precisam ser melhor estudadas e compreendidas. O Brasil, país mais biodiverso em espécies de abelhas sem ferrão descritas nas áreas de florestas tropicais e subtropicais do mundo, como descrito por Silveira et al. (2002) e Camargo e Pedro (2008) precisa de informações sobre o padrão de vida dessas espécies, como exemplo nidificação, distribuição ao longo do território e alteração da diversidade ao longo da mudança de paisagem e ecossistemas.

O número de espécies e sua variação no tempo e no espaço são informações importantes para conhecer os padrões da natureza, seu comportamento e prover ações de conservação. Conforme Tilman (1997) enfatiza, é necessário compreender que a biodiversidade influencia diretamente os processos ecológicos é importante para saber que as taxas de redução, adição e substituição de espécies podem provocar alterações no funcionamento do ecossistema.

Essas alterações podem ser exemplificadas pelas funções ecossistêmicas das categorias de regulação, habitat, produção e informação. Os serviços ecossistêmicos como, manutenção da qualidade do ar e da água, manutenção das espécies, auxiliar na produção de alimentos, combustível e energia, forragem e fertilizantes, medicamentos e produtos farmacêuticos dentro das categorias de serviços ecossistêmicos de provisão, regulação, culturais e de suporte (DE GROOT, 2002; MEA, 2005). Também podem ser exemplificados os serviços ambientais como os produtos madeireiros e não madeireiros, sequestro e armazenamento de carbono, biodiversidade, redução da sedimentação e purificação da água (PAGIOLA; BISHOP, 2002). A diversidade pode ser compreendida em termos de relação de nichos, possuindo componentes regionais e locais, sobretudo na relação entre as abelhas e polinização de espécies florestais ainda pouco estudada.

Necessita-se também observar os padrões de escala, pois os padrões de grande escala da diversidade refletem latitude, heterogeneidade ambiental e produtividade. No caso de habitats homogêneos, Guo e Berry (1998) encontraram a riqueza de espécies em relações positivas quando a biomassa é baixa e relações negativas existem a partir de quando a biomassa atinge determinado nível na curva normal. Alguns dos fatores que integram o controle regional e local da diversidade de espécies e produtividade são o clima, topografia, luz e latitude, sendo que quase todos estes fatores podem ser controlados pelo homem (GRACE, 1999; GRIME, 1979; GUO, 2007).

Para Guo (2007) a diversidade de espécies é definida como o número de espécies, ou riqueza de espécies, a biomassa é definida como a matéria orgânica seca produzida por unidade de área e a produtividade primária é o valor total fixado como matéria orgânica no

processo de fotossíntese. No total de 72 parcelas amostradas e que representam a alta diversidade encontrada nesta Floresta de Terra Firme, sendo 472 espécies arbóreas e 61 espécies de abelhas reforçam quão diversa é a região devido aos fatores climáticos, latitude e produtividade, descritos por Tilman (1997).

A produtividade média das florestas tropicais varia entre 40% e 50% do carbono presente em ecossistemas terrestres de acordo com Malhi e Grace (2000), e com relação as toneladas de carbono armazenadas na vegetação na área do Rio Xingu os valores médios para biomassa total, resultaram em 77,91 Mg/ha, 38,96 Mg/ha para carbono, enquanto que os valores de CO₂ estocados totalizaram 142,97 Mg/ha.

Os valores já encontrados para biomassa acima do solo em florestas secundárias da Amazônia são 196 MgC/ha como média de três estimativas de biomassa acima do solo, média para florestas amazônicas com biomassa viva de 155,1 MgC/ha incluindo raízes, de acordo com o Projeto RADAMBRASIL 162 MgC/ha e de 301 MgC/ha a 350 MgC/ha (HOUGHTON et al., 2000; LUGO; BROWN, 1984; LUGO; BROWN, 1992a; FEARNside, 2013; SAATCHI et al., 2011). Estes valores quando comparados aos valores encontrado na área do Rio Xingu mostram que embora existam vários tipos de floresta na área mostrada, os valores encontrados para biomassa foram relativamente baixos. Neste sentido, há grande variabilidade de florestas na região com vários níveis de influência antrópica.

Neste sentido, a produtividade primária das florestas tropicais segundo Kricher (2011) representa atualmente entre 7% a 10% da produtividade realizada em nível global decorrente da estocagem da biomassa através do processo de fotossíntese onde o CO₂ é retirado da atmosfera e incorporado na biomassa, através da produção primária. As florestas tropicais por sua vez, sofrem intensas perturbações como queimadas, desmatamento para pecuária e agricultura, além da extração de madeira ilegal que resultam na emissão do CO₂ para a atmosfera.

Como descrito por Hector et al. (2000) a questão entre riqueza de espécies e funcionamento dos ecossistemas ainda estão em frequentes debates devido à dificuldade de identificação e entendimento do nicho e da diversidade funcional e dos efeitos de amostragem. Estudos como este reforçam a necessidade de maior aprofundamento sobre as informações referentes à diversidade funcional e nicho das espécies em cada bioma, sobretudo na Amazônia, bioma relevante para o fornecimento de serviços ambientais no Brasil.

Algumas das espécies de abelhas foram encontradas em estudos em áreas de florestas, sistemas agroflorestais e agricultura. Quando possível foram identificadas as espécies de

abelhas que polinizavam não somente culturas agrícolas, mas espécies arbóreas de grande importância comercial para o país, como a Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). Sendo assim, são extremamente necessários estudos futuros que visem ampliar as informações sobre espécies de polinizadores e espécies polinizadas, não somente para abelhas que têm sido o principal objeto de estudo no Brasil, mas também para os demais polinizadores, como morcegos, borboletas e aves.

No Brasil, e, sobretudo na Amazônia a dificuldade de serem encontrados dados sobre abelhas, ainda é um fator que dificulta pesquisas mais aprofundadas sobre os serviços ecossistêmicos de polinização. Os estudos sobre as abelhas e serviços ecossistêmicos de polinização precisam ser desenvolvidos de tal forma que seja possível a verificação da área de abrangência da polinização pelos indivíduos assim como as espécies agrícolas e florestais polinizadas, estabelecendo assim uma possível relação entre grupos funcionais e facilitando os estudos de valoração deste serviço ambiental prestado à sociedade.

Para Loreau et al. (2001) existem evidências de que maior diversidade pode conferir maior estabilidade na produção de serviços ecossistêmicos. Os resultados encontrados no presente trabalho sobre os serviços ecossistêmicos de carbono na Amazônia precisam ser considerados conjuntamente aos serviços ecossistêmicos de biodiversidade quanto às alternativas e programas de pagamento por serviços ambientais no Bioma.

3.5.3 Serviços Ecossistêmicos de Carbono e Biodiversidade

Conforme Kricher (2011), ambientes que sofreram alto grau de perturbação como desmatamento, fragmentação de habitats e diminuição da riqueza de espécies tendem a reduzir a oferta de serviços ecossistêmicos naquela determinada localidade. Como este estudo ressaltou, embora haja grande quantidade de espécies de abelhas e vegetação fornecendo grande quantidade de serviços ecossistêmicos, ainda há certo grau de perturbação como a fragmentação de habitats em determinadas localidades na área do Rio Xingu, onde esta pesquisa foi realizada.

Para Costanza et al. (2007) o funcionamento ecossistêmico é suporte para os serviços ecossistêmicos, os quais são aquelas funções dos ecossistemas que suportam a vida humana direta ou indiretamente. Este fato mostra uma relação interdependente entre produção primária e conservação da biodiversidade, e também funcionamento ecossistêmico e fornecimento dos serviços ecossistêmicos.

Neste contexto Kricher (2011) também enfatiza que a biodiversidade é o “centro” dos serviços ecossistêmicos, por ser importante no desenvolvimento de serviços essenciais a vida humana, como por exemplo, a polinização para o fornecimento de alimentos e fluxo genético, e a estocagem de carbono tão necessária a regulação climática. O autor também define serviços ecossistêmicos como externalidades econômicas providas sem custo para a população, e que de acordo com esta pesquisa na área do Rio Xingu podem ser quantificados através da estimativa de biomassa e índices de diversidade para se verificar os serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade em determinada região.

As atuais metodologias de quantificação de serviços ecossistêmicos são realizadas em sua maioria para somente um serviço ecossistêmico em determinada área. Não são comuns no Brasil e na literatura científica, estudos de caso envolvendo quantificação e valoração de serviços ecossistêmicos em conjunto, como por exemplo, serviços ecossistêmicos de biodiversidade e carbono, ou serviços ecossistêmicos de biodiversidade, carbono e água.

O caso de Madagascar com relação aos serviços ecossistêmicos conjuntos de biodiversidade, água e carbono estudados por Wendland et al. (2010), fazem referência ao pagamento por serviços ecossistêmicos em áreas de alta biodiversidade. Neste sentido, este estudo destaca que são necessárias estruturas institucionais que possam desenvolver bases fortalecidas para o pagamento por serviços ambientais, como ocorreu na Costa Rica ou estarem em fase inicial como no Brasil.

Ainda de acordo com Wendland et al. (2010) muitas vezes o pagamento por serviços ambientais conjunto pode ser realizado em abordagens adequadas a conservação da biodiversidade. Contudo os autores destacam que algumas vezes a convergência entre metas de conservação da biodiversidade e mercados de serviços ambientais pode não existir, ou até mesmo, as opções de quantificação ou valoração destes serviços estarem ainda em processo de desenvolvimento, como o caso da biodiversidade.

Este fato se deve ainda por questionamentos sobre qual a melhor metodologia a ser utilizada em estudos de quantificação de serviços ecossistêmicos, como a exemplo a água ou até mesmo por não haverem métodos específicos ainda desenvolvidos para serviços ecossistêmicos conjuntos de água, carbono, biodiversidade e culturais. Para este estudo a metodologia de quantificação de biomassa é aplicada com maior facilidade quando comparada, por exemplo, as estimativas de biodiversidade, principalmente na parte que envolve a logística operacional de campo da pesquisa.

Através da biomassa da vegetação é possível estimar a diversidade de vegetação e de populações de abelhas. Portanto, por meio da medição do DAP e altura das árvores nas parcelas amostrais e usando as equações alométricas é possível realizar a estimativa da biomassa. Em se tratando da diversidade de populações de abelhas e vegetação é possível estimar a diversidade utilizando os resultados obtidos neste trabalho como mostram as figuras relacionando biomassa e biodiversidade (figuras 3.8 a 3.11).

O mercado de carbono apresenta duas divisões, o mercado regulado e o mercado voluntário. O mercado regulado é aquele definido pelo Protocolo de Quioto e as metodologias de estimativa de remoção e emissão de gases do efeito estufa são aprovadas pela UNFCCC. O mercado voluntário é definido por entidades nacionais, regionais ou locais com própria definição de preço para as transações envolvendo as toneladas de carbono (UNFCCC.INT, 2015).

Estes valores representam a capacidade de estocagem de carbono pela floresta amazônica na área do Rio Xingu, e quando precificadas as toneladas de carbono atingiram a quantia de 786,33 dólares por hectare. Para a biodiversidade de abelhas, não foi possível realizar a valoração ambiental, pois muitas das espécies polinizadas pelas abelhas encontradas na região do Rio Xingu não possuíam valor direto de mercado, pois eram espécies florestais e não culturas agrícolas.

Neste sentido de valoração de serviços ecossistêmicos, Costanza et al. (1997) destaca que o valor dos serviços ambientais fornecidos pelas florestas tropicais tem sido estimado em aproximadamente 2 milhões de dólares por hectare por ano. Isto exemplifica a necessidade da valoração ambiental dos diferentes Biomas em nível mundial, conforme o trabalho de Wendland et al. (2010).

Sendo assim, o carbono assim como a biodiversidade podem ser valorados. Na prática a valoração do carbono acontece pelo mercado voluntário ou pelo mercado regulado de emissões de gases do efeito estufa. Para a biodiversidade em seu amplo entendimento ainda estão sendo desenvolvidas e aprimoradas técnicas de valoração econômica através dos métodos de valoração ambiental.

No entendimento restrito a valoração dos serviços ecossistêmicos de polinização, todos os estudos citados neste trabalho utilizaram as técnicas relativas à identificação da espécie de polinizador que realizava a polinização de determinada espécie agrícola ou arbórea, e posteriormente verificava-se o valor arrecadado pela venda desta espécie agrícola ou arbórea para o ano. Neste trabalho não foi possível a valoração ambiental da

biodiversidade de todas as culturas ou espécies florestais polinizadas por abelhas, pois não se conhecia a relação entre espécies polinizadas e polinizadores na área do Rio Xingu.

A biodiversidade no contexto deste trabalho permite ser valorada através das estimativas de carbono, tendo em vista a relação direta explícita nos gráficos entre a diversidade de espécies de abelhas e biomassa da vegetação geral. As áreas onde havia menor quantidade de carbono armazenado na vegetação também continham menor diversidade de polinizadores, enquanto que onde havia maior quantidade de carbono armazenado na vegetação também continha maior diversidade de polinizadores.

Também pode ser observado e utilizado para valoração da biodiversidade de polinizadores ligado a valoração do carbono, tomar como base os valores encontrados pelos índices de diversidade da área. Por exemplo, adotando o valor do índice de diversidade do serviço ecossistêmico de biodiversidade maior que 3 para área com mesmo valor de estoque de carbono o valor a ser pago pela tonelada de carbono poderia ser maior em 50%. Esta ideia está totalmente de acordo com o princípio do REDD+ que objetiva a redução das emissões de CO₂ redução das emissões desmatamento e degradação promovendo além da estocagem do carbono na floresta a conservação da biodiversidade (JAGGER et al., 2010; WWF, 2013; NERY et al., 2013; SCHMID et al., 2011; MAY et al., ANGELSEN, 2008).

3.6 Conclusão

Novos estudos são fortemente incentivados envolvendo principalmente a relação entre polinizadores e espécies polinizadas em todos os biomas brasileiros, sobretudo os biomas com alto grau de endemismo ou caracterizados por serem áreas de hotspots. O Brasil como país megadiverso em nível mundial necessita de políticas públicas que melhor possam se adequar a realidade do pagamento por serviços ambientais conjunto, como o exemplo de carbono conjunto a biodiversidade sugerido neste trabalho.

Também são encorajados os desenvolvimentos de novas metodologias de quantificação de serviços ecossistêmicos envolvendo não somente a modelagem espacial dos serviços ecossistêmicos, mas também a modelagem estatística com vistas ao desenvolvimento de novos modelos estatísticos. Neste sentido, esses modelos necessitam ser capazes de sintetizar a relação entre os serviços ecossistêmicos fornecidos por determinada área e a possível sua possível relação com a diversidade funcional da localidade onde o estudo foi desenvolvido.

A metodologia de quantificação de serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade desenvolvida nesta pesquisa resultou na existência de relação entre a biomassa da vegetação e a diversidade tanto de espécies arbóreas quanto da diversidade de abelhas. Este fato reforça a ideia de que quanto maior a quantidade de carbono armazenada em florestas tropicais maior é a diversidade das abelhas nesta área. Este fato resulta em maiores quantidades de serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade de abelhas e sua importância para o fornecimento contínuo de serviços ecossistêmicos de regulação climática e genética pela polinização.

A provisão dos serviços ecossistêmicos ainda é estudada de forma única e não em relação conjunta com outros serviços ecossistêmicos. Caso a provisão destes serviços prestados à sociedade fosse estudada de forma conjunta, os benefícios e as inter-relações entre nichos de espécies, modificações no habitat e diversidade funcional poderiam ser melhor compreendidas. Neste sentido, tornaria menos complexo o processo de valoração ambiental através do pagamento por serviços ambientais que ocorreria conjuntamente para mais de um serviço ambiental prestado pelo ecossistema.

As relações de diversidade funcional pesquisadas confirmam a necessidade de maiores estudos, principalmente entre abelhas e plantas polinizadas por estes insetos, principalmente em áreas florestais. Algumas espécies, como as abelhas conseguem maior adaptação em ambientes com certo grau de distúrbio e precisam ser identificadas a relação entre os hábitos de vida desses polinizadores e as espécies por eles polinizadas, sobretudo estudos envolvendo a valoração deste serviço ambiental não somente no bioma amazônico.

Neste sentido recomenda-se que a amostragem para abelhas seja realizada em épocas menos chuvosas de forma que as condições climáticas não exerçam interferência na amostragem dos indivíduos. A metodologia utilizada neste trabalho também pode ser utilizada em áreas com diferentes escalas espaciais, amplitude de dados amostrais e outros grupos funcionais.

Esta metodologia pode ser sugerida para compor os estudos de impacto ambiental em serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade de hidrelétricas, áreas passíveis de atividades de mineração e outros empreendimentos que possam vir a causar algum impacto na oferta de serviços ecossistêmicos à sociedade. Esta metodologia também pode vir a ser utilizada por agricultores ou comunidades tradicionais que tenham por interesse comercializar os serviços ecossistêmicos fornecidos em suas propriedades ou posses, com destaque para os serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade.

Logo, este estudo foi somente um passo inicial para o conhecimento e quantificação dos serviços ecossistêmicos tão fundamentais a continuidade da vida, sobretudo para a espécie em maior abundância no planeta, o *Homo sapiens*. Apesar do alto grau de alteração e impacto que os ecossistemas têm sofrido desde o surgimento da espécie humana, existem ainda muitas técnicas a serem desenvolvidas, melhoradas e aplicadas não somente relativas à conservação dos ecossistemas, mas também para a valorização da vida no planeta.

Referências

- AGUIAR, J.R.; BUENO, D.M.; FREITAS, B.M.; SOARES, A.A. Tecido nutritivo em flores da gravioleira *Annona muricata* L. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 31, n. 1, p. 51-55, 2000. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/site/artigos_lista.php?sel=2000&sel2=1&sel3=31>. Acesso em: 17 out. 2015.
- ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G.; ROCHA, D.P.N. **Relatório Executivo: Projeto: Cenários para a Amazônia: uso da terra, biodiversidade e clima: subprojeto: caracterização e mapeamento dos padrões de uso e cobertura da terra no centro de endemismo Belém**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2013. 26 p.
- ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G.; ROCHA, D.P.N. **Relatório Executivo: Projeto: cenários para a Amazônia: uso da terra, biodiversidade e clima: subprojeto: caracterização e mapeamento dos padrões de uso e cobertura da terra na Área de Endemismo Xingu**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2013 b. p.26.
- ALONSO, S.; CASTRO, E. Processo de transformação e representações do rural urbano em Altamira. In: CARDOSO, A.C.D. **O rural e o urbano na Amazônia: diferentes olhares em perspectivas**. Belém: EDUFPA. 2006. p. 161-215.
- ANDERSON, B.J.; ARMSWORTH, P.R.; EIGENBROD, F.; THOMAS, C.D.; GILLINGS, S.; HEINEMEYER, A.; ROY, D.B.; GASTON, K.J. Spatial covariance between biodiversity and other ecosystem service priorities. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 46, p. 888-896, ago. 2009.
- ANDRADE, J.P.S. **A implantação do pagamento por serviços ecossistêmicos no Território Portal da Amazônia: uma análise econômico-ecológica**. 2007. 127p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- ANDRADE, D.; ROMEIRO, A. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Campinas:Editora, fev. 2009a. 45p. (Texto para Discussão, 155).
- ANDRADE, D.C.; FASIABEN, M.C.R. A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos (PSE). **Revista Economia Ensaios**, Uberlândia, v. 24, n. 1, 16p. 2009b.

ANDRADE, D.C. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos**: uma contribuição da economia ecológica. 2010. 269p. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. Degradação Ambiental e Teoria Econômica: Algumas Reflexões sobre uma “Economia dos Ecossistemas”. **Revista da ANPEC**, Brasília, v. 12, n. 1 p. 3-26, jan/abr. 2011.

ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. Valoração de serviços ecossistêmicos: por que e como avançar? **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 43-58, jan. 2013.

ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. **The World Bank Research Observer**. v. 14, n. 1, p. 73-98, fev. 1999. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/1999/02/17580114/rethinking-causes-deforestation-lessons-economic-models>>. Acesso em: 18 out. 2015.

ANGELSEN, A. (Ed.). **Moving Ahead with REDD**: Issues, options and implications. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2008. 156p.

ARMBRUSTER, W.S.; WEBSTER, G.L. Pollination of two species of Dalechampia (Euphorbiaceae) in Mexico by euglossine bees. **Biotropica**, Lawrence, v. 11, n. 4, p. 278-283, dez. 1979.

BALVANERA, P.; KREMEN, C.; MARTINEZ-RAMOS, M. Applying community structure analysis to ecosystem function: examples from pollination and carbon storage. **Ecological Applications**, Ithaca v. 15, n.1, p. 360–375, fev. 2005.

BARRETO, P.; SILVA, D. Will cattle ranching continue to drive deforestation in the Brazilian Amazon? In: INTERNATIONAL CONFERENCE: ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT IN DEVELOPING AND TRANSITION ECONOMIES CERDI. Clermont- Ferrand, 2010. 23p.

BARRETO, P.; BRANDÃO Jr, A.; MARTINS, H.; SILVA, D.; SOUZA Jr, C.; SALES, M.; FEITOSA, T. **Risco de desmatamento associado a Hidrelétrica de Belo Monte**. Belém: IMAZON. 2011. 98p.

BARRETT, K.; VALENTIM, J.; TURNER II, B.L. Ecosystem services from converted land: the importance of three cover in Amazonian Pastures. **Urban Ecosystem**, Duluth, v. 16, n. 3, p. 573-591, sept. 2013.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. 4 ed. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: ARTMED, 2007. 752p.

BOCKSTAEL, N.; COSTANZA, R.; STRAND, I.; BOYNTON, W.; BELL, K.; WAINGER, L. Ecological Economic Modeling and Valuation of Ecosystems. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 14, n. 2, p. 143-159, ago. 1995.

BOIÇA Jr, A.L.; DOS SANTOS, T.M.; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de

visitação e danos às flores. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 135-139, mar/abr. 2004.

BRADBPEAR, N. **Bees and Their Role in Forest Livelihoods. A Guide to the Services Provided by Bees and the Sustainable Harvesting, Processing and Marketing of Their Products**. Non-Wood Forest Products 19. Roma (Itália): FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2009. 194p.

BRAGA, C.; VIANA, V. Establishing frameworks for ecosystems service markets: Creating political support. In: **BEYOND CARBON: EMERGING MARKETS FOR ECOSYSTEM SERVICES**, 2003.

BRANDÃO JR., A., BARRETO, P., SOUZA JR., C., BRITO, B. **Evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (1990-2013) Setor de Mudança de Uso da Terra**. Belém: IMAZON, 2015. 29p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília. 2002. 404p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. WUNDER, S.; BORNER, J.; TITO, M.R.; Pereira, L. S. (Org.). 2ed. Brasília, 2009. 136p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica, Panorama da Biodiversidade Global 3**. Brasília. 2010. 94p.

BRASIL, 2011b. Programa de Pesquisa em Biodiversidade: Protocolo 1 - Insetos associados a flores e frutos. Disponível em: <http://marte.museu-goeldi.br/ppbio/ppbio15/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=53>. Acesso em: 15 out. 2015.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal (PPCDAm) 3ª Fase (2012-2015): pelo uso sustentável e conservação da floresta**. Brasília, 2013. 174p.

BRASIL, 2014. Programa de Pesquisa em Biodiversidade: Manual para Medição e Marcação de Árvores em grades e módulos RAPELD do PPBIO. Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Protocolo_estrutura_vegetacao_2014_0.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

BRASIL, 2015. Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil para o acordo de Paris (COP 21). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/10570-indc-contribui%C3%A7%C3%A3o-nacionalmente-determinada>>. Acesso em: 06 jan. 2016.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Biomass of tropical forests: a new estimate based on forest volumes. **Science**, Washington, DC, v. 223, n. 4642, p. 1290-1293, mar. 1984.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 6, n. 1, p. 1-32, fev. 1990.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. **Interciencia**, Caracas, v. 17, n.1, jan. 1992.

BUSTAMANTE, M.M.C.; NARDOTO, G.B.; PINTO, A.S.; RESENDE, J.C.F.; TAKAHASHI, F.S.C.; VIEIRA, L.C.G. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 72, n. 3 p. 655-671, ago. 2012.

CAMERON, S.A. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 493, p. 377-404, 2004.

CARDINALE, B.J.; HILLEBRAND, H.; HARPOLE, W.S.; GROSS, K.; PTACNIK, R. Separating the influence of resource ‘availability’ from resource ‘imbalance’ on productivity–diversity relationships. **Ecology Letters**, Oxford, v. 12, n. 6, p. 475-487, mai. 2009.

CARVALHO, C.C.; REGO, M.M.C.; MENDES, F.M. Dinâmica de populações de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em mata ciliar, Urbano Santos, Maranhão, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 96, n. 2, p. 249-256, jun. 2006.

CDB, CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA NO BRASIL. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/convencao-da-diversidade-biologica>>. Acesso em: 18 out. 2015.

CDB. Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica. 2010a. **Revised and updated strategic plan: technical rationale and suggested milestones and indicators**. Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica. Montreal, Canada. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/official/cop-10-09-en.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.

CDB, CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA NO BRASIL. 2010b Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_arquivos/metas_aichi_147.pdf>. . Acesso em: 22 out. 2015.

CHAPIN III, F.S.; MATSON, P.A.; VITOUSEK, P.M. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. 2.ed. New York: SPRINGER-VERLAG NEW, 2001. 529p.

CHOMITZ, K.M.; BRENES, E.; CONSTANTINO, L. Financing environmental services: the Costa Rican experience and its implications. **The Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 240, n. 1/3, p. 157-169, out. 1999.

CHRISTIAN, R.R.; BAIRD, D.; BOWEN, R.E.; CLARK, D.M.; DE MORA, S.; DIGIACOMO, P.M.; JIMÉNEZ, J.; KINEMAN, J.; MAZZILLI, S.; SERVING, G.; TALAUE-MCMANUS, L.; VIAROLI, P.; YAP, H. Coastal GTOS Strategic design and phase 1 implementation plan. **Environment and Natural Resources Service Series**. Roma.

COSTANZA, R.; DAILY, H.E. Natural Capital Sustain Development. **Conservation Biology**, Boston, v. 6, n. 1 p. 37–46, mar. 1992.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, New York, v. 387, n. 15, p. 253, mai. 1997.

COSTANZA, R.; FISHER, B.; MULDER, K.; LIU, S.; CHRISTOPHER, T. Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecological Economics*, Amsterdam, v. 61, n. 2, 478-491, mar. 2007.

CRUZ, D.O.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A.; SILVA, E.M.S.; BOMFIM, I.G.A. Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em ambiente protegido. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 26, n. 3, p.293-298, 2004.

CUNHA, F.L.S. **Valoração dos serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas**. 2008. 129p. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

DAILY, G.C. **Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems**. Washington: ISLAND PRESS, 1997a. 394p.

DAILY, G.C.; ALEXANDER, S.; EHRLICH, P.R.; GOULDER, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P.A.; MOONEY, H.A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S. H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G.M. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*, Massachusetts, v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997b.

DALY, H.E.; FARLEY, J. **Ecological Economics: principles and applications**. Washington: ISLAND PRESS, 2004. 501p.

DARRAULT, R.; MEDEIROS, P.C.R.; LOCATELLI, E.; LOPES, A.V.; MACHADO, I.C.; SCHLINDWEIN, C. Seção II - Grupos Biológicos: Abelhas Euglossini. In: PÔRTO, K.C.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.D., TABARELLI, M. (Org.) **Diversidade biológica e conservação da floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 325p.

DA SILVA, S.J.R.; NETO, J.D.L.G.; DA SILVA, F.P. Abundância e diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) da Serra do Tepequém, município de Amajari, Roraima, Brasil. *Revista Agroambiente On-line*, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 225-230, 2013.

DE ALMEIDA, D.; MARCHINI, L.C.; SODRE, G.S.; D'AVILLA, M.; DE ARRUDA, C.M.F. **Plantas visitadas por abelhas e polinização**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2003. 44p. (Série Produtor Rural. Edição Especial).

DE BRITO, C.M.S.; RÊGO, M.M.C. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 61, n. 4, p. 631-638, nov. 2001.

DE FIGUEIREDO, D.M.; MAUÉS, M.M.; CORRÊA, F.; DO SOCORRO, T.; DE MOURA, A. Levantamento da Apifauna (Hymenoptera: Apoidea) em SAF's com Dendê (*Elais guineensis* Jacq.) na localidade de Quatro Bocas, município de Tomé-Açu, PA. In:

SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA 15., 2011, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 4p.

DE GROOT, R.S. **Functions of Nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision-making**. Groningen, Netherlands: WOLTERS NOORHOFF BV, 1992. 315p.

DE GROOT, R.S.; PERK, J., VAN DER, CHIESURA, A., MARGULIEW, S. Ecological functions and socio-economic values of critical natural capital as a measure for ecological integrity and environmental health. In: CRABBÉ, P.; HOLLAND, A.; RYSZKOWSKI, L.; WESTRA, L. (Ed.). **Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional and Global Environmental and Human Health**. Netherlands: SPRINGER, 2000. 23p.

DE GROOT, R.S.; WILSON, M.A.; BOUMANS, R.M.J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DE GROOT, R.S. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. **Landscape Urban Planning**, Philadelphia, v. 75, n. 1, p. 175-186, 2006.

DE MELO, L.N.T. **Aspectos da biologia floral, sucesso reprodutivo e polinização de cinco espécies de marantaceae na Amazônia Central**. 2014. 158p. Tese (Dourado em Diversidade Biológica) - Universidade Federal de Manaus, Manaus, 2014.

DESSLER, R.L. Biology of the orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 13, p. 373-394, 1982.

DIAS, B.F.S.; RAW, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **São Paulo Declaration on Pollinators**. 1999, 79p. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/doc/ref/agr-pollinator-rpt-pdf>>. Acesso em: 18 out. 2015.

DO COUTO, H.T.Z; RIBEIRO, M.C.; POLIZEL, J.L.; BARBOSA, T.C. Medição da biodiversidade em áreas restauradas. In: V SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 2013, São Paulo. São Paulo... 2013. 9p. Disponível em: <<http://botanica.sp.gov.br/files/2013/12/Anais-do-V-Simp%C3%B3sio-de-Restaura%C3%A7%C3%A3o-Ecol%C3%B3gica.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

BARRETO, P., SILVA, D. Will cattle ranching continue to drive deforestation in the Brazilian Amazon? In: INTERNATIONAL CONFERENCE: ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT IN DEVELOPING AND TRANSITION ECONOMIES CERDI. Clermont- Ferrand, 2010. 23p.

FEARNSIDE, P.M. Brazil's Balbina dam: Environment versus the legacy of the Pharaohs in Amazônia. **Environmental Management** New York, v. 13, p. 401 - 423, set. 1989.

FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazônia: net committed emissions. **Climatic Change**, Dordrecht, n. 35, p. 321-60, 1997.

FEARNSIDE, P.M. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazônian forests: risks, value and conservation. **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 26, n. 4, p. 305-321, dez. 1999.

FEARNSIDE, P.M. Deforestation impacts, environmental services and the international community. In: HALL, A. (Ed.). **Amazônia at the crossroads: the challenge of sustainable development**. Londres: INSTITUTE OF AMERICAN STUDIES, 2000. 13p.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: histórias, índices e consequências. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.1, n. 1, p. 113-123, 2005.

FEARNSIDE, P.M. Quantificação do serviço ambiental do carbono nas florestas amazônicas brasileiras. **Oecologia brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 743-756, 2008.

FEARNSIDE, P.M. Serviços ambientais provenientes de florestas intactas, degradadas e secundárias na Amazônia brasileira. p.26-57. In: PERES, C.A.; GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; VIEIRA, I.C.G.(Ed.) **Conservação da Biodiversidade em Paisagens Antropizadas do Brasil**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. 2013. 587 p.

FOLEY, J.A.; ASNER, G.P.; COSTA, M.H.; COE, M.T.; DEFRIES, R.; GIBBS, H.K.; HOWARD, E.A.; OLSON, S.; PATZ, J.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. Amazônia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Ithaca v. 5, n. 1, p. 25–32, Fev 2007.

FRASER, L.H.; PITHER, J.; JENTSCH, A.; STERNBERG, M.; ZOBEL, M.; ASKARIZADEH, D.; BARTHA, S.; BEIERKUHNLEIN, C.; BENNETT, J.A.; BITTEL, A.; BOLDRIV, B.; BOLDRINI, I.I.; BORK, E.; BROWN, L.; CABIDO, M.; CAHILL, J.; CARLYLE, C.N.; CAMPETELLA, G.; CHELLI, S.; COHEN, O.; CSERGO, A.M.; DÍAZ, S.; ENRICO, L.; ENSING, D.; FIDELIS, A.; FRIDLEY, J.D.; FOSTER, B.; GARRIS, H.; GOHEEN, J.R.; HENRY, H.A.L.; HOHN, M.; JOURI, M.H.; KLIRONOMOS, J.; KOOREM, K.; LAWRENCE-LODGE, R.; LONG, R.; MANNING, P.; MITCHELL, R.; MOORA, M.; MÜLLER, S.C.; NABINGER, C.; NASERI, K.; OVERBECK, G.E.; PALMER, T.M.; PARSONS, S.; PESEK, M.; PILLAR, V.D.; PRINGLE, R.M.; ROCCAFORTE, K.; SCHMIDT, A.; SHANG, Z.; STAHLMANN, R.; STOTZ, G.C.; SUGIYAMA, S.; SZENTES, S.; THOMPSON, D.; TUNGALAG, D.; UNDRAKHBOLD, S.; ROOYEN, M.V.; WELLSTEIN, C.; WILSON, J.B.; ZUPO, T. Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness. **Science**, Washington DC, v. 349, n. 6245, p. 302-305, Jul. 2015.

FREITAS, B.M. **A vida das abelhas**. Fortaleza: CRAVEIRO & CRAVEIRO, 1999. (1CD-ROM).

FREITAS, B.M.; OLIVEIRA FILHO, J.H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: BNB, 2001. 96p.

FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. Crop consortium to improve pollination: can West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) attract Centris bees to pollinate cashew (*Anacardium occidentale*)? In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 193-203.

FREITAS, B.M. As abelhas como agentes polinizadores na produção de alimentos e conservação de recursos florais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOLOGIA, 43, 2006, João Pessoa **Anais...** João Pessoa:SBZ, , 2006. p. 1-9.

GAGLIANONE, M.C.; ROCHA, H.H.S.; BENEVIDES, C.R.; JUNQUEIRA, C.N.; AUGUSTO, S.C. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 152-164, mar. 2010.

GALLAI, N.; SALLES, J.M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological economics**, Amsterdam, v. 68, n. 3, p. 810-821, jan. 2009.

GIANNINI, T.C.; ACOSTA, A.L.; GARÓFALO, C.A.; SARAIVA, A.M.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 244, p. 127-131, out. 2012.

GIMENES, M.; LOBÃO, C.S. A polinização de *Krameria bahiana* B.B. Simpson (Krameriaceae) por abelhas (Apidae) na restinga, BA. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 440-445, jul/ago. 2006.

GLOBAL TRADE EXCHANGE (CTX). Disponível em: <<http://ctxglobal.com/>>. Acesso em: 07 nov. 2015.

GRACE, J.B. The factors controlling species density in herbaceous plant communities: an assessment. **Perspectives in plant ecology, evolution and systematics**, Jena, v. 2, n. 1, p. 1-28, 1999.

GRACE, J.B. ANDERSON, T.M.; SEABLOOM, E.W.; BORER, E.T.; ADLER, P.B.; HARPOLE, W.W.; HAUTIER, Y.; HILLEBRAND, H.; LIND, E.M.; PÄRTEL, M.; BAKKER, J.D.; BUCKLEY, Y.M.; CRAWLEY, M.J.; DAMSCHEN, E.I.; DAVIES, K.F.; FAY, P.A.; FIRN, J.; GRUNER, D.S.; HECTOR, A.; KNOPS, J.M.H; MACDOUGALL, A.S.; MELBOURNE, B.A.; MORGAN, J.W.; ORROCK, J.L.; PROBER, S.M.; SMITH, M.D. Integrative modelling reveals mechanisms linking productivity and plant species richness. **Nature**, New York, , v. 259, n.7586, p. 390-393, Jan. 2016.

GRESSLER, E.; PIZO, M.A.; MORELLATO, L.P.C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

GRIME, J.P. **Plant strategies and vegetation processes**. 2 ed. Chichester: WILEY, 1979. 456p.

GUEDES, F.B.; SEEHUSEN, S.E. (Org). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2011. 280p.

GUO, Q.; BERRY, W.L. Species richness and biomass: dissection of the hump-shaped relationships. **Ecology**, Washington DC, v. 79, n. 7, p. 2555-2559, out. 1998.

GUO, Q. The diversity–biomass–productivity relationships in grassland management and restoration. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 8, n. 3, p. 199-208, 2007.

HACKBART, V.C.S. **A conservação de corredores fluviais e suas microbacias hidrográficas garantem a disponibilidade de serviços ecossistêmicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. 140p,

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L.H. **Natural capitalism: creating the next industrial revolution**. Little, Brown, New York. 1999.379p

HECTOR, A.; BEALE, A.J.; MINNS, A.; OTWAY, S.J.; LAWTON, J.H. Consequences of the reduction of plant diversity for litter decomposition: effects through litter quality and microenvironment. **Oikos**, Lund, v. 90, n. 2, p. 357-371, ago. 2000.

HEIN, L. The economic value of the pollination service, a review across scales. **The Open Ecology Journal**, Bussum, v. 2, p. 74-82, 2009.

HELLIWELL, D.R. Valuation of wildlife resources. **Regional Studies**, Cambridge, v. 3, n. 41–49, ago. 1968.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; DOS SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; PINTO, A.C.M.; DA SILVA, R.P.; R, R.M.; TRIBUZY, E.S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304, 2004.

HOOPER, D.U.; VITOUSEK, P.M. Effects of plant composition and diversity on nutrient cycling. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 68, n. 2, p. 121-149, mai. 1998.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE, D.L.; NOBRE, C.A.; HACKLER, J.L.; LAWRENCE, K.T.; CHOMENTOWSKI, W.H. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. **Nature**, New York, v. 403, p. 301-304, 2000.

HUETING, R.; REIJNDERS, L.; DE BOER, B.; LAMBOOY, J.; JANSEN, H. The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 25, n.1, p. 31- 35, 1998.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. São Paulo: USP, 2004. 10p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., SARAIVA, A.M.; GONÇALVES, L.S. A Iniciativa Brasileira de Polinizadores e os avanços para a compreensão do papel dos polinizadores como produtores de serviços ambientais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 0, p. 100-106, Nov 2007.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: USP, 2012. 488p.

IPCC, INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change Synthesis Report. Summary for Policymakers.** Switzerland. 2007.

JAGGER, P.; SILLS, E.; LAWLOR, K.; SUNDERLIN, W.D. **A guide to learning about livelihood impacts of REDD+.** Bogor, Indonésia: CIFOR, Bogor, 2010. 89p.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.M. **Abelha Urucu. Biologia, Manejo e Conservação.** Coleção Manejo da Vida Silvestre. Belo Horizonte: FUNDAÇÃO ACANGAU, 1996. 143p.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; SILVA, A.C.D.; ASSIS, M.D.G.P.D. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2010.

KING, R.T. Wildlife and man. **New York Conservationist**, New York, v. 20, n. 6, p. 8–11, 1966.

KREMEN, C. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P.(Ed.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination.** Fortaleza: IMPRENSA UNIVERSITÁRIA, 2004. p.115-125.

KRICHER, J. **Tropical Ecology.** Nova Jersey: PRINCETON UNIVERSITY PRESS, 2011. 606p.

KRUTILLA, J.V.; FISHER, A.C. **The economics of natural environments; studies in the valuation of commodity and amenity resources.** Baltimore: RESOURCES FOR THE FUTURE, 1985. 293p.

LOREAU, M.; NAEEM, S.; INCHAUSTI, P.; BENGTSSON, J.; GRIME, J. P.; HECTOR, A.; HOOPER, D.U.; HUSTON, M.A.; RAFFAELLI, D.; SCHMID, B.; TILMAN, D.; WARDLE, D.A. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. **Science**, Washington DC, v. 294, n. 5543, p. 804-808, out. 2001.

LOREAU, M. Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, Londres, v. 365, n. ,p. 49–60, 2010.

LUBCHENCO, L. Entering the century of the environment: a new social contract for science. **Science**, Washington DC, v. 279, n. 5350, p. 491–497, jan. 1998.

MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity.** Blackwell Science. 2004. 264p.
MAUÉS, M.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 238-250, 2010.

MARTINS, L.; CAVARARO, R. (Org.). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p.

MAUÉS, M.M.; CAVALCANTE, M.C.; DOS SANTOS, A.C.; CORRÊA, F.D.S. Agrobiodiversidade de polinizadores em duas áreas cultivadas com castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.

MAURY, C.M. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002. 404p.

MAY, P.H.; CALIXTO, B.; GEBARA, M.F. **REDD+ politics in the media**: a case study from Brazil. CIFOR, Bogor, Indonesia. 2011. 24p. (Working Paper, 55).

MAY, P.H.; GELUDA, L. Pagamentos por serviços ecossistêmicos para manutenção de práticas agrícolas sustentáveis em microbacias do norte e noroeste do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 6., 2005. Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2005. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/publicacoes/encontros/110-vi-encontro-nacional-da-ecoeco-brasil-df-2005>>. Acesso em: 21 out. 2015.

MEA, MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human Well-Being**. Washington: ISLAND PRESS. 2005. 137p.

MEDEIROS, H.F.; MARTINS, M.B.; CORREA, M.M.; MENDONÇA, M.W. ; RONCHI, B.; ESPÓSITO, M.C.; FURTADO, I.S.; COSTA, A.L.; CASTILHO A.P.; ABRAHÃO, A.S. Análise do Protocolo de Moscas e Abelhas em Caxiuanã: Uma análise metodológica. In: I Seminário Científico do PPBIO, 2007, Belém - PA. Resumos do I Seminário Científico do PPBIO, 2007.

MENDONÇA, M.J.C. A study on valuing of biodiversity. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), **Texto para discussão**, Rio de Janeiro. n. 904, p. 12, set 2002.

MENDONÇA, E.F.E.P. **Serviços dos Ecossistemas na Ilha Terceira: estudo preliminar com ênfase no sequestro de carbono e na biodiversidade**. 2012. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - , Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 2012.

MOURE, J.S. A check-list of the known euglossine bees (Hymenoptera, Apidae). **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**, Belém, v. 5, p. 395-415. 1967.

MOURE, J.S.; MELO, G.A.R.; FARIA JR.; L.R.R. Euglossini Latreille, 1802. In :MOURE, J.S.; URBAN, D. ; MELO, G.A R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - versão online**. 2012. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 13 out. 2015.

NAEEM S., CHAPIN, F.S., COSTANZA, R.; EHRLICH, P.R.; GOLLEY F.B.; HOOPER, D.U.; LAWTON, J.H.; ONEILL, V.R.; MOONEY, H.A.; SALA, O.E. SYMSTAD, A.J.;

TILMAN, D. Biodiversity and ecosystem functioning: maintaining natural life support processes. Ecological Society of America, **Issues in Ecology**, Washington DC, n. 4, p. 14, 1999.

NAEEM, S.; LOREAU, M.; INCHAUSTI, P. Biodiversity and ecosystem functioning: the emergence of a synthetic ecological framework. In: LOUREAU, M.; NAEEM, S.; INCHAUSTI, P. (Ed.). **Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspective**. Nova Iorque: Oxford university press, 2002. 283p.

NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F.A. Edge Effects on the Orchid-Bee Fauna (Hymenoptera: Apidae) at a Large Remnant of Atlantic Rain Forest in Southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 313-323, mai/jun 2006.

NEPSTAD, D.C.; VERISSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDONZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, New York, v. 398, p. 505-508, Abr 1999.

NERY, D.; CHRISTOVAM, M.; MESQUITA, I.; SPLENDORE, J.; STELLA, O.; MOUTINHO, P. **Povos Indígenas e o mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) na Amazônia Brasileira - Subsídios à discussão de repartição de benefícios**. Brasília, DF: INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA, 2013. 72p.

NETER, J.; KUTNER, M.H.; NACHTSHEIM, C.J.; WASSEMAN, W. **Applied Linear Statistical Models**. 4.ed. . Irwin: MCGRAW, 1996. 1408p.

NICODEMO, M.L.F.; VINHOLIS, M. de M. B.; PIRMAVESI, O.; ARMANDO, M.S. **Conciliação entre produção agropecuária e integridade ambiental: o papel dos serviços ambientais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 71p. (Documentos 82)

ODUM, E.P.; ODUM, H.T. Natural areas as necessary components of man's total environment. In: TRANSACTIONS OF THE 37th NORTH AMERICAN WILDLIFE AND NATURAL RESOURCES CONFERENCE, 37th, 1972, Whashington. Whashington: Wildlife Management Institute, 1972. Disponível em: <https://myweb.rollins.edu/jsiry/Odum_Odum-Assets.html>. Acesso em: 21 out. 2015.

ODUM, E.P. Trends expected in stressed ecosystems. **BioScience Journal**, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 419 - 422, 1985.

OLIVEIRA, L.L.; FONTINHAS, R.L.; LIMA, A.M.M.; LIMA, R.J.S. Mapas dos parâmetros climatológicos do Estado do Pará: umidade, temperatura e insolação, médias anuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2002. Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002, Fortaleza, CBMET. **Anais...** Fortaleza, 2002. 1 CD-ROM.

PAGIOLA, S.; RUTHENBERG, I.M. Selling Biodiversity in a Coffee Cup: Shade-grown Coffee and Conservation in Mesoamerica. In: PAGIOLA, S.; BISHOP, J.; LANDELL-MILLS, N. (Ed.). **Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Development**. London: Earthscan. 2002. 320p.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. 2013. 338p.

PATTERSON, T.M.; COELHO, D.L. Ecosystem services: Foundation, opportunities, and challenges for the forest products sector. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 257, n. 8, p. 1637-1646, Mar 2009.

PAVESE, H.; CEOTTO, P.; RIBEIRO, F. **TEEB para o setor de negócios brasileiro: relatório preliminar. Sumário executivo**, Brasília: CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. 2012. 35p.

PEREIRA, J.O.P. O papel de abelhas do gênero *Centris* na polinização e sucesso reprodutivo do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.). **Revista Científica de Produção Animal**, Areia - Paraíba. V. 5, n. 1/2, Jan/Jun e Jul/Dez 2003.

PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M.; LISBOA, L.C.O. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 101-118, 1999.

POTTS S.G.; KEVAN P.G.; BOONE J.W. Conservation in Pollination: collecting, surveying and monitoring. In: DAFNI, A.; KEVAN, P.; HUSBAND, C. (Ed.). **Practical Pollination Biology**. Ontario: ENVIROQUEST CAMBRIDGE, 2005. 401-434p.

POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J.C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W.E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 25, n. 6, p. 345-353, jun. 2010.

RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J.A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands for 1700 to 1992. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v. 13, n. 4, p. 997-1027, dez. 1999.

REBÊLO, J.M.M. **História Natural das Euglossíneas – As Abelhas das Orquídeas**. São Luiz: LITHOGRAF. 2001. 152p

REBELLO, F.K.; SANTOS, M.A.S.; HOMMA, A.K.O. Modernização da agricultura nos municípios do Nordeste Paraense: determinantes e hierarquização no ano de 2006. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 9, n. 2, p. 209-232, 2011.

REGO, M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RAMOS, M.C.; CARREIRA, L.M. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Fries) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 579-587, set/out. 2006.

RIBEIRO, M. de F. "II SEMANA DOS POLINIZADORES." EMBRAPA SEMIÁRIDO-ARTIGO EM ANAIS DE CONGRESSO (ALICE). In: SEMANA DOS POLINIZADORES, 2., 2010, Petrolina. **Palestras...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.85p.

RICHARDS, K.W. Non-Apis bees as crop pollinators. **Revue Suisse de Zoologie**, Geneva, v. 100, n. 4, p. 807–822, dez. 1993.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: EDITORA GUANABARA KOOGAN, 2003. 572p.

ROCKSTROM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, A.; F. CHAPIN, F.S.; LAMBIN, E.; LENTON, T.M.; SCHEFFER, M.; FOLKE, C.; SCHELLNHUBER, J.; NYKVIST, B.; DE WIT, C.A.; HUGHES, T.; LEEUW, S.V.D.; RODHE, H.; SORLIN, S.; SNYDER, P.K.; COSTANZA, R. SVEDIN, U.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; CORELL, R. W.; FABRY, V.J.; HANSEN, J.; WALKER, B.; LIVERMAN, D.; RICHARDSON, K.; CRUTZEN, P.; FOLEY, J. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 14, n. 2, p. 32, 2009.

RODRIGUES, E.A.; VICTOR, R.A.B.M.; PIRES, B.C.C. A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 71-89, abr/jun. 2006.

ROLLO, L.C.P. **Metodologias de quantificação de áreas verdes urbanas: mapeamento da cobertura arbórea e inventário florestal de árvores de rua em cidades do Estado de São Paulo**. 2014. 103p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

ROUBIK, D.W. Long-term studies of solitary bees: what the orchid bees are telling us. In: B.M. Freitas; J.O.P Pereira (Eds.). Solitary bees. **Conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: IMPRENSA UNIVERSITÁRIA, 2004. 283p.

RYLANDS, A.B. et al. AMAZÔNIA. IN: MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; ROBLES GIL, P.; PILGRIM, J.; G.A.B. DA FONSECA, T. BROOKS ; W.R. KONSTANT (Ed.). **Wilderness: earth's last wild places**. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S.C., México, 2002.56-107p.

SAATCHI, S.S.; HARRIS, N.L.; BROWN, S.; LEFTSKY, M.; MITCHARD, E.T.A.; SALAS, W.; ZUTTA, B.R.; BUERMANN, W.; LEWIS, S.L.; HAGEN, S.; PETRONA, S.; WHITE, L.; SILMAN, M.; MOREL, A. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America**, Online, v. 108, n.24, p. 9899 - 9904, jun. 2011.

SAINT-PAUL, U.; SCHLÜTER, U.B.; SCHMIDT, H. The significance of Amazonian rain forest deforestation for regional and global climate change – a review. **Ecotropica**, Frankfurt, v. 5, n. 2, p. 87-114, 1999.

SALOMÁO, R.P.; VIEIRA, I.C.G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N.A.S.; ALMEIDA, S.S.; AMARAL, D.D.; MENEZES, M.P.M. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 3. p. 57-153, set/dez 2007.

SAMPAIO, J.A. **Disponibilidade de serviços ecossistêmicos de um sistema agroflorestal na região de Cerrado (Brasil Central)**. 2013. 59p. Monografia (Trabalho de Conclusão de

Curso de Gestão Ambiental) - Faculdade UnB de Planaltina, Universidade de Brasília (UnB), Planaltina, 2013.

SANTILLI, M.; MOUTINHO, P.; SCHAWARTZMAN, S.; NEPSTAD, D.; CURRAN, L.; NOBRE, C. Tropical deforestation and the Kyoto Protocol. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 71, n. 3, p. 267-276, 2005.

SANTOS, R.F.; VIVAN, J.L. **Pagamento por Serviços Ecossistêmicos em perspectiva comparada: recomendações para tomada de decisão**. Brasília: Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais EU-Brasil, 2012. 124p.

SCHMID, M.L. **Análise econômica entre o valor do uso tradicional da terra e a conservação florestal pela aplicação do conceito REDD+: um estudo de caso na APA de Guaratuba**. 2011, 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SCHULZE, E.D.; MOONEY, H.A. **Biodiversity and ecosystem function**. Berlin: SPRINGER-VERLAG. 1994. 521p.

SHIKI, S.; SHIKI, S.F.N. Os Desafios de uma Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais: lições a partir do caso do Proambiente. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 2, n. 1, 2011.

SILVA DIAS, M.A.F.; RUTLEDGE, S.; KABAT, P.; SILVA DIAS, P.L.; NOBRE, C.; FISH, G.; DOLMAN, A.J.; ZIPSER, E.; GARSTANG, M.; MANZI, A.O.; FUENTES, J.D.; ROCHA, H.R.; MARENGO, J.; PLANA-FATTORI, A.; SÁ, L.D.A.; ALVALÁ, R.C.S.; ANDREAE, M.O.; ARTAXO, P.; GIELOW, R.; GATTI, L. Cloud and rain processes in a biosphere-atmosphere interaction context in the Amazon Region. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 107, n. D20, p. 8072- 8092, set. 2002.

SILVA, M.M.; BUCKNER, C.H.; PICANÇO, M.; CRUZ, C.D. Influência de *Trigona spinipes* Fabr. (Hymenoptera: Apidae) na polinização do maracujazeiro amarelo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 217-221, ago. 1997.

SILVA, E.M.S.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A.; CRUZ, D.O.; BOMFIM, I.G.A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.36, n.3, p.386-390, 2005.

SILVA, W.R.T.; ARAÚJO, E.D.; SCHER, R. Caracterização do cariótipo de uma população de abelhas *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Meliponini), no município de Brejo Grande/Se. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 3 (a), 2012.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.; ALMEIDA, E.A. **Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação**. Belo Horizonte: FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, Belo Horizonte. 2002. 253p.

SMIL, V. Population and environmental services. **Population and Development Review**, v. 28, n. 2, p. 187-198, 2002.

SOARES FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; McDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, New York, v. 440, p. 520-523, nov. 2006.

SOLAR, R.R.; BARLOW, J.; FERREIRA, J.; BERENGUER, E.; LEES, A.C.; THOMSON, J.R.; LOUZADA, J.; MAUÉS, M.; MOURA, N.G.; OLIVEIRA, V.H.F.; CHAUL, J.C.M.; SCHOEREDER, J.H.; VIEIRA, I.C.G.; NALLY, R.C.; GARDNER, T.A. How pervasive is biotic homogenization in human-modified tropical Forest landscapes. **Ecology Letters**, Oxford, v. 18, n. 10, p. 1108-1118, out. 2015.

SOUZA, O.P.S.; DE SOUZA, P.T.S.; DE FREITAS, A.D.D.; PARAENSE, V.C.; SOUZA, D.V. Indicadores de área verde e cobertura arbórea para as praças do município de Altamira, Pará. **Enciclopédia da Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1955-1962, jul. 2014.

STORTI, E.F.; BRAGA, P.I.S.; STORTI FILHO, A. Reproductive biology of *Cattleya eldorado*, a species of Orchidaceae from the Amazonian white sand campinas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 41, n. 3, p. 361-368, 2011.

SUKHDEV, P. **The economics of ecosystems and biodiversity**. Interim report of the convention on biological diversity. Cambridge (Reino Unido): COMUNIDADE EUROPÉIA, 2008. 2p.

TILMAN, D.; LEHMAN, C.L.; THOMSON, K.T. Plant diversity and ecosystem productivity: theoretical considerations. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 94, n. 5, p. 1857-1861, 1997.

TOSTO, S.G. **Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no espaço rural do município de Araras, SP**. 2010. 217p. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2010.

TURNER, W.R.; BRANDON, K.; BROOKS, T.M.; COSTANZA, R.; FONSECA, G.A.B.; PORTELA, R. Global conservation of biodiversity and ecosystem services. **Bioscience**, Oxford, v. 57, n. 10, p. 868, 2007.

TURNER, R.K.; DAILY, G.C. The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation. **Environmental and Resources Economics**, New York, v. 39, n. 1, p. 25-35, jan. 2008.

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRAO, E.A.S. Abandoned pastures in eastern Amazônia. I. Patterns of plant succession. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 76, n. 3, p. 663-681, set. 1988.

UNFCCC.INT, Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Investment and financial flows to address climate change. Disponível em: <https://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/potential_of_carbon_markets.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2015.

UNFCCC. **Paris Agreement**. 2015. Disponível em:

<<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

VERBIST, B., VAN GOIDSENHOVEN, M., DEWULF, R., MUYS, B. (2011). Reducing emissions from deforestation and degradation. KLIMOS working paper 3, KLIMOS, Leuven, Belgium.

VIANA, V.; CENAMO, M.; MANFRINATO, W. Reducing emissions from deforestation in Amazonas, Brasil: a State Government's proposal for action. In: CONFERENCE OF PARTIES OF THE UNFCCC, UNFCCC COP, 11., 2005. **Proceedings...MONTREAL: UNFCCC**. 2005.

VIANA, V.; MOUTINHO, P.; CENAMO, M.; PHILIPSON, H.; MITCHELL, A.; NOBRE, A.; VIEIRA, A.; RUEDA, E.J. Amazonas Initiative for forest conservation and ecosystem services. In: 12th Conference of the UNFCCC, UNFCCC COP 12. 2006. Nairobi: UNFCCC. 2006. Disponível em: <http://www.idesam.org.br/documentos/04_PaperNairobi25.pdf>. Acesso em: 19 out. 2015.

VIANA, V.; CENAMO, M.; RIBENBOIM, G.; TEZZA, J.; PAVAN; E.M. **Juma Sustainable Development Reserve: The first REDD Project In the Brazilian Amazon**. Manaus: FUNDAÇÃO AMAZONAS SUSTENTÁVEL. 2008a. 85p.

VIANA, V. Bolsa Floresta: um instrumento inovador para a promoção da saúde para a promoção da saúde em comunidades tradicionais na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo v. 22, n. 64, p.143-153, 2008b.

VIANA, V. **Sustainable development in practice: Lessons learned from Amazonas**. Londres: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 2010. 68p.

VICENTINI, A. As Florestas de Terra Firme. Florestas do Rio Negro. In: Florestas do Rio Negro. In: DE OLIVEIRA, A.A.; DALY, D.C. (Ed.). **Florestas do Rio Negro**. São Paulo: COMPANHIA DAS LETRAS, UNIP. 2001. 145-177p.

VIEIRA, S.A. **Mudanças globais e taxa de crescimento arbóreo na Amazônia**. 2003. 133p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VILHENA, A.M.G.F.; AUGUSTO, S.C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 14-23, nov. 2007.

WALLACE, A.R. On the monkeys of the Amazon. **Proceedings of the Zoological Society of London**, London, v. 20, p. 107-110, 1852.

WATSON, R.T.; NOBLE, I.R.; BOLIN, B.; RAVINDRANATH, N.H.; VERARDO, D.J.; DOKKEN, D.J. **Land use, land-use change and forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change**. Cambridge: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. 2001. 24p.

WEIER, J.; HERRING, D. Measuring vegetation. NASA Earth Observatory, 2000.
Disponível em: <<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/>>. Acesso em: 30 out. 2015.

WENDLAND, K.J.; HONZÁK, M.; PORTELA, R.; VITALE, B.; RUBINOFF, S.; RANDRIANARISOA, J. Targeting and implementing payments for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 11, p. 2093-2107, set. 2010.

WILLIAMS, N.H.; WHITTEN, W.M. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: methods and advances in the last sesquidecade. **The Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 164, n. 3, p. 355-395, jun. 1983.

WUNDER, S. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **CIFOR Occasional Paper**, Jakarta, n. 42, p. 24, 2005.

YACHI, S.; LOREAU, M. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 96, n. 4, p. 1463-1468, fev. 1999.

YOUNG, C.E.F. Financial mechanisms for Conservation in Brazil. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 756-761, jun. 2005.

YOUNG, C.E.F.; MAC-KNIGHT, V.; MEIRELES, A.L.C. Desmatamento e custo de oportunidade da terra: o caso do Mato Grosso. In: ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 2007. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2007. p.1-26.

ZANELLA, F.C.V. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, Versailles, v. 31, n. 5, p. 579-592, set/out. 2000.

ZHANG, Y.; CHEN, H.Y.H.; REICH, P.B. Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation: a global meta-analysis. **Journal of Ecology**, London, v. 100, n. 3, p. 742-749, 2012.

ZIMMERMANN, Y.; ROUBIK, W.D.; ELTZ, T. Species-specific attraction to pheromonal analogues in orchid bees. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 60, p. 833-843, jul. 2006.

WILLIAMS, Y.M. **Ecological differences between rare and common species of microhylid frogs of the Wet Tropics biogeographic region**. 2007. 137p. Tese (Doutorado em Filosofia) - Escola de Biologia Tropical e Marinha, James Cook University. Townsville, 2007.

WWF. **Guide to Building REDD+ Strategies**: A toolkit for REDD+ practitioners around the globe. WWF Forest and Climate Programme, Washington, DC: WWF, 2013. 138p.

Bibliografia Consultada

- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R.; FASIABEN, M.D.C.R.; GARCIA, J.R. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 25, p. 53-71, jan/jun. 2012.
- ARAÚJO, M. Avaliação da biodiversidade em conservação. **Silva Lusitana**, Oeiras, v. 6, n. 1, p. 19-40, 1998.
- ARMBRUSTER, W.S.; WEBSTER, G.L. Pollination of two species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Mexico by euglossine bees. **Biotropica**, Lawrence, v. 11, n. 4, p. 278-283, dez. 1979.
- BNDES. **Elaboração da Agenda de Desenvolvimento para o Território de Abrangência do Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável - ADT XINGU: Sumário Executivo**. 2012. 112p. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEPprospec0112_Sumario_Executivo_Final.pdf>, Acesso em: 07 nov. 2015.
- BOCKSTAEL, N.; COSTANZA, R.; STRAND, I.; BOYNTON, W.; BELL, K.; WAINGER, L. Ecological economic modeling and valuation of ecosystems. **Ecological economics**, Amsterdam, v. 14, n. 2, p. 143-159, ago. 1995.
- BRASIL. 2011a. Programa de Pesquisa em Biodiversidade: O Programa. Disponível em: <http://marte.museugoeldi.br/ppbio/ppbio15/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=57>. Acesso em: 15 out. 2015.
- BRASIL, 2012. **Preservação Ambiental**: um discurso de todos da Eco 92 à Rio +20. Câmara dos Deputados do Brasil. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/9228>>. Acesso em: 08 jan. 2016.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Metas de Aichi. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_arquivos/metas_aichi_147.pdf> . Acesso em: 19 out. 2015.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa de Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA). Disponível em: <<http://programaarpa.gov.br/pt/>> Acesso em: 19 out. 2015.
- BROWN, K.S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, Dordrecht, v. 1, p. 25-42, Fev 1997.
- CAMACHO-CERVANTES, M.; GARCIA, C.M.; OJANGUREN, A.F.; MAGURRAN, A.E. Exotic invaders gain foraging benefits by shoaling with native fish. **Royal Society Open Science**, London, v. 1, n. 3, p. 1-9, nov. 2014.

CAMPBELL, D.G., DALY, D.C., PRANCE, G.T., MACIEL, U.N. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the Rio Xingu, Brazilian Amazon. **Brittonia**, New York, v. 38, n. 4, p. 369-393, out/dez. 1986.

CASTRO, M.S. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potencial pollinators and their conservation. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ FONSECA, V.L. (Ed.). **Pollinating Bees: The conservation link between agriculture and nature**. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002. p. 275-288.

CDB, CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA. A Agenda da Biodiversidade: Decisões da Terceira Reunião da Conferência das Partes da Convenção Sobre Diversidade Biológica. Buenos Aires. 101p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/cop3por_72.pdf>. Acesso em: 18 out. 2015.

CDB. CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA. Revised and updated strategic plan: technical rationale and suggested milestones and indicators. Nagoya (Japão): UNEP. 2010b. 20p.

CHAMBERS, J.Q.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; HIGUCHI, N. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 152, n. 1-3, p. 73-84, out.- 2001.

DA SILVA, J.M.C.; RYLANDS, A.B.; DA FONSECA, G.A. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Revista Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n.1, p. 124-131, 2005.

DE ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G.; NAZARÉ, M.; BARROS, R.; DA ROCHA, D. D.P.N. **Áreas de endemismo Belém e Xingu: configuração e espacialização do uso da terra e da cobertura vegetal**. 59-66p. 2013. Disponível em: <http://lba2.inpa.gov.br/media/capitulos_livro_cenarios/capitulo_5.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2015.

DE GROOT, R. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **The Environmentalist**, New York, v. 7, n. 2, p. 105-109, 1987.

DE OLIVEIRA, A.A.; MORI, S.A. A central Amazonian terra firme forest. High tree species richness on poor soils. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 8, n. 9, p. 1219-1244, 1999.

ELOY, L.; MÉRAL, P.; LUDEWIGS, T.; PINHEIRO, G.T.; SINGER, B. Payments for ecosystem services in Amazonia. The challenge of land use heterogeneity in agricultural frontiers near Cruzeiro do Sul (Acre, Brazil). **Journal of Environmental Planning and Management**, Abingdon, v. 55, n. 6, p. 685-703, Jan 2012.

FEARNSIDE, P.M.; FERRAZ, J. A conservation gap analysis of Brazil's Amazonian vegetation. **Conservation Biology**, Boston, v. 9, n. 5, p. 1134-1147, set. 1995.

GASTON, K. Species richness: measure and measurement. In: GASTON, K. **Biodiversity - A Biology of Numbers and Difference**. London: BLACKWELL SCIENCE, 1996a.

GASTON, K. Species-range-size distributions: patterns, mechanisms and implications. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 11, n. 5, p. 197-201, mai. 1996b.

GELUDA, L.; YOUNG, C.E.F. Pagamentos por serviços ecossistêmicos previstos na Lei do SNUC–Teoria, Potencialidades e relevância. In: SIMPÓSIO DE ÁREAS PROTEGIDAS. 2005, Pelotas, **Anais...** Pelotas, 2005. p. 572-579.

HUETING, R. **New scarcity and economic growth more welfare through less production?** Amsterdam: NORTH HOLLAND PUBLISHING COMPANY, 1980. 290p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA, INPA. Inventário com a metodologia RAPELD. Disponível em: <<http://ppbio.inpa.gov.br/inventarios>>. Acesso em: 19 out. 2015.

JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, Washington, v. 171, n. 3967, p. 203-205, jan. 1971.

JARDIM, M.H.; BURSZTYN, M.A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 353-360, jul/set. 2015.

KUTNER, M.H. **Applied linear statistical models**. Chicago: IRWIN, 1996. v. 4, 1408p

LOYD, M.; GHELARDI, R.J. A table for calculating the “equitabilidade” component of species diversity. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 33, p. 217-225, 1964.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 175p.

MAY, P.H.; NETO, F.C.V.; POZO, O.V.C. Valoração econômica da biodiversidade no Brasil: revisão da literatura. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA. Recife, 1999. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/i_en/mesa1/4.pdf>. Acesso em: 18 out. 2015.

MCGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 73, n.2, p. 181-201, mai. 1998.

MELO, G.A.R. Notes on the systematics of the orchid-bee genus *Eulaema* (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 58, n. 3, p. 235-240, set. 2014.

MOURE, J.S.; MELO, G.A.R.; FARIA JR.; L.R.R. Euglossini Latreille, 1802. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Versão online. 2012. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 13 out. 2015.

NAEEM, S., EMMETT, D.J.; ZAVALETA, E. The functions of biological diversity in an age of extinction. **Science**, Washington, v. 336, n. 6087, p.1401-1406, jun. 2012.

NAIDOO, R., BALMFORD, A., COSTANZA, R., FISHER, B., GREEN, R.E., LEHNER, B., MALCOLM, T.R.; RICKETTS, T.H. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Whashington, DC, v. 105, n. 28, p. 9495-9500. 2008.

NUNES, S.S.S. **Estimativas de biomassa e carbono e indicadores para restauração de florestas secundárias em Paragominas-Pará**. 2011. 127 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN. 1988. 434p.

ORTIZ, R.A. **Diálogos Brasil – União Europeia Sobre Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos: Produto 2 Relatório Técnico para Subsidiar a Proposta de Debate na Plataforma Virtual da Comunidade de Aprendizagem em Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos para Água**. 2012. 21p. Disponível em: <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/mmaa01_-_perito_-_relatorio_tecnico_-_agua_0.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2016.

PARKER, C.; MITCHELL, A.; TRIVEDI M.; MARDAS, N. **The Little REDD Book: A guide to Governmental and non-governmental proposals for Reducing Emissions from Deforestation and Degradation**. GLOBAL CANOPY PROGRAM. 2008. 113p. Disponível em: <www.the.littleREDDbook.org>. Acesso em: 18 out. 2015.

PDBFF, PROJETO DINÂMICA BIOLÓGICA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS. Disponível em <<http://pdbff.inpa.gov.br/>>. Acesso em: 18 out. 2015.

PEREIRA, H.M.; DOMINGOS, T.; PROENÇA, V.; VICENTE, L.; RODRIGUES, P. Estrutura conceptual do Millennium Ecosystem Assessment. In: PEREIRA, H.M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L. (Ed.). **Ecossistemas e Bem-Estar Humano. Avaliação para Portugal do Millenium Ecosystem Assessment**. Lisboa: Editora Escolar, 2009. 768p.

PERRINGS, C.; NAEEM, S.; AHRESTANI, F.S.; BUNKER, D.E.; BURKILL, P.; CANZIANI, G.; ELMQVIST, T.; FUHRMAN, J.A.; JAKSIC, F.M.; KAWABATA, Z.; KINZIG, A.; MACE, G.M.; MOONEY, H.; PRIEUR-RICHARD, A.; TSCHIRHART, J.; WEISSER, W. Ecosystem services, targets, and indicators for the conservation and sustainable use of biodiversity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Ithaca, v. 9, n. 9, p. 512–520, nov. 2011.

PITMAN, N.C.; TERBORGH, M.R. SILMAN, P.N.V.; DAVID A.N.; CERÓN, C.E, PALACIOS, W.A.; AULESTIA, M. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. **Ecology**, Ithaca, v. 82, n. 8, p. 2101-2117, ago. 2001.

PPBIO, PROGRAMA DE PESQUISA EM BIODIVERSIDADE. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/web/guest/ppbio>>, acesso em: 19 out. 2015.

PREISKORN, G.M. **Composição florística, estrutura e quantificação do estoque de carbono em florestas restauradas com idades diferentes**. 2011. 130p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S.; MOURE, J.S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil: preliminary report. **Journal of Fact Science**, Hokkaido University, n. 6, p. 57-127, 1967.

SANTOS, C.F.; ABSY, M.L. Pollinators of *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): interactions with stingless bees (Apidae: Meliponini) and trophic niche. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 854-861, Nov. 2010.

SANTOS, R.F.; RIBAS, T.; ANTUNES, P. **Estratégias Internacionais de Uso de Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos**. Brasília: Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil, 2012.

SHELLEY, B.G. What should we call instruments commonly known as payments for environmental services? A review of the literature and a proposal. In: COSTANZA, R.; LIMBURG, K.; KUBISZEWSKI, I. (Ed.). **Ecological Economics Reviews**, Anais Academia de Ciências de Nova York, v. 1219, p. 209–225, fev. 2011.

SCHLOTZHAUER, S.D.; LITTELL, R. C. **SAS system for elementary statistical analysis**. Cary (Estados Unidos): SAS INSTITUTE, 1997. 456p.

SCHMITZ, H.J.; AMADOR, R.B.; FERREIRA, J.E.D.; MAUÉS, M.M.; DO NASCIMENTO, I.M.; MARTINS, M.B. (2015). Relações biodiversidade vs. clima em escala local: um estudo de caso em busca de padrões espaço-temporais em insetos. In: EMILIO, T.; LUIZÃO, F. (Org.). **Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra**. Manaus: INPA, 2014. p. 19-30.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana e Chicago: UNIVERSITY OF ILLINOIS PRESS, 1948. 116p.

SILVA, D.P.; DE MARCO JR, P. No Evidence of Habitat Loss Affecting the Orchid Bees *Eulaema nigrita* Lepeletier and *Eufriesea auriceps* Friese (Apidae: Euglossini) in the Brazilian Cerrado Savanna. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 6, p. 509-518, 2014.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 9-15, jan/abr. 1995.

SIMPSON, E.H. Measurement of diversity. **Nature**, Nova Iorque, v. 163, 688, abr. 1949.

VIEIRA, S.; DE CAMARGO, P.B.; SELHORST, D.; DA SILVA, R.; HUTYRA, L.; CHAMBERS, J.Q.; BROWN, F.I.; HIGUCHI, N.; DOS SANTOS, J.; WOFSY, S.C.; TRUMBORE, S.E.; MARTINELLI, L.A. Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. **Oecologia**, Heidelberg, v. 140, n. 3, p. 468-479, ago. 2004.

VIVAN, J.L. **Sistematização e Atualização de Experiências Brasileiras sobre Pagamentos por Serviços Ambientais Relacionados à Conservação e ao Desenvolvimento Sustentável em Diferentes Biomas**. Brasília: Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil, 2012. 21p.

WEBEE, Plataforma Brasileira de network sobre abelhas. Disponível em: <<http://www.webbee.org.br/>>, acesso em: 19 out. 2015.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; C.K.; ROVEDDER, A.P. Insetos Edáficos como Indicadores da Qualidade Ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p. 60-71, 2005.

YOUNG, C.E.F. **Economic adjustment policies and the environment**: a case study of Brazil. 1997. 280p. Tese (Doutorado em Filosofia) - University of London, London, 1997.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO A – Abundância de Abelhas na área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
1	Apidae	Eulaema	-	<i>Eulaema meriana</i>	3928	C
2	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa amazonica</i>	711	C
3	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa despecta</i>	648	C
4	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa imperialis</i>	623	C
5	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa intersecta</i>	531	C
6	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa avicula</i>	467	C
7	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa sp 1</i>	459	C
8	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa modestior</i>	457	C
9	Apidae	Exaerete	-	<i>Exaerete smaragdina</i>	376	C
10	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa mourei</i>	349	C
11	Apidae	Eulaema	Mamangava	<i>Eulaema nigrita</i>	344	C
12	Apidae	Eulaema	-	<i>Eulaema bombiformis</i>	341	C
13	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa prasina</i>	281	C
14	Apidae	Eulaema	-	<i>Eulaema cingulata</i>	255	C
15	Apidae	Exaerete	-	<i>Exaerete frontalis</i>	220	C
16	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa gaianii</i>	204	C
17	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa ignita</i>	178	C
18	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa cognata</i>	174	C
19	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa bidentata</i>	138	C
20	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa chalybeata</i>	121	C
21	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa augaspis</i>	100	C
22	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa securigera</i>	85	C
23	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa cordata</i>	72	C
24	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa orellana</i>	57	C

ANEXO A – Abundância de Abelhas na área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
25	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa allosticta</i>	56	C
26	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa laevicincta</i>	45	C
27	Apidae	Eulaema	-	<i>Eulaema mocsaryi</i>	35	C
28	Apidae	Exaerete	-	<i>Exaerete lepeletieri</i>	28	C
29	Apidae	Eulaema	-	<i>Eulaema pseudocingulata</i>	21	C
30	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa magnipes</i>	19	C
31	Apidae	Ni	-	<i>Apidae 1</i>	16	C
32	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea pulchra</i>	14	C
33	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa pleosticta</i>	14	C
34	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea superba</i>	10	I
35	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea flaviventris</i>	9	I
36	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa liopoda</i>	9	I
37	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa parvula</i>	7	I
38	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea surinamensis</i>	5	I
39	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa aff chlorina</i>	5	I
40	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea ornata</i>	4	I
41	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea sp 2</i>	4	I
42	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea sp 4</i>	4	I
43	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa heterosticta</i>	3	I
44	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa piliventris</i>	3	I
45	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea eburneocincta</i>	2	I
46	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea sp 1</i>	2	I
47	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa analis</i>	2	I

ANEXO A – Abundância de Abelhas na área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
48	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa crassipunctata</i>	2	I
49	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa fimbriata</i>	2	I
50	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa sp 2</i>	2	I
51	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa sp 3</i>	2	I
52	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa towsendi</i>	2	I
53	Apidae	Exaerete	-	<i>Exaerete trochanterica</i>	2	I
54	Apidae	Megalopta	-	<i>Megalopta sp 1</i>	2	I
55	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea auripes</i>	1	R
56	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea fallax</i>	1	R
57	Apidae	Eufriesea	-	<i>Eufriesea sp 3</i>	1	R
58	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa aff decorata</i>	1	R
59	Apidae	Euglossa	Abelha-das-orquídeas	<i>Euglossa sp 4</i>	1	R
60	Apidae	Eulaema	-	<i>Eulaema polyzona</i>	1	R
61	Apidae	Melipona	-	<i>Melipona sp 1</i>	1	R

Onde: R = espécie rara, I = espécie intermediária e C = espécie comum; Nº: número de espécies amostradas

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
1	Fabaceae	Alexa	Melancieiro	<i>Alexa grandiflora</i>	684	C
2	Malvaceae	Theobroma	Cacauí	<i>Theobroma speciosum</i>	623	C
3	Urticaceae	Cecropia	Embauba branca	<i>Cecropia obtusa</i>	572	C
4	Fabaceae	Cenostigma	Pau pretinho	<i>Cenostigma tocanthinum</i>	533	C
5	Nyctaginaceae	Guapira	João mole	<i>Guapira venosa</i>	467	C
6	Fabaceae	Vouacapoua	Acapu	<i>Vouacapoua americana</i>	455	C
7	Urticaceae	Cecropia	Embauba	<i>Cecropia membranacea</i>	369	C
8	Fabaceae	Inga	Inga cipo	<i>Inga edulis</i>	343	C
9	Meliaceae	Guarea	Andirobarana	<i>Guarea carinata</i>	293	C
10	Burseraceae	Tetragastris	Breu barrotinho	<i>Tetragastris panamensis</i>	285	C
11	Euphorbiaceae	Mabea	Taquari	<i>Mabea speciosa</i>	266	C
12	Caricaceae	Jacaratia	Mamoi	<i>Jacaratia spinosa</i>	236	C
13	Fabaceae	Inga	Inga vermelho	<i>Inga alba</i>	232	C
14	Bignoniaceae	Jacaranda	Para para	<i>Jacaranda copaia</i>	231	C
15	Meliaceae	Guarea	Andirobarana folha grande	<i>Guarea kunthiana</i>	228	C
16	Fabaceae	Tachigali	Tachi preto	<i>Tachigali myrmecophila</i>	193	C
17	Melastomataceae	Bellucia	Goiaba de anta	<i>Bellucia grossularioides</i>	187	C
18	Urticaceae	Cecropia	Embauba vermelha	<i>Cecropia distachya</i>	187	C
19	Malvaceae	Quararibea	Pupunharana	<i>Quararibea guianensis</i>	187	C
20	Fabaceae	Inga	Inga chinelo	<i>Inga sp 2</i>	176	C
21	Malvaceae	Guazuma	Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i>	163	C
22	Lauraceae	Ocotea	Louro pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i>	152	C
23	Moraceae	Perebea	Muiratinga chocolate	<i>Perebea mollis</i>	152	C
24	Fabaceae	Schizolobium	Parica	<i>Schizolobium parahyba var amazonicum</i>	150	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
25	Myristicaceae	Virola	Ucuuba casca de vidro	<i>Virola michelii</i>	147	C
26	Boraginaceae	Cordia	Freijo branco	<i>Cordia exaltata</i>	141	C
27	Fabaceae	Inga	Inga dois pares	<i>Inga brachystachys</i>	137	C
28	Lecythidaceae	Gustavia	Genipara folha miuda	<i>Gustavia hexapetala</i>	131	C
29	Lecythidaceae	Eschweilera	Matamata branco	<i>Eschweilera coriacea</i>	127	C
30	Urticaceae	Cecropia	Embauba torem	<i>Cecropia sciadophylla</i>	124	C
31	Lecythidaceae	Holopixidium	Jarana folha grande	<i>Holopixidium itacaiunensis</i>	124	C
32	Clusiaceae	Carapa	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	117	C
33	Lecythidaceae	Lecythis	Matamata casca vermelha	<i>Lecythis corrugata</i>	111	C
34	Lecythidaceae	Bertholletia	Castanheira-do-Brasil	<i>Bertholletia excelsa</i>	109	C
35	Annonaceae	Guatteria	Envira preta	<i>Guatteria poeppigiana</i>	108	C
36	Anacardiaceae	Thyrsodium	Breu de leite	<i>Thyrsodium spruceanum</i>	107	C
37	Urticaceae	Pourouma	Embauba bengue	<i>Pourouma guianensis</i>	106	C
38	Hypericaceae	Vismia	Lacre branco	<i>Vismia cayennensis</i>	106	C
39	Sapotaceae	Pouteria	Abiu cutite	<i>Pouteria macrophylla</i>	105	C
40	Malvaceae	Patinoa	Cupua curana ou capuacarana	<i>Patinoa paraensis</i>	104	C
41	Euphorbiaceae	Sapium	Burra leiteira folha fina	<i>Sapium lanceolatum</i>	104	C
42	Malvaceae	Sterculia	Castanha de periquito	<i>Sterculia pruriens</i>	104	C
43	Fabaceae	Chamaecrista	Sucupira ou cassia 1	<i>Chamaecrista xinguensis</i>	102	C
44	Fabaceae	Dialium	Jutai pororoca	<i>Dialium guianense</i>	102	C
45	Fabaceae	Inga	Inga folha peluda	<i>Inga rubiginosa</i>	98	C
46	Euphorbiaceae	Sapium	Burra leitera folha grande	<i>Sapium marmieri</i>	98	C
47	Araliaceae	Schefflera	Morototo	<i>Schefflera morototoni</i>	98	C
48	Fabaceae	Senna	Canafistula	<i>Senna multijuga</i>	97	C
49	Anacardiaceae	Spondias	Tapereba	<i>Spondias mombin</i>	95	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
50	Burseraceae	Tetragastris	Breu manga	<i>Tetragastris altissima</i>	94	C
51	Ebenaceae	Diospyros	Caqui folha prateada	<i>Diospyros vestita</i>	91	C
52	Annonaceae	Guatteria	Ata brava	<i>Guatteria sp 1</i>	89	C
53	Burseraceae	Protium	Breu grande	<i>Protium apiculatum</i>	85	C
54	Bixaceae	Cochlospermum	Piriquiteira da terra firme	<i>Cochlospermum orinocense</i>	84	C
55	Fabaceae	Senegalia	Parica de espinho	<i>Senegalia polyphylla</i>	84	C
56	Fabaceae	Pterocarpus	Mututi	<i>Pterocarpus officinalis</i>	79	C
57	Simaroubaceae	Simaba	Maruparana	<i>Simaba cedron</i>	79	C
58	Moraceae	Maquira	Muiratinga	<i>Maquira guianensis</i>	78	C
59	Fabaceae	Inga	Inga pretinho	<i>Inga heterophylla</i>	72	C
60	Fabaceae	Apuleia	Amarelao	<i>Apuleia leiocarpa</i>	71	C
61	Fabaceae	Abarema	Saboeiro	<i>Abarema jupunba</i>	70	C
62	Malvaceae	Apeiba	Pente de macaco	<i>Apeiba echinata</i>	69	C
63	Apocynaceae	Aspidosperma	Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	69	C
64	Fabaceae	Inga	Inga roseiro	<i>Inga thibaudiana</i>	69	C
65	Chrysobalanaceae	Licania	Macucu de sangue	<i>Licania heteromorpha</i>	69	C
66	Burseraceae	Protium	Breu folha grande	<i>Protium robustum</i>	69	C
67	Fabaceae	Swartzia	Pacapeua	<i>Swartzia laurifolia</i>	68	C
68	Sapotaceae	Chrysophyllum	Goiabao	<i>Chrysophyllum lucentifolium subsp pachycarpum</i>	66	C
69	Annonaceae	Annona	Biriba da mata	<i>Annona exsucca</i>	65	C
70	Lecythidaceae	Lecythis	Jarana	<i>Lecythis lurida</i>	65	C
71	Burseraceae	Protium	Breu vermelho	<i>Protium tenuifolium</i>	63	C
72	Meliaceae	Trichilia	Jito branco	<i>Trichilia micrantha</i>	63	C
73	Fabaceae	Stryphnodendron	Fava de paca folha miuda	<i>Stryphnodendron guianense</i>	61	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
74	Chrysobalanaceae	Hirtella	Hirtela hirtela caripe	<i>Hirtella sp</i>	58	C
75	Fabaceae	Bauhinia	Capa bode branco	<i>Bauhinia acreana</i>	57	C
76	Malvaceae	Eriotheca	Mamorana da terra firme	<i>Eriotheca longipedicelata</i>	57	C
77	Chrysobalanaceae	Parinari	Parinari	<i>Parinari excelsa</i>	56	C
78	Hypericaceae	Vismia	Lacre	<i>Vismia guianensis</i>	56	C
79	Myrtaceae	Eugenia	Goiabinha da mata	<i>Eugenia flavescens</i>	54	C
80	Lauraceae	Ocotea	Louro preto	<i>Ocotea caudata</i>	54	C
81	Anacardiaceae	Astronium	Aroeira	<i>Astronium lecointei</i>	53	C
82	Sapotaceae	Pouteria	Abiu canelado	<i>Pouteria jariensis</i>	53	C
83	Sapotaceae	Pouteria	Abiurana vermelha	<i>Pouteria guianensis</i>	52	C
84	Annonaceae	Fusaea	Ata ameju	<i>Fusaea longifolia</i>	50	C
85	Sapindaceae	Matayba	Espetorana casca laranja	<i>Matayba sp</i>	50	C
86	Hypericaceae	Vismia	Lacre vermelho	<i>Vismia baccifera</i>	50	C
87	Meliaceae	Guarea	Andirobarana folha miuda	<i>Guarea sp 1</i>	47	C
88	Burseraceae	Protium	Breu serra	<i>Protium subserratum</i>	47	C
89	Anacardiaceae	Tapirira	Tatapiririca	<i>Tapirira guianensis</i>	47	C
90	Burseraceae	Crepidospermum	Breu serrote	<i>Crepidospermum goudotianum</i>	45	C
91	Lecythidaceae	Gustavia	Geniparana	<i>Gustavia augusta</i>	45	C
92	Siparunaceae	Siparuna	Capitiu	<i>Siparuna guianensis</i>	45	C
93	Ulmaceae	Ampelocera	Trapiarana	<i>Ampelocera edentula</i>	44	C
94	Achariaceae	Lindackeria	Farinha seca	<i>Lindackeria paludosa</i>	44	C
95	Sapotaceae	Pouteria	Abiu seco	<i>Pouteria caimito</i>	44	C
96	Sapotaceae	Pouteria	Abiurana folha amarela ou abiu amarelo	<i>Pouteria gongrijpii</i>	43	C
97	Simaroubaceae	Simarouba	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	43	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
98	Rutaceae	Zanthoxylum	Mamica de porca	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	43	C
99	Violaceae	Rinorea	Canela de jacamim	<i>Rinorea pubiflora</i> var <i>pubiflora</i>	42	C
100	Malvaceae	Theobroma	Cupui	<i>Theobroma subincanum</i>	42	C
101	Meliaceae	Trichilia	Cachua	<i>Trichilia cipo</i>	42	C
102	Malvaceae	Mollia	Urucuzinho	<i>Mollia lepidota</i>	41	C
103	Lamiaceae	Vitex	Taruma	<i>Vitex triflora</i>	41	C
104	Lauraceae	Aniba	Louro amarelo	<i>Aniba guianensis</i>	39	C
105	Apocynaceae	Aspidosperma	Carapanauba	<i>Aspidosperma excelsum</i>	39	C
106	Polygonaceae	Coccoloba	Pajeu	<i>Coccoloba mollis</i>	39	C
107	Euphorbiaceae	Hevea	Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	39	C
108	Lecythidaceae	Couratari	Tauari	<i>Couratari guianensis</i>	38	C
109	Boraginaceae	Cordia	Freijo cinza	<i>Cordia goeldiana</i>	36	C
110	Sapotaceae	Micropholis	Mangabarana folha pintada	<i>Micropholis acutangula</i>	35	C
111	Malvaceae	Pachira	Mamorana	<i>Pachira aquatica</i>	35	C
112	Fabaceae	Parkia	Fava tana	<i>Parkia multijuga</i>	35	C
113	Malvaceae	Apeiba	Pente de macaco peludo	<i>Apeiba tibourbou</i>	34	C
114	Fabaceae	Inga	Inga facao	<i>Inga capitata</i>	34	C
115	Apocynaceae	Lacmellea	Pau de colher sem espinho	<i>Lacmellea arborescens</i>	34	C
116	Fabaceae	Stryphnodendron	Fava mucuna	<i>Stryphnodendron paniculatum</i>	33	C
117	Sapindaceae	Toulicia	Pitombarana	<i>Toulicia guianensis</i>	33	C
118	Rutaceae	Zanthoxylum	Tamanqueira	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	33	C
119	Malvaceae	Ceiba	Sumauma	<i>Ceiba pentandra</i>	32	C
120	Fabaceae	Zygia	Ingarana	<i>Zygia latifolia</i>	32	C
121	Moraceae	Brosimum	Janita	<i>Brosimum guianense</i>	31	C
122	Olacaceae	Chaunochiton	Pau vermelho	<i>Chaunochiton kappleri</i>	31	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
123	Fabaceae	Cynometra	Jatoba do lago folha grande	<i>Cynometra emarginata</i>	31	C
124	Myrtaceae	Calyptanthus	Goiabinha	<i>Calyptanthus bipennis</i>	30	C
125	Phyllanthaceae	Margaritaria	Capoeirao	<i>Margaritaria nobilis</i>	30	C
126	Fabaceae	Pseudopiptadenia	Timborana	<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i>	30	C
127	Fabaceae	Bauhinia	Mororo sem espinho	<i>Bauhinia longicuspis</i>	29	C
128	Moraceae	Brosimum	Muirapiranga branca	<i>Brosimum lactescens</i>	29	C
129	Melastomataceae	Miconia	Tinteiro branco	<i>Miconia pyrifolia</i>	28	C
130	Elaeocarpaceae	Sloanea	Urucurana	<i>Sloanea grandiflora</i>	28	C
131	Fabaceae	Albizia	Fava mapuxiqui ou mapuxiqui	<i>Albizia pedicellaris</i>	27	C
132	Moraceae	Brosimum	Murure folha peluda	<i>Brosimum acutifolium</i>	27	C
133	Euphorbiaceae	Mabea	Seringai	<i>Mabea sp</i>	27	C
134	Fabaceae	Hymenaea	Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i>	26	C
135	Annonaceae	Xylopia	Envira cana	<i>Xylopia nitida</i>	25	C
136	Sapindaceae	Matayba	Espetorana	<i>Matayba inelegans</i>	24	C
137	Combretaceae	Terminalia	Tanimbuca	<i>Terminalia amazonia</i>	24	C
138	Annonaceae	Xylopia	Envira cheirosa	<i>Xylopia aromatica</i>	24	C
139	Fabaceae	Zollernia	Pau santo	<i>Zollernia paraensis</i>	24	C
140	Malvaceae	Matisia	Bucheira	<i>Matisia sp</i>	23	C
141	Lauraceae	Ocotea	Louro babao	<i>Ocotea sp 3</i>	23	C
142	Fabaceae	Swartzia	Culhao de bode	<i>Swartzia flaemingii</i>	23	C
143	Fabaceae	Amphiodon	Gema de ovo	<i>Amphiodon effusus</i>	22	C
144	Moraceae	Ficus	Caxinguba	<i>Ficus maxima</i>	22	C
145	Clusiaceae	Garcinia	Bacurirana folha grande	<i>Garcinia macrophylla</i>	22	C
146	Apocynaceae	Himatanthus	Sucuuba	<i>Himatanthus sucuuba</i>	22	C
147	Sapotaceae	Pouteria	Abiu folha prateada	<i>Pouteria filipes</i>	22	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
148	Malpighiaceae	Byrsonima	Muruci do mato	<i>Byrsonima aerugo</i>	20	C
149	Boraginaceae	Cordia	Freijo da varzea	<i>Cordia tetrandra</i>	20	C
150	Sapotaceae	Pouteria	Abiu vermelho	<i>Pouteria cladantha</i>	20	C
151	Sapindaceae	Pseudima	Conto de caboclo	<i>Pseudima frutescens</i>	20	C
152	Boraginaceae	Cordia	Freijo de formiga	<i>Cordia nodosa</i>	19	C
153	Fabaceae	Enterolobium	Orelha de negro	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	19	C
154	Apocynaceae	Geissospermum	Quinarana	<i>Geissospermum vellosii</i>	19	C
155	Meliaceae	Guarea	Andirobarana folha lisa	<i>Guarea guidonia</i>	19	C
156	Sapotaceae	Pouteria	Abiu arrepiado	<i>Pouteria decorticans</i>	19	C
157	Fabaceae	Crudia	Rim de paca	<i>Crudia oblonga</i>	18	C
158	Fabaceae	Erythrina	Mulungu	<i>Erythrina fusca</i>	18	C
159	Proteaceae	Roupala	Louro faia	<i>Roupala montana</i>	18	C
160	Fabaceae	Vatairea	Fava bolacha	<i>Vatairea guianensis</i>	18	C
161	Rubiaceae	Capirona	Escorrega macaco	<i>Capirona decorticans</i>	17	C
162	Fabaceae	Dipteryx	Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>	17	C
163	Sapotaceae	Ecclinusa	Abiu leite amarelo	<i>Ecclinusa guianensis</i>	17	C
164	Malvaceae	Theobroma	Cupua cu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	17	C
165	Boraginaceae	Cordia	Freijo	<i>Cordia scabrifolia</i>	16	C
166	Lecythidaceae	Eschweilera	Matamata casca fina	<i>Eschweilera pedicellata</i>	16	C
167	Annonaceae	Guatteria	Envira preta folha lisa	<i>Guatteria sp 2</i>	16	C
168	Bignoniaceae	Handroanthus	Ipe amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i>	16	C
169	Moraceae	Helicostylis	Muiratinga mao de gato	<i>Helicostylis tomentosa</i>	16	C
170	Fabaceae	Inga	Inga peludo	<i>Inga cayennensis</i>	16	C
171	Lauraceae	Ocotea	Louro fedorento	<i>Ocotea cinerea</i>	16	C
172	Burseraceae	Trattinnickia	Breu sucuruba	<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	16	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
173	Meliaceae	Trichilia	Cachua folha fina	<i>Trichilia lecointei</i>	16	C
174	Melastomataceae	Bellucia	Muuba	<i>Bellucia dichotoma</i>	15	C
175	Salicaceae	Hasseltia	Jua	<i>Hasseltia floribunda</i>	15	C
176	Lecythidaceae	Lecythis	Castanha sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	15	C
177	Moraceae	Pseudolmedia	Murure	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	15	C
178	Fabaceae	Vataieropsis	Angelim amargoso	<i>Vataieropsis sp</i>	15	C
179	Myrtaceae	Eugenia	Goiabinha folha grande	<i>Eugenia cupulata</i>	14	C
180	Fabaceae	Hymenaea	Jatoba curuba	<i>Hymenaea intermedia</i>	14	C
181	Salicaceae	Laetia	Pau jacare	<i>Laetia procera</i>	14	C
182	Moraceae	Maclura	Moreira	<i>Maclura tinctoria</i>	14	C
183	Nyctaginaceae	Neea	Joao mole folha media	<i>Neea floribunda</i>	14	C
184	Sapotaceae	Pouteria	Abiu folha lisa	<i>Pouteria venosa</i>	14	C
185	Violaceae	Rinorea	Quariquarana	<i>Rinorea guianensis</i>	14	C
186	Fabaceae	Tachigali	Tachi vermelho	<i>Tachigali paniculata</i>	14	C
187	Myristicaceae	Virola	Ucuuba da varzea	<i>Virola surinamensis</i>	14	C
188	Meliaceae	Cedrela	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	13	C
189	Fabaceae	Chamaecrista	Coração de negro	<i>Chamaecrista bahiae</i>	13	C
190	Sapindaceae	Cupania	Espeturana vermelha	<i>Cupania scrobiculata</i>	13	C
191	Fabaceae	Inga	Inga mirim	<i>Inga laurina</i>	13	C
192	Myristicaceae	Iryanthera	Ucuubarana	<i>Iryanthera juruensis</i>	13	C
193	Myrtaceae	Myrcia	Murta	<i>Myrcia fallax</i>	13	C
194	Meliaceae	Trichilia	Cachuarana	<i>Trichilia quadrijuga</i>	13	C
195	Salicaceae	Casearia	Sardinheira	<i>Casearia pitumba</i>	12	C
196	Lecythidaceae	Couratari	Mata mata casca de vidro	<i>Couratari multiflora</i>	12	C
197	Fabaceae	Enterolobium	Tamburiu	<i>Enterolobium maximum</i>	12	C

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
198	Rubiaceae	Ferdinandusa	Bacabinha	<i>Ferdinandusa chlorantha</i>	12	C
199	Annonaceae	Guatteria	Envira preta folha peluda	<i>Guatteria schomburgkiana</i>	12	C
200	Bignoniaceae	Handroanthus	Ipe folha amarela	<i>Handroanthus ochraceus</i>	12	C
201	Fabaceae	Hydrochorea	Corimbosa	<i>Hydrochorea corymbosa</i>	12	C
202	Chrysobalanaceae	Licania	Caripe branco ou licania guianensis	<i>Licania guianensis</i>	12	C
203	Lauraceae	Mezilaurus	Itauba preta	<i>Mezilaurus itauba</i>	12	C
204	Moraceae	Naucleopsis	Muiratinga mao de on ca	<i>Naucleopsis caloneura</i>	12	C
205	Lauraceae	Nectandra	Louro abacate	<i>Nectandra pulverulenta</i>	12	C
206	Siparunaceae	Siparuna	Capitiu folha peluda	<i>Siparuna sp</i>	12	C
207	Malvaceae	Sterculia	Axixa	<i>Sterculia apelata</i>	12	C
208	Combretaceae	Terminalia	Tanimbuca amarela	<i>Terminalia sp</i>	12	C
209	Anacardiaceae	Anacardium	Caju acu	<i>Anacardium giganteum</i>	11	C
210	Anacardiaceae	Astronium	Muiracatiara folha miuda	<i>Astronium gracile</i>	11	C
211	Fabaceae	Cassia	Cassia fruto comprido	<i>Cassia fastuosa</i>	11	C
212	Boraginaceae	Cordia	Freijo folha peluda	<i>Cordia sellowiana</i>	11	C
213	Chrysobalanaceae	Couepia	Macucu folha branca	<i>Couepia guianensis</i>	11	C
214	Lecythidaceae	Lecythis	Matamata casca rosa ou jatereu	<i>Lecythis idatimon</i>	11	C
215	Chrysobalanaceae	Licania	Caripe	<i>Licania longistyla</i>	11	C
216	Sapotaceae	Pouteria	Abiu folha grande	<i>Pouteria pachycarpa</i>	11	C
217	Fabaceae	Stryphnodendron	Barbatimao	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	11	C
218	Fabaceae	Swartzia	Gombeira preta	<i>Swartzia arborescens</i>	11	C
219	Moraceae	Trymatococcus	Muiratinga folha aspera	<i>Trymatococcus amazonicus</i>	11	C
220	Apocynaceae	Geissospermum	Quinarana folha prateada	<i>Geissospermum sericeum</i>	10	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
221	Moraceae	Helicostylis	Muiratinga peluda	<i>Helicostylis pedunculata</i>	10	I
222	Quiinaceae	Lacunaria	Papo de mutum	<i>Lacunaria crenata</i>	10	I
223	Sapotaceae	Manilkara	Massaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	10	I
224	Moraceae	Maquira	Muiratinga chorona	<i>Maquira sclerophylla</i>	10	I
225	Olacaceae	Minquartia	Acariquara	<i>Minquartia guianensis</i>	10	I
226	Lauraceae	Ocotea	Louro pele de sapo	<i>Ocotea sp 2</i>	10	I
227	Fabaceae	Parkia	Fava bolota	<i>Parkia pendula</i>	10	I
228	Fabaceae	Platymiscium	Macacauba	<i>Platymiscium filipes</i>	10	I
229	Urticaceae	Pourouma	Embaubarana	<i>Pourouma bicolor subsp. digitata</i>	10	I
230	Moraceae	Pseudolmedia	Pama	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	10	I
231	Lauraceae	Rhodostemonodaphne	Louro casca grossa	<i>Rhodostemonodaphne grandis</i>	10	I
232	Salicaceae	Casearia	Pau de tucandeira	<i>Casearia javitensis</i>	9	I
233	Nyctaginaceae	Guapira	Joao mole folha miuda	<i>Guapira sp</i>	9	I
234	Sapotaceae	Micropholis	Mangabarana	<i>Micropholis guyanensis</i>	9	I
235	Fabaceae	Mora	Pracuuba	<i>Mora paraensis</i>	9	I
236	Melastomataceae	Mouriri	Mouriri folha media	<i>Mouriri brachyanthera</i>	9	I
237	NI	ND	NI	NI	9	I
238	Fabaceae	Pterocarpus	Pterocarpus amazonum	<i>Pterocarpus amazonum</i>	9	I
239	Sapindaceae	Talisia	Pitomba	<i>Talisia longifolia</i>	9	I
240	Myristicaceae	Virola	Ucuuba vermelha	<i>Virola elongata</i>	9	I
241	Fabaceae	Zygia	Jarandeuá	<i>Zygia cauliflora</i>	9	I
242	Capparaceae	Capparis	Rape de índio	<i>Capparis amazonica</i>	8	I
243	Euphorbiaceae	Croton	Pau de bicho	<i>Croton glandulosus</i>	8	I
244	Ebenaceae	Diospyros	Caqui da capoeira	<i>Diospyros artanthifolia</i>	8	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
245	Moraceae	Helicostylis	Muiratinha folha aspera ou maracea folha aspera	<i>Helicostylis scabra</i>	8	I
246	Chrysobalanaceae	Hirtella	Caripe peludo	<i>Hirtella hispidula</i>	8	I
247	Fabaceae	Inga	Inga amarelo	<i>Inga nobilis</i>	8	I
248	Chrysobalanaceae	Licania	Cariperana	<i>Licania octandra</i>	8	I
249	Burseraceae	Protium	Breu branco	<i>Protium pallidum</i>	8	I
250	Cannabaceae	Trema	Periquiteira	<i>Trema micrantha</i>	8	I
251	Annonaceae	Unonopsis	Envira sururu	<i>Unonopsis guatterioides</i>	8	I
252	Myristicaceae	Virola	Ucuuba	<i>Virola pavonis</i>	8	I
253	Opiliaceae	Agonandra	Marfim	<i>Agonandra brasiliensis</i>	7	I
254	Apocynaceae	Aspidosperma	Araracanga branca	<i>Aspidosperma sp</i>	7	I
255	Polygonaceae	Coccoloba	Coccoloba folha miuda	<i>Coccoloba ovata</i>	7	I
256	Lecythidaceae	Couratari	Tauari folha miuda	<i>Couratari stellata</i>	7	I
257	Lecythidaceae	Eschweilera	Matamata rosa	<i>Eschweilera bracteosa</i>	7	I
258	Lecythidaceae	Eschweilera	Matamata vermelho	<i>Eschweilera grandiflora</i>	7	I
259	Fabaceae	Inga	Inga folha peluda	<i>Inga grandiflora</i>	7	I
260	Fabaceae	Inga	Inga alado	<i>Inga splendens</i>	7	I
261	Apocynaceae	Lacmellea	Pau de colher de espinho	<i>Lacmellea aculeata</i>	7	I
262	Moraceae	Maquira	Muiratinga folha dura	<i>Maquira coriacea</i>	7	I
263	Melastomataceae	Miconia	Tintero branco folha grande	<i>Miconia affinis</i>	7	I
264	Sapotaceae	Pouteria	Abiu casca torrada	<i>Pouteria eugeniifolia</i>	7	I
265	Sapotaceae	Sarcaulus	Ajara	<i>Sarcaulus brasiliensis</i>	7	I
266	Malvaceae	Sterculia	Axixa folha grande	<i>Sterculia excelsa</i>	7	I
267	Fabaceae	Zygia	Angelim rajado	<i>Zygia racemosa</i>	7	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
268	Euphorbiaceae	Actinostemon	Actinostemon branco	<i>Actinostemon sp</i>	6	I
269	Malpighiaceae	Byrsonima	Murici	<i>Byrsonima chrysophylla</i>	6	I
270	Rubiaceae	Chimarrhis	Pau de remo	<i>Chimarrhis turbinata</i>	6	I
271	Euphorbiaceae	Croton	Rio jari	<i>Croton sp</i>	6	I
272	Phyllanthaceae	Discocarpus	Casca rosa	<i>Discocarpus essequeboensis</i>	6	I
273	Annonaceae	Duguetia	Envira surucucu casca amarela	<i>Duguetia echinophora</i>	6	I
274	Lauraceae	Endlicheria	Louro sapopema ou louro imbirá	<i>Endlicheria sp</i>	6	I
275	Myrtaceae	Eugenia	Goiabinha casca escamosa	<i>Eugenia sp 1</i>	6	I
276	Rubiaceae	Faramea	Faramea folha grande	<i>Faramea sp</i>	6	I
277	Fabaceae	Hymenaea	Jutai vermelha	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	6	I
278	Sapotaceae	Micropholis	Abiu mangabarana folha miuda	<i>Micropholis venulosa</i>	6	I
279	Fabaceae	Pterocarpus	Mututi da terra firme	<i>Pterocarpus rohrii</i>	6	I
280	Rutaceae	Raputia	Raputia triflora	<i>Raputia sp</i>	6	I
281	Moraceae	Sorocea	Muiratinga folha grossa	<i>Sorocea guilleminiana</i>	6	I
282	Fabaceae	Tachigali	Tachi pitomba	<i>Tachigali chrysophylla</i>	6	I
283	Moraceae	Brosimum	Amapa doce folha miuda	<i>Brosimum potabile</i>	5	I
284	Combretaceae	Buchenavia	Mirindiba	<i>Buchenavia grandis</i>	5	I
285	Salicaceae	Casearia	Casca laranja	<i>Casearia sylvestris</i>	5	I
286	Sapotaceae	Chrysophyllum	Abiu folha brilhosa	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	5	I
287	Fabaceae	Copaifera	Copaiba	<i>Copaifera martii</i>	5	I
288	Fabaceae	Crudia	Rim de paca 2	<i>Crudia tomentosa</i>	5	I
289	Clusiaceae	Garcinia	Bacuri pari folha miuda	<i>Garcinia gardneriana</i>	5	I
290	Rubiaceae	Genipa	Genipapo	<i>Genipa americana</i>	5	I
291	Euphorbiaceae	Maprounea	Maprounea casca torrada	<i>Maprounea guianensis</i>	5	I
292	Urticaceae	Pourouma	Mapati	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	5	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
293	Sapotaceae	Pouteria	Guajara branco	<i>Pouteria elegans</i>	5	I
294	Sapotaceae	Pouteria	Guajara bolacha	<i>Pouteria oppositifolia</i>	5	I
295	Sapotaceae	Pouteria	Abiu casca fina	<i>Pouteria sp 4</i>	5	I
296	Moraceae	Pseudolmedia	Pama folha miuda	<i>Pseudolmedia laevis</i>	5	I
297	Fabaceae	Swartzia	Gombeira casca fina	<i>Swartzia sp</i>	5	I
298	Combretaceae	Terminalia	Tanimbuca folha grande	<i>Terminalia dichotoma</i>	5	I
299	Myristicaceae	Virola	Ucuuba folha peluda	<i>Virola crebrinervia</i>	5	I
300	Euphorbiaceae	Alchornea	Supiarana	<i>Alchornea schomburgkii</i>	4	I
301	Moraceae	Bagassa	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>	4	I
302	Moraceae	Brosimum	Amapa doce folha grande	<i>Brosimum parinarioides</i>	4	I
303	Moraceae	Clarisia	Gurariuba	<i>Clarisia racemosa</i>	4	I
304	Lauraceae	Endlicheria	Louro peludo	<i>Endlicheria williamsii</i>	4	I
305	Myrtaceae	Eugenia	Comida de jabuti	<i>Eugenia patrisii</i>	4	I
306	Moraceae	Ficus	Mata pau	<i>Ficus sp</i>	4	I
307	Salicaceae	Homalium	Pelo de cutia folha grande	<i>Homalium guianense</i>	4	I
308	Fabaceae	Hymenaea	Jutai mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i>	4	I
309	Fabaceae	Hymenolobium	Angelim pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>	4	I
310	Chrysobalanaceae	Licania	Caripe pintadinho	<i>Licania membranacea</i>	4	I
311	Achariaceae	Mayna	Espetorana folha grande	<i>Mayna odorata</i>	4	I
312	Lauraceae	Mezilaurus	Itauba amarela	<i>Mezilaurus lindaviana</i>	4	I
313	Simaroubaceae	Picramnia	Pau santorana	<i>Picramnia sp</i>	4	I
314	Sapotaceae	Pouteria	Abiu folha fina	<i>Pouteria anomala</i>	4	I
315	Burseraceae	Protium	Protium tres folhas	<i>Protium trifoliatum</i>	4	I
316	Violaceae	Rinorea	Jacamim branco	<i>Rinorea riana</i>	4	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
317	Humiriaceae	Sacoglottis	Uchirana	<i>Sacoglottis guianensis</i>	4	I
318	Clusiaceae	Symphonia	Anani	<i>Symphonia globulifera</i>	4	I
319	Combretaceae	Terminalia	Tanimbuca argenta ou buchenavia	<i>Terminalia argentea</i>	4	I
320	Polygonaceae	Triplaris	Tachi da varzea	<i>Triplaris weigeltiana</i>	4	I
321	Annonaceae	Xylopia	Envira tachi vermelho	<i>Xylopia amazonica</i>	4	I
322	Annonaceae	Xylopia	Envira amarela	<i>Xylopia sp 1</i>	4	I
323	Anacardiaceae	Anacardium	Cajui amarelo	<i>Anacardium spruceanum</i>	3	I
324	Annonaceae	Anaxagorea	Envira de cutia	<i>Anaxagorea sp</i>	3	I
325	Annonaceae	Annona	Biriba folha grande	<i>Annona edulis</i>	3	I
326	Annonaceae	Annona	Imbira branca	<i>Annona hypoglauca</i>	3	I
327	Ebenaceae	Diospyros	Caqui da varzea	<i>Diospyros guianensis</i>	3	I
328	Fabaceae	Diploptropis	Sucupira preta	<i>Diploptropis purpurea</i>	3	I
329	Annonaceae	Duguetia	Envira	<i>Duguetia flagellaris</i>	3	I
330	Annonaceae	Duguetia	Envira taia	<i>Duguetia riparia</i>	3	I
331	Erythroxylaceae	Erythroxylum	Casca laranja	<i>Erythroxylum amplum</i>	3	I
332	Myrtaceae	Eugenia	Goiabinha casca lisa	<i>Eugenia ramiflora</i>	3	I
333	Myrtaceae	Eugenia	Goiabinha casca roxa ou casca mole	<i>Eugenia sp</i>	3	I
334	Fabaceae	Inga	Inga folha miuda	<i>Inga auristellae</i>	3	I
335	Lauraceae	Licaria	Arituzinho	<i>Licaria guianensis</i>	3	I
336	Melastomataceae	Miconia	Tinteiro branco folha miuda	<i>Miconia minutiflora</i>	3	I
337	Fabaceae	Mucuna	Mucuna	<i>Mucuna urens</i>	3	I
338	Myrtaceae	Myrcia	Murta	<i>Myrcia splendens</i>	3	I
339	Lauraceae	Ocotea	Louro preto folha grande	<i>Ocotea longifolia</i>	3	I
340	Lauraceae	Ocotea	Louro casca amarela	<i>Ocotea sp 5</i>	3	I
341	Fabaceae	Ormosia	Tento	<i>Ormosia paraensis</i>	3	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
342	Myristicaceae	Osteophloeum	Ucuuba chorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	I
343	Sapotaceae	Pouteria	Cramurirana	<i>Pouteria anibifolia</i>	3	I
344	Sapotaceae	Pouteria	Abiu folha miuda	<i>Pouteria engleri</i>	3	I
345	Myrtaceae	Psidium	Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	3	I
346	Vochysiaceae	Qualea	Catuaba	<i>Qualea dinizii</i>	3	I
347	Fabaceae	Samanea	Bordao de velho	<i>Samanea saman</i>	3	I
348	Euphorbiaceae	Sapium	Burra leiteira folha fina	<i>Sapium glandulosum</i>	3	I
349	Fabaceae	Senna	Senna lucens	<i>Senna silvestris</i>	3	I
350	Simaroubaceae	Simaba	Marupai	<i>Simaba guianensis</i>	3	I
351	Elaeocarpaceae	Sloanea	Sloanea folha comprida	<i>Sloanea eichleri</i>	3	I
352	Fabaceae	Stryphnodendron	Fava barbatimao	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	3	I
353	Fabaceae	Swartzia	Pitaica	<i>Swartzia polyphylla</i>	3	I
354	Burseraceae	Trattinnickia	Breu sucuruba folha fina	<i>Trattinnickia lawrancei</i>	3	I
355	Vochysiaceae	Vochysia	Quaruba	<i>Vochysia obscura</i>	3	I
356	Fabaceae	Zygia	Ingarana 2	<i>Zygia inundata</i>	3	I
357	Fabaceae	Abarema	Saboeiro folha media	<i>Abarema mataybifolia</i>	2	I
358	Fabaceae	Albizia	Favinha	<i>Albizia niopoides</i>	2	I
359	Annonaceae	Annona	Araticum	<i>Annona montana</i>	2	I
360	Malvaceae	Apeiba	Escova de pente	<i>Apeiba glabra</i>	2	I
361	Salicaceae	Banara	Banara	<i>Banara guianensis</i>	2	I
362	Moraceae	Batocarpus	Jaca da mata	<i>Batocarpus amazonicus</i>	2	I
363	Malpighiaceae	Byrsonima	Muruci	<i>Byrsonima densa</i>	2	I
364	Calophyllaceae	Caraipa	Tamaquare	<i>Caraipa densifolia</i>	2	I
365	Caryocaraceae	Caryocar	Pequiarana	<i>Caryocar glabrum</i>	2	I
366	Sapotaceae	Chrysophyllum	Abiurana amarela	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	2	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
367	Rubiaceae	Cinchona	Quina amazonica	<i>Cinchona sp</i>	2	I
368	Lecythidaceae	Couratari	Couratari	<i>Couratari oblongifolia</i>	2	I
369	Lauraceae	Dicypellium	Louro canela	<i>Dicypellium caryophyllaceum</i>	2	I
370	Ebenaceae	Diospyros	Caqui folha branca	<i>Diospyros capreifolia</i>	2	I
371	Fabaceae	Dussia	Dussia	<i>Dussia discolor</i>	2	I
372	Sapotaceae	Ecclinusa	Balatarana	<i>Ecclinusa ramiflora</i>	2	I
373	Humiriaceae	Endopleura	Uxi	<i>Endopleura uchi</i>	2	I
374	Lecythidaceae	Eschweilera	Matamata casca seca	<i>Eschweilera sp</i>	2	I
375	Myrtaceae	Eugenia	Eugenia folha peluda	<i>Eugenia sp 2</i>	2	I
376	Myrtaceae	Eugenia	Eugenia casca vermelha	<i>Eugenia sp 4</i>	2	I
377	Meliaceae	Guarea	Jito grande	<i>Guarea sp 2</i>	2	I
378	Bignoniaceae	Handroanthus	Ipe roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	2	I
379	Olacaceae	Heisteria	Pipo de macaco 2	<i>Heisteria acuminata</i>	2	I
380	Phyllanthaceae	Hieronyma	Hironima	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	2	I
381	Lecythidaceae	Lecythis	Matamata estopeiro	<i>Lecythis holcogyne</i>	2	I
382	Chrysobalanaceae	Licania	Bananinha terra firme	<i>Licania apetala</i>	2	I
383	Chrysobalanaceae	Licania	Casca porosa	<i>Licania sp</i>	2	I
384	Malvaceae	Luehea	Acoita cavalo	<i>Luehea grandiflora</i>	2	I
385	Fabaceae	Macrolobium	Arapari	<i>Macrolobium acaciifolium</i>	2	I
386	Fabaceae	Macrolobium	Iperana	<i>Macrolobium bifolium</i>	2	I
387	Moraceae	Maquira	Muratinga	<i>Maquira calophylla</i>	2	I
388	Lauraceae	Ocotea	Louro cheiroso	<i>Ocotea glandulosa</i>	2	I
389	Lauraceae	Ocotea	Louro sem cheiro	<i>Ocotea sp 4</i>	2	I
390	Fabaceae	Ormosia	Tento preto	<i>Ormosia flava</i>	2	I

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
391	Fabaceae	Parkia	Faveira	<i>Parkia velutina</i>	2	I
392	Violaceae	Paypayrola	Jacamiranda	<i>Paypayrola grandiflora</i>	2	I
393	Sapotaceae	Pouteria	Taturubao	<i>Pouteria hispida</i>	2	I
394	Sapotaceae	Pouteria	Abiu casca fina	<i>Pouteria sp 6</i>	2	I
395	Fabaceae	Pseudopiptadenia	Timborana folha miuda	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	2	I
396	Rubiaceae	Psychotria	Erva mata boi	<i>Psychotria sp</i>	2	I
397	Vochysiaceae	Ruizterania	Mandiqueira	<i>Ruizterania albiflora</i>	2	I
398	Euphorbiaceae	Sagotia	Arataciu	<i>Sagotia racemosa</i>	2	I
399	Simaroubaceae	Simaba	Marupa amarelo	<i>Simaba paraensis</i>	2	I
400	Moraceae	Sorocea	Espinheira santa	<i>Sorocea duckei</i>	2	I
401	Apocynaceae	Tabernaemontana	Pocoro	<i>Tabernaemontana angulata</i>	2	I
402	Sapindaceae	Talisia	Talisia veraluciana	<i>Talisia veraluciana</i>	2	I
403	Meliaceae	Trichilia	Trichilia oliganta	<i>Trichilia oligantha</i>	2	I
404	Rutaceae	Zanthoxylum	Zanthoxylum folha media	<i>Zanthoxylum sp 1</i>	2	I
405	Lauraceae	Aiouea	Louro casca vermelha	<i>Aiouea myristicoides</i>	1	R
406	Anacardiaceae	Anacardium	Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	1	R
407	Fabaceae	Andira	Uxi de morcego	<i>Andira surinamensis</i>	1	R
408	Annonaceae	Annona	Biriba	<i>Annona mucosa</i>	1	R
409	Moraceae	Artocarpus	Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1	R
410	Moraceae	Artocarpus	Jaca braba	<i>Artocarpus sp</i>	1	R
411	Apocynaceae	Aspidosperma	Araracanga canoa	<i>Aspidosperma sandwithianum</i>	1	R
412	Moraceae	Brosimum	Arapiranga	<i>Brosimum rubescens</i>	1	R
413	Fabaceae	Campsiandra	Acapurana	<i>Campsiandra laurifolia</i>	1	R
414	Solanaceae	Capsicum	Pimenta de indio	<i>Capsicum sp</i>	1	R
415	Lecythidaceae	Cariniana	Tauari coco	<i>Cariniana micrantha</i>	1	R

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
416	Caryocaraceae	Caryocar	Pequia	<i>Caryocar villosum</i>	1	R
417	Salicaceae	Casearia	Na	<i>Casearia grandiflora</i>	1	R
418	Olacaceae	Cathedra	Tapuru	<i>Cathedra acuminata</i>	1	R
419	Meliaceae	Cedrela	Cedro branco	<i>Cedrela fissilis</i>	1	R
420	Sapotaceae	Chrysophyllum	Abiu rosado	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	1	R
421	Fabaceae	Copaifera	Copaifera folha miuda	<i>Copaifera multijuga</i>	1	R
422	Rubiaceae	Cordia	Alibertia	<i>Cordia macrophylla</i>	1	R
423	Ebenaceae	Diospyros	Caqui 2	<i>Diospyros sp</i>	1	R
424	Rubiaceae	Duroia	Purui folha miuda	<i>Duroia duckei</i>	1	R
425	Lecythidaceae	Eschweilera	Matamata ci	<i>Eschweilera amazonica</i>	1	R
426	Myrtaceae	Eugenia	Pau aranha	<i>Eugenia coffeifolia</i>	1	R
427	Myrtaceae	Eugenia	Eugenia piquia	<i>Eugenia sp 3</i>	1	R
428	Myrtaceae	Eugenia	Eugenia folha grande	<i>Eugenia sp 5</i>	1	R
429	Euphorbiaceae	Glycydendron	Pau doce	<i>Glycydendron amazonicum</i>	1	R
430	Goupiaceae	Goupia	Cupiuba	<i>Goupia glabra</i>	1	R
431	Annonaceae	Guatteria	Envira preta folha prateada	<i>Guatteria sp 3</i>	1	R
432	Olacaceae	Heisteria	Pipo de macaco	<i>Heisteria barbata</i>	1	R
433	Fabaceae	Hymenaea	Jutai mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i>	1	R
434	Fabaceae	Inga	Inga cora cao de pregui ca	<i>Inga gracilifolia</i>	1	R
435	Fabaceae	Inga	Inga folha grande	<i>Inga sapindoides</i>	1	R
436	Fabaceae	Inga	Inga casca estriada	<i>Inga sp 3</i>	1	R
437	Myristicaceae	Iryanthera	Ucuubarana folha miuda	<i>Iryanthera laevis</i>	1	R
438	Lecythidaceae	Lecythis	Casca vermelha folha miuda	<i>Lecythis confertiflora</i>	1	R
439	Chrysobalanaceae	Licania	Caripe torrado	<i>Licania sclerophylla</i>	1	R
440	Fabaceae	Machaerium	Machaerium	<i>Machaerium sp 1</i>	1	R

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
441	Fabaceae	Machaerium	Machaerium arvore	<i>Machaerium sp 2</i>	1	R
442	Moraceae	Machira	Mao de gato	<i>Machira calophylla</i>	1	R
443	Anacardiaceae	Mangifera	Manga	<i>Mangifera indica</i>	1	R
444	Celastraceae	Maytenus	Axixua	<i>Maytenus myrsinoides</i>	1	R
445	Celastraceae	Maytenus	Axixua folha miuda	<i>Maytenus sp 2</i>	1	R
446	Melastomataceae	Miconia	Tinteiro	<i>Miconia duckei</i>	1	R
447	Sapotaceae	Micropholis	Mangabarana folha media	<i>Micropholis egensis</i>	1	R
448	Clusiaceae	Moronobea	Falso anani	<i>Moronobea candida</i>	1	R
449	Lauraceae	Nectandra	Louro folha fina	<i>Nectandra cuspidata</i>	1	R
450	Marcgraviaceae	Norantea	Rabo de arara	<i>Norantea guianensis</i>	1	R
451	Lauraceae	Ocotea	Louro canelado	<i>Ocotea cujumar</i>	1	R
452	Lauraceae	Ocotea	Loro da capoera	<i>Ocotea glomerata</i>	1	R
453	Arecaceae	Oenocarpus	Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>	1	R
454	Fabaceae	Ormosia	Bui cu	<i>Ormosia coutinhoi</i>	1	R
455	Apocynaceae	Parahancornia	Amapa	<i>Parahancornia fasciculata</i>	1	R
456	Fabaceae	Parkia	Parica angico	<i>Parkia ulei</i>	1	R
457	Picrodendraceae	Piranhea	Piranheira	<i>Piranhea trifoliata</i>	1	R
458	Urticaceae	Pourouma	Embaubarana asa de morcego	<i>Pourouma mollis</i>	1	R
459	Sapotaceae	Pouteria	Abiu balatinho	<i>Pouteria sp 1</i>	1	R
460	Sapotaceae	Pouteria	Abiu casca fina vermelha	<i>Pouteria sp 2</i>	1	R
461	Sapotaceae	Pouteria	Abiu maparajubinha	<i>Pouteria sp 3</i>	1	R
462	Sapotaceae	Pouteria	Abiu ucuubarana	<i>Pouteria sp 5</i>	1	R
463	Burseraceae	Protium	Breu	<i>Protium heptaphyllum</i>	1	R
464	Quiinaceae	Quiina	Papo de mutum	<i>Quiina sp</i>	1	R

ANEXO B - Abundância da Vegetação na Área do Rio Xingu

Nº	Família	Gênero	Nome Comum	Nome Científico	Nº Indivíduos	Abundância
465	Elaeocarpaceae	Sloanea	Urucurana folha media	<i>Sloanea garckeana</i>	1	R
466	Elaeocarpaceae	Sloanea	Urucurana folha miuda	<i>Sloanea guianensis</i>	1	R
467	Sapindaceae	Talisia	Pitomba do mato	<i>Talisia mollis</i>	1	R
468	Clusiaceae	Tovomita	Paxiubarana	<i>Tovomita choisyana</i>	1	R
469	Urticaceae	Urera	Ortiga	<i>Urera caracasana</i>	1	R
470	Vochysiaceae	Volchysia	Volchysia sp	<i>Volchysia sp</i>	1	R
471	Sapindaceae	Vouarana	Maraximbe	<i>Vouarana guianensis</i>	1	R
472	Rutaceae	Zanthoxylum	Zanthoxylum sem espinho	<i>Zanthoxylum sp 2</i>	1	R

Onde: ND = não disponível, NI = não identificadas, R = espécie rara, I = espécie intermediária e C = espécie comum; Nº: número de espécies amostradas

ANEXO C - Registro Fotográfico de Abelhas na Área do Rio Xingu

Figura C.1 – *Euglossa intersecta*

Figura C.2 – *Eulaema bombiformis*

Figura C.3 – *Eufriesea* sp.

Figura C.4 - *Exaerete frontalis*

Fonte: As imagens foram retiradas do 4º Relatório Consolidado de Andamento do Plano Básico Ambiental (PBA) e do Atendimento de Condicionantes.

ANEXO D - Registro Fotográfico da Vegetação na Área da AID de Belo Monte

Módulo 1

Figura D.1 - A: vista parcial do transecto – marco geodésico de delimitação de propriedade; B: vista da vegetação local – transecto 1; C: vista parcial do Transecto 2 - pastagem; D: visualização do transecto 2 próximo a área de pasto

Módulo 2

Figura D.2 - A: vista parcial do módulo 2; B: vista do transecto 2 em área plana com pastagem (capim alto devido as chuvas); C: marcação do transecto, parcela e trilha; D: vista da parcela 3

Módulo 3

Figura D.3 - A: vista parcial do transecto 1 – início; B: vista parcial do transecto 1 à 950 metros; C: vista parcial do transecto 1 à 650 metros; D: vista parcial do transecto 1 com incidência de palmeiras; E: vista parcial do transecto 1; F: visualização do transecto 1 à 3.350 metros

Módulo 4

Figura D.4 - A: vista parcial do transecto 1 em área de pastagem e em área de floresta; B: vista parcial do transecto 1 em área de floresta; C: vista parcial do transecto 2, acesso; D: vista parcial do transecto 2 em área de floresta a 3.000 metros; E: visualização da parcela 4 do transecto 1; F: visualização da parcela 4 do transecto 2 a 100 metros

Módulo 5

Figura D.5 – A: visualização do transecto 1; B: visualização de travessia em troncos de madeira no transecto 1; C: visualização de travessia em troncos de madeira no transecto 2; D: transecto 2 alagado; E: parcela 3 do transecto 2 (T2P3) em área de pasto; F: visualização da parcela 6 do transecto 2 (T2P6); G: visualização da parcela 3 do transecto 1 (T1P3); H: visualização da parcela 4 do transecto 1 (T1P4), alagada

Módulo 6

Figura D.6 - B: visualização do transecto 2; C e D: visualização do início e final da parcela 5 (T1P5), respectivamente; E: marcação das parcelas; G e H: visualização da trilha de acesso 1

Módulo 7

Figura D.7 - A: visualização do transecto 1; B e C: trilha de ligação 2 entre os transectos; D e E: visualização das parcela 2 (T1P2); F e G: visualização da parcela 5 (T1P5) (entrada e final, respectivamente)

Módulo 8

Figura D.8 - As fotografias apresentam o status das parcelas na época da medição. T = transecto; P = Parcela. A) T1P2; B) T1P3; C) T1P5; D) T1P6; E) T2P1; F) T2P2; G) T2P3; H) T2P4. Fonte: As imagens foram retiradas do 4º Relatório Consolidado de Andamento do PBA e do Atendimento de Condicionantes e possuem como fonte a STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2013)

ANEXO E - Mapas com os Índices de Diversidade para Abelhas da Campanha 4

E. 1 - Mapa do Índice de Diversidade de Simpson para Abelhas da Campanha 4 na AID da Usina de Belo Monte

E.2 - Mapa do Índice de Diversidade de Shannon para Abelhas da Campanha 4 na AID da Usina de Belo Monte

ANEXO F - Mapas com os Índices de Diversidade para Vegetação

F.1 - Mapa do Índice de Diversidade de Simpson para Vegetação na AID da Usina de Belo Monte

F.2 - Mapa do Índice de Diversidade de Shannon para Vegetação na AID da Usina de Belo Monte

ANEXO G - Mapa com a Biomassa da Vegetação

G.1 - Mapa da Biomassa da Vegetação Geral na AID da Usina de Belo Monte

ANEXO H - Planilha de Correlação das Variáveis de Abelhas e Vegetação com a Biomassa da Vegetação Geral (V_B_GE)

VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE
V_B_R	0.54123 0.0004 39	V_ABDAP_29I	0.47180 <.0001 65	VA_RIQ_C1_I	0.39406 0.3817 7	VA_SHA_C1_R	. . 0
V_B_I	0.55942 <.0001 66	V_ABDAP_30I	0.40830 0.0044 47	VA_RIQ_C1_C	-0.07077 0.7003 32	VA_SHA_C1_I	0.40825 0.3632 7
V_B_C	0.99021 <.0001 71	V_ABDAP_29C	0.83005 <.0001 71	VA_RIQ_C2_R	0.86603 0.3333 3	VA_SHA_C1_C	-0.06745 0.7138 32
V_BDAP_29R	0.29585 0.1002 32	V_ABDAP_30C	0.94521 <.0001 67	VA_RIQ_C2_I	0.05064 0.8635 14	VA_SHA_C2_R	. . 3
V_BDAP_30R	0.07692 0.8122 12	V_SHA_GE	0.63901 <.0001 72	VA_RIQ_C2_C	0.00036 0.9979 55	VA_SHA_C2_I	. . 14
V_BDAP_29I	0.47180 <.0001 65	V_SHADAP29	0.64125 <.0001 72	VA_RIQ_C3_R	. . 1	VA_SHA_C2_C	0.10613 0.4406 55

ANEXO H - Planilha de Correlação das Variáveis de Abelhas e Vegetação com a Biomassa da Vegetação Geral (V_B_GE)

VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE
V_BDAP_30I	0.40541 0.0047 47	V_SHADAP30	0.67379 <.0001 68	VA_RIQ_C3_I	0.43221 0.1843 11	VA_SHA_C3_R	. . 1
V_BDAP_29C	0.82276 <.0001 70	V_SHACLASR	0.37111 0.0259 36	VA_RIQ_C3_C	-0.21400 0.1167 55	VA_SHA_C3_I	. . 11
V_BDAP_30C	0.93999 <.0001 65	V_SHACLASI	0.42542 0.0004 66	VA_RIQ_C4_R	. . 1	VA_SHA_C3_C	-0.02136 0.8770 55
V_RIQ_GE	0.79406 <.0001 72	V_SHACLASC	0.63260 <.0001 71	VA_RIQ_C4_I	-0.29277 0.5734 6	VA_SHA_C4_R	. . 1
V_RIQDAP_29	0.76475 <.0001 72	V_SHADAP_29R	0.28617 0.1186 31	VA_RIQ_C4_C	0.14634 0.2524 63	VA_SHA_C4_I	. . 6
V_RIQDAP_30	0.78918 <.0001 69	V_SHADAP_30R	0.19512 0.5434 12	VA_RIQ_C5_R	. . 1	VA_SHA_C4_C	0.36310 0.0034 63

ANEXO H - Planilha de Correlação das Variáveis de Abelhas e Vegetação com a Biomassa da Vegetação Geral (V_B_GE)

VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE
V_RIQ_R	0.33039 0.0491 36	V_SHADAP_29I	0.34423 0.0050 65	VA_RIQ_C5_I	-0.26495 0.2880 18	VA_SHA_C5_R	. . 1
V_RIQ_I	0.40955 0.0006 66	V_SHADAP_30I	0.17758 0.2324 47	VA_RIQ_C5_C	-0.17347 0.1740 63	VA_SHA_C5_I	-0.22080 0.3786 18
V_RIQ_C	0.80046 <.0001 71	V_SHADAP_29C	0.63659 <.0001 71	VA_ABU_C1_R	. . 0	VA_SHA_C5_C	0.04330 0.7362 63
V_RIQDAP_29R	0.25623 0.1569 32	V_SHADAP_30C	0.66615 <.0001 67	VA_ABU_C1_I	0.39406 0.3817 7	VA_SIM_C1_R	. . 0
V_RIQDAP_30R	0.19512 0.5434 12	V_SIM_GE	0.50762 <.0001 72	VA_ABU_C1_C	-0.52241 0.0022 32	VA_SIM_C1_I	0.40825 0.3632 7
V_RIQDAP_29I	0.34112 0.0054 65	V_SIMDAP29	0.52414 <.0001 72	VA_ABU_C2_R	0.86603 0.3333 3	VA_SIM_C1_C	-0.07405 0.6871 32

ANEXO H - Planilha de Correlação das Variáveis de Abelhas e Vegetação com a Biomassa da Vegetação Geral (V_B_GE)

VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE
V_RIQDAP_30I	0.20532 0.1662 47	V_SIMDAP30	0.55164 <.0001 67	VA_ABU_C2_I	-0.04137 0.8883 14	VA_SIM_C2_R	. . 3
V_RIQDAP_29C	0.76920 <.0001 69	V_SIMCLASR	0.37111 0.0259 36	VA_ABU_C2_C	-0.10196 0.4589 55	VA_SIM_C2_I	. . 14
V_RIQDAP_30C	0.78989 <.0001 67	V_SIMCLASI	0.43652 0.0002 66	VA_ABU_C3_R	. . 1	VA_SIM_C2_C	0.06562 0.6341 55
V_AB_GE	0.86307 <.0001 72	V_SIMCLASC	0.49755 <.0001 71	VA_ABU_C3_I	0.44513 0.1974 10	VA_SIM_C3_R	. . 1
V_ABDAP_29	0.85925 <.0001 72	V_SIMDAP_29R	0.25623 0.1569 32	VA_ABU_C3_C	-0.46457 0.0004 55	VA_SIM_C3_I	. . 11
V_ABDAP_30	0.96045 <.0001 68	V_SIMDAP_30R	0.19512 0.5434 12	VA_ABU_C4_R	. . 1	VA_SIM_C3_C	0.08778 0.5240 55

ANEXO H - Planilha de Correlação das Variáveis de Abelhas e Vegetação com a Biomassa da Vegetação Geral (V_B_GE)

VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE	VARIABEL	V_B_GE
V_ABCLAS_R	0.41702 0.0114 36	V_SIMDAP_29I	0.35480 0.0037 65	VA_ABU_C4_I	-0.29277 0.5734 6	VA_SIM_C4_R	. . 1
V_ABCLAS_I	0.55942 <.0001 66	V_SIMDAP_30I	0.16468 0.2687 47	VA_ABU_C4_C	0.12459 0.3306 63	VA_SIM_C4_I	. . 6
V_ABCLAS_C	0.99021 <.0001 71	V_SIMDAP_29C	0.52180 <.0001 71	VA_ABU_C5_R	. . 1	VA_SIM_C4_C	0.34568 0.0055 63
V_ABDAP_29R	0.29585 0.1002 32	V_SIMDAP_30C	0.55459 <.0001 67	VA_ABU_C5_I	-0.08299 0.7434 18	VA_SIM_C5_R	. . 1
V_ABDAP_30R	0.07692 0.8122 12	VA_RIQ_C1_R	. . 0	VA_ABU_C5_C	-0.16100 0.2075 63	VA_SIM_C5_I	-0.22080 0.3786 18
						VA_SIM_C5_C	0.17560 0.1686 63