



Captura de CO₂ e Pagamento por Serviços Ambientais e Educação Ambiental: breve análise dos projetos “Olhos d’Água” e Conexão Mata Atlântica no Norte e Noroeste Fluminense

Marcelo dos Santos Ferreira ^{1*}, Clícia Pinto das Dores Barcelos ², Jaílma Barcelos Manhães Gomes ³,
Natália Carlos da Silva de Souza Sobrinho ⁴, Cristiano Peixoto Maciel ⁵

¹Estudante de Pós-graduação lato sensu em Gestão e Sustentabilidade de Recursos Hídricos e Educação Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil. (*Autor correspondente: sf.marcelo@gmail.com)

^{2,3,4}Especialista em Educação Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil.

⁵Mestre em Engenharia Ambiental, Professor Convidado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 21/12/2020 – Revisado em: 19/01/2021 – Aceito em: 21/02/2021

RESUMO

O efeito estufa é um dos assuntos mais debatidos nas últimas décadas. Dentre os gases causadores do efeito estufa (GEEs) são os mais importantes o vapor de água, hidrocarbonetos (CFC), O₃, CH₄, N₂O, sendo o CO₂ o mais intensamente produzido pelas ações antrópicas. A fim de regular as mudanças climáticas ocasionadas pelo CO₂ vem sendo adotados métodos de captura e armazenamento – CACs. O sequestro de GEEs pelos ecossistemas contribui para a classificação da “regulação do clima” como um dos serviços ecossistêmicos na categoria “Serviços de regulação”. Assim, iniciativas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) associado a florestas e carbono podem trazer benefícios diretos ao ambiente e sociedade. O PSA “Olhos d’Água” - Carapebus/RJ, da ONG Ecoanzol, visa recuperar e conservar 43 ha de nascentes e Áreas de Preservação Permanente, para 27 agricultores com plantio de espécies nativas do bioma Mata Atlântica. Em 2018, no primeiro módulo de plantio, foram utilizadas 5.631 mudas em uma área total de 3,505 ha. O projeto Conexão Mata Atlântica, iniciativa da União e dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, visa recuperar e preservar serviços ecossistêmicos associados à biodiversidade e captura de carbono da floresta, em zonas prioritárias do corredor Sudeste da Mata Atlântica brasileira. No estado do Rio de Janeiro atua nas regiões hidrográficas do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana e Médio Paraíba do Sul, através de formação, e do PSA aos proprietários beneficiados. A Educação Ambiental é o elemento integrador dessas abordagens, através da conscientização dos atores envolvidos.

Palavras-Chave: Gases do efeito estufa. Mudanças climáticas. Mitigação. Compensação financeira

CO₂ Capture and Payment for Environmental Services: "Olhos d'Água" projects and Atlantic Forest Connection in the North and Northwest of the state of Rio de Janeiro

ABSTRACT

The greenhouse effect is one of the most debated issues in recent decades. Among the greenhouse gases (GHGs) the most important are water vapor, hydrocarbons (CFCs), O₃, CH₄, N₂O, with CO₂ being the most intensely produced GHG by anthropic actions. In order to regulate climate change caused by CO₂ capture and storage methods have been adopted. Ecosystem sequestration of GHGs contributes to the classification of “climate regulation” as one of the ecosystem services in the “Regulatory Services” category. Thus, Forest and Carbon Payments for Environmental Services (PES) initiatives can bring direct benefits to the environment and society. The “Olhos d'Água” PES - Carapebus/RJ, from the NGO Ecoanzol, aims to recover and conserve 43 ha of springs and Permanent Preservation Areas, for 27 farmers who plant native species from the Atlantic Forest biome. In 2018, in the first planting module, 5,631 seedlings were used in a total area of 3,505 ha. The project Connection Atlantic Forest, an initiative of the Union and the states of Rio de Janeiro, Sao Paulo and Minas Gerais, aims to recover and preserve ecosystem services associated with biodiversity and carbon capture of the forest, in priority areas of the Southeast corridor of the Brazilian Atlantic Forest. In the state of Rio de Janeiro it operates in the hydrographic regions of “Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana” and “Médio Paraíba do Sul”, through training, and PSA to the benefited owners. Environmental Education is the integrating element of these approaches.

Keywords: Greenhouse gases. Climate changes. Mitigation. Financial Compensation

Ferreira, M. S., Barcelos, C. P. D., Gomes, J. B. M., Souza Sobrinho, N. C. S., Maciel, C. P. (2021). Captura de CO₂ e Pagamento por Serviços Ambientais e Educação Ambiental: breve análise dos projetos “Olhos d’Água” e Conexão Mata Atlântica no Norte e Noroeste Fluminense. *Educação Ambiental (Brasil)*, v.2, n.1, p.61-77.



1. Introdução

A Terra tem sofrido ao longo dos tempos uma série de problemas ambientais que afetam não apenas o meio ambiente, mas também a humanidade. Entre esses problemas, destacam-se as mudanças climáticas (Costa & Alves, 2014). Segundo os autores, o clima do planeta já mudava em ciclos naturais antes do surgimento da espécie humana, mas eles defendem que a partir da Revolução Industrial e Energética a mudança climática tem se acentuado devido a crescente emissão de gases de efeito estufa (GEEs), proveniente em sua maior parte dos setores de energia, transporte e indústria (Seixas *et al*, 2015).

Embora o efeito estufa seja um fenômeno natural, que permite que a Terra atinja temperaturas que garantam a existência de vida no planeta, a sua intensificação devido ao aumento dos GEEs na atmosfera, tem sido prejudicial, pois o aumento na temperatura média ocasiona: extinção de espécies; derretimento de geleiras; elevação do nível médio do mar; mudanças no ciclo hidrológico; intensificação de fenômenos climáticos extremos e aumento da frequência com a qual ocorrem, e acidificação do oceano (Alexander *et al*, 2013; Costa & Alves, 2014). Por isso a preocupação de diversos atores com os GEEs, e propostas para reduzir seus níveis na atmosfera.

Nobre, Reid e Veiga (2012) destacam dentre os GEEs seis moléculas em quatro grupos de moléculas: o dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO_x), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) e os clorofluorcarbonetos (CFCs), considerando os demais como gases-traço. No entanto, o CO₂ é o GEE que mais preocupa, pois é emitido em maior quantidade, sendo por isso o principal gás responsável pela atual situação (Le Treut *et al.*, 2007).

Miranda *et al* (2018, p. 1917) associa o CO₂ mais diretamente com o crescimento na demanda energética: “[...] *combustão de combustíveis fósseis necessários à geração de energia, à eletricidade, à indústria e ao transporte, associada ao desflorestamento e queimadas, são as grandes fontes de emissões de CO₂*”.

Embora alguns críticos discordem, os relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) relacionam o aumento das emissões de CO₂ das fontes antropogênicas ao aquecimento global, conforme citam Costa e Alves (2014), Le Treut *et al.*, 2007 e Miranda *et al* (2018). Os autores trazem o entendimento que para conter o aquecimento global, é preciso reduzir os níveis de CO₂ atmosférico, que segundo Miranda *et al* (2018) pode ser obtido, entre outras formas, através dos processos de captura e armazenamento de carbono (CAC) (em inglês *Carbon Capture and Storage- CCS*), e reflorestamento. Esses processos são apontados como caminho para mitigação das mudanças climáticas, como consta no relatório 5 do IPCC:

Capturar CO₂ significa removê-lo seletivamente de uma mistura gasosa ou efluentes gasosos, que podem abranger desde o gás natural [...], efluentes gasosos de processos industriais e termoelétricos, ou o próprio ar (Miranda *et al*, 2018, p. 1918).

Ainda segundo Miranda *et al* (2018) o processo de captura de carbono atmosférico ocorre naturalmente através da fotossíntese das plantas, o que indica o grande potencial das áreas florestadas nesse processo. Guedes e Seehusen (2011) citam que um hectare de floresta tropical pode armazenar em torno de 224.2 toneladas de biomassa, contendo cerca de 110.3 toneladas de carbono. Esta produtividade vem ressaltar a grande importância da conservação das áreas florestais e do reflorestamento de áreas desmatadas para a realização do processo de captura de CO₂, contribuindo assim para o equilíbrio do clima. Em levantamento feito por Ciaes *et al* (2013) o efeito de remoção de CO₂ por arborização e reflorestamento varia de décadas a séculos, sendo os mais rápidos dentre os 8 métodos analisados pelo autor os de natureza biológica, química e geoquímica. Período similar apenas apresenta método da produção de biochar e estocagem nos solos.

No Brasil, a Mata Atlântica realiza esse processo, mas o bioma tem sido degradado e super explorado ao longo dos anos, o que compromete sua capacidade de oferta de serviços ambientais. Nesse sentido, é necessário promover ações que visem a proteção, o uso sustentável e a recuperação dos ecossistemas a fim de

garantir importantes serviços ambientais como a captura de carbono (Guedes & Seehusen, 2011). Atendendo a este cenário, conforme Guedes e Seehusen (2011), o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento que tem sido cada vez mais usado para incentivar essas medidas de proteção e conservação. O PSA é apontado por Martins e Ribeiro, (2015, p. 307) como um “*mecanismo criados e desenvolvidos com objetivo de quando implementados, sejam utilizados como ferramenta contribuinte para a melhoria da saúde e qualidade do meio ambiente*”.

Segundo Costa e Alves (2014, p.12) o PSA “*reconhece o valor econômico da proteção de ecossistemas e dos usos sustentáveis e promove um incentivo econômico aos ‘provedores’ de serviços ambientais*”. Desta forma essa ferramenta pode e deve ser utilizada para projetos que incentivam de forma direta ou indireta a captura de CO₂, que conforme Wunder e Wertz-Kanounnikoff (2009) como citado em Reis (2015) é um dos quatro principais serviços ambientais/ecossistêmicos beneficiados por esse instrumento econômico.

Diante disso, esse artigo apresenta um estudo dos dois projetos que desenvolvem a ferramenta PSA nas mesorregiões Norte e Noroeste Fluminense: O projeto “Olhos D’Água” em Carapebus/RJ, uma iniciativa da Organização Não-Governamental (ONG) Ecoanzol, e o Projeto Recuperação e Proteção dos Serviços de Clima e Biodiversidade do Corredor Sudeste da Mata Atlântica - Conexão Mata Atlântica, executado pela União, e pelos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. com financiamento do Fundo Global para o Meio Ambiente com ação seis municípios das mesorregiões Noroeste e Sul Fluminense.

2. Referencial teórico

2.1. Os Gases do Efeito Estufa e as mudanças climáticas

As mudanças climáticas e o aquecimento global são os principais temas da Educação Ambiental para o século XXI (Junges, Santos & Massoni, 2018). Segundo esses mesmos autores, o cientista francês Jean Baptiste Fourier (1768-1830), possivelmente, foi o primeiro a ter como objeto de estudo a temperatura planetária ao assumir o Sol como principal fonte de energia para a Terra. Desse modo, a Terra da mesma forma que recebe energia do Sol, deve reemitir-la ao espaço, caso contrário se tornaria cada vez mais quente.

De forma geral, grande parte dessa energia é refletida de volta para o espaço pela atmosfera (incluindo as nuvens) e pela superfície do planeta (Junges, Santos & Massoni, 2018). Assim, os gases de efeito estufa presentes na Troposfera (camada mais baixa da atmosfera) retêm parte dessa radiação terrestre, impedindo que essa se dissipe totalmente para o espaço (Costa & Alves, 2014).

Os gases constituintes do efeito estufa como vapor de água, clorofluorcarbono, ozônio, metano, óxido nítrico e o dióxido de carbono, absorvem uma parte da radiação infravermelha que o planeta emite e irradiam uma outra parte dessa energia de volta para a superfície (Silva & Paula, 2009). O efeito estufa proporciona que a temperatura no planeta seja cerca de 30°C mais elevada do que seria se esse fenômeno não existisse (Barros, 2004 como citado em Costa & Alves, 2014).

Silva e Paula (2009, p. 43) definem o aquecimento global como,

[...] um fenômeno climático de larga extensão, ou seja, um aumento da temperatura média superficial global, provocado por fatores internos e/ou externos;

Os autores citam como exemplos de fatores internos aqueles associados a variáveis como atividade solar, composição físico-química atmosférica, tectonismo e o vulcanismo. Sendo os fatores externos os antropogênicos e relacionados a emissões de gases-estufa.

Segundo Silva e Paula (2009, p. 44) o vapor de água troposférico é o principal gás responsável por gerar esse efeito estufa, sendo sua concentração atmosférica proveniente de fontes naturais, já os CO₂, CH₄ e N₂O são os principais gases de origem antrópica. Segundo esses mesmos autores:

[...] grande parte do aquecimento observado durante os últimos 50 anos se deve a um aumento nas concentrações de gases-estufa de origem antropogênica.

Em um de seus trabalhos, Dias (2006) cita que para cada 100 unidades de radiação solar que incide na atmosfera, ao longo de um ano, ocorre uma distribuição nos processos de absorção, reflexão e transmissão de radiação. Sendo o vapor d'água um grande absorvedor de radiação infravermelha, e assim, junto com o dióxido de carbono, é o principal responsável pela retenção de boa parte da radiação emitida pela Terra, o chamado efeito estufa (Dias, 2006). Nobre, Reid e Veiga (2012) cita que o dióxido de carbono existente contribui com apenas 7°C, apesar de desde o início da era industrial notar-se uma menor influência do vapor d'água quanto ao acréscimo na temperatura.

Nessa perspectiva, é válido salientar que o vapor d'água não é uma variante que se pode controlar e alterar de forma significativa, em contrapartida, ao que é possível realizar em relação aos demais gases influenciados pela atividade humana, como o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e os CFCs (Nobre, Reid & Veiga, 2012).

De acordo com Nobre, Reid e Veiga (2012) não existe verdade absoluta na ciência, tendo em vista que sempre se busca de uma melhor explicação para o que ocorre na natureza. Os autores também destacam que ao acompanhar a variação climática da Terra dos últimos 800 mil anos, percebe-se que o clima varia naturalmente, o que se comprova por registro de bolhas de ar aprisionadas nas geleiras da Antártica. Nessa perspectiva, nos últimos 400 mil anos houveram quatro ciclos diferentes, denominados glaciais e interglaciais, este último no qual se encontra o planeta. Todavia, percebe-se que nas últimas duas décadas, a Terra está aquecendo em torno de 0,2°C por década, o que é um ritmo 50 vezes maior do que o ciclo natural glacial-interglacial, evidenciando alguma interferência (Nobre, Reid & Veiga, 2012).

Ao se analisar séries históricas de temperatura e chuva de algumas regiões do mundo, nota-se uma alteração no comportamento do clima. Em grandes regiões urbanas como a cidade de São Paulo destaca-se entre os principais efeitos observados a diminuição das chuvas fracas e aumento nas chuvas fortes (Dias, 2006). Para Costa e Alves (2014), com o aumento das evidências científicas em torno da influência do clima sobre as atividades humanas, e vice-versa, a mudança climática tem se tornado uma das questões mais relevantes da atualidade.

Anterior ao surgimento da vida humana no planeta, a Terra já havia passado por inúmeras mudanças que seguiam ciclos naturais característicos da transição entre as eras e épocas geológicas, todavia com a Revolução Industrial e Energética a emissão de GEE aumentou de forma crescente, intensificando o efeito estufa, e levando ao aquecimento global com a consequência das mudanças climáticas (Costa & Alves, 2014).

Segundo o relatório do IPCC - 2013, o aumento da concentração desses gases, devido a queima de combustíveis fósseis e mudança no uso da terra (em especial o desflorestamento), já elevou a temperatura média do planeta em 0,85°C em comparação ao período pré-industrial, e este valor de acordo com este mesmo órgão não deve ultrapassar 2°C. Destaca-se também o balanço de isótopos como evidência científica do aumento da presença de CO₂ na atmosfera por fontes fósseis ou queima de florestas, através da constatação que o carvão apresenta menor proporção de ¹³C do que a encontrada na atmosfera. Assim, sua queima gera CO₂ com menor concentração de ¹³C (Alexander *et al*, 2013; Nobre, Reid & Veiga, 2012).

Costa e Alves (2014, p. 7) afirmam que

[...] quanto ao futuro, há muitas incertezas, mas os possíveis cenários projetados pelo IPCC demonstram que, mesmo no cenário mais otimista já não estaremos livres do agravamento de condições adversas, uma vez que o tempo de permanência de alguns dos GEE na atmosfera estende-se por séculos após sua emissão. Portanto, além das medidas de mitigação, são imprescindíveis medidas de adaptação capazes de aumentar a resiliência da população.

Nesse cenário, a redução das emissões atmosféricas dos GEEs é ação a ser observada.

2.2. Captura de CO₂ e o reflorestamento de Áreas de Preservação Permanente

A redução efetiva das emissões atmosféricas, segundo Specker (2007), podem ser possíveis, ainda que apenas aparentemente, com o incremento de todas as tecnologias disponíveis, aumento da eficiência no consumo da energia produzida, aumento do uso de tecnologias renováveis, produção de energia nuclear, evolução das atuais centrais de carvão para centrais com tecnologia avançada, e sequestro e armazenamento de CO₂ de forma considerada definitiva. Nesse cenário de estabilização das emissões de CO₂ para a atmosfera, a sua captura em centrais de produção de energia elétrica ou indústrias petrolíferas poderá corresponder a 20% de redução de emissões de CO₂ em 2050 (IEA, 2007).

A captura e armazenamento de CO₂ é designado como um processo tecnológico em que pelo menos 90% do CO₂ é capturado de fontes altamente emissoras, transportado para um local apropriado e armazenado em formações geológicas de forma segura e permanente a grandes profundidades (entre 700 e 5000 m) (IEA, 2008). Dentre as formas de CAC está o reflorestamento, que no Brasil foi incentivado pelo Programa Nacional de Florestas (PNF), criado pelo decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (em inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC) define Reflorestamento como:

[...] é a conversão direta promovida pelo homem de terras nuas em áreas florestadas por meio de plantio, semeadura, e/ou processo de semeadura promovida pelo homem através de fontes naturais de sementes, em terras florestadas que tem sido convertidas em terras nuas (UNFCCC, 2006, p.5. Tradução nossa)

Segundo Scarpinella (2002, p. 64) a retenção de CO₂ é um dos benefícios que as atividades de reflorestamento podem nos trazer:

- Aumento de empregos diretos e indiretos.
- Diminuição da pressão sobre as florestas nativas.
- A proteção da superfície do solo (diminuindo-se os riscos de erosão).
- A proteção de bacias hidrográficas em que a atividade se localiza.
- Maior biodiversidade.
- Retenção de Dióxido de Carbono.
- Produção de Oxigênio.

O processo de captura de CO₂ pelas plantas é realizado através da fotossíntese, com a transformação do CO₂ em biomassa, que têm um papel importante na mitigação dos impactos causados pelas concentrações crescentes de CO₂ na atmosfera. Quando o CO₂ na atmosfera aumenta, elas tendem a capturar mais CO₂ e a crescer mais, com maior produção de matéria orgânica (Nobre, Reid & Veiga, 2012). No entanto, as plantas capturam CO₂ até certo limite, e à medida que a temperatura aumenta pode-se ultrapassar o ponto ótimo de assimilação fotossintética em resposta à temperatura e, após esse ponto, a fotossíntese começa a diminuir com aumentos adicionais de temperatura. Nobre, Reid e Veiga (2012, p. 24) exemplificam essa informação:

Por exemplo, há um limite teórico - aproximadamente 43°C – que se for ultrapassado, a fotossíntese para totalmente. Não tem fotossíntese no meio do dia nas plantas do deserto - lá a temperatura passa de 45°C. A fotossíntese em plantas do deserto é no começo da manhã e no fim da tarde. Esse é um limite que a evolução natural, biológica, darwiniana criou. Portanto, há limites até na fotossíntese.

O sequestro de GEEs pelos ecossistemas, com seus impactos diretos nas mudanças climáticas, é fator considerado por Alcamo *et al* (2003) para a classificação da “regulação do clima” como um dos serviços ecossistêmicos na categoria “Serviços de regulação”. Através desse parâmetro, iniciativas de Pagamentos por Serviços Ambientais nas linhas do reflorestamento, conservação e preservação florestal podem trazer benefícios diretos ao ambiente e sociedade.

2.3. Serviços Ambientais e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

Serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos é tema bem atual em todo o mundo, em especial no Brasil por sua grande diversidade de biomas.

Apesar da adoção dos dois termos como de igual conceito, alguns autores diferenciam os termos serviços ecossistêmicos (ou serviços de ecossistemas) e serviços ambientais. Relaciona-se ao primeiro às funções e processos relevantes à preservação/conservação, recuperação, uso sustentável, melhoria do meio ambiente e promoção do bem-estar humano – e que poderiam ser afetados pela intervenção humana. Por sua vez, os serviços ambientais estariam mais associados a ação humana, como consultoria, educação, monitoramento e avaliação, prestados por agentes públicos e privados, com impacto na mensuração, prevenção, minimização ou correção de danos aos serviços ecossistêmicos (Peixoto, 2011). Neste trabalho serão tratados como sinônimos.

Costanza *et al* (1997, p. 253) define como:

Bens ecossistêmicos (como alimentos) e serviços (como assimilação de resíduos) representam os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas. Para simplificar, nos referiremos a bens ecossistêmicos e serviços juntos como serviços ecossistêmicos (Tradução nossa).

Alcamo *et al* (2003), utilizando-se do conceito de Constanza *et al* no relatório do Relatório do Grupo de Trabalho da Quadro Conceitual da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (*Report of the Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*) enuncia que os serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Ele acrescenta que nesses benefícios estão incluídos serviços de fornecimento de comida e água; serviços de regulação como controle de inundações e de doenças; serviços culturais como os benefícios espirituais, de recreação e culturais; e serviços de suporte, como ciclagem de nutrientes responsável pela manutenção da vida na terra.

Rodrigues (2010) complementa, colocando os serviços ambientais como serviços úteis oferecidos pelos ecossistemas para o homem, dentre eles a regulação de gases (produção de oxigênio e sequestro de carbono), belezas cênicas, conservação da biodiversidade, proteção de solos e regulação das funções hídricas.

Nusdeo (2013, p. 12) sistematiza os olhares anteriormente citados, e traz a seguinte visão:

[...] os serviços ecossistêmicos, ou ambientais, referem-se aos processos ecológicos que dão sustentação à vida, por meio da manutenção dos ciclos vitais da natureza, que mantém a base natural para a sobrevivência das diferentes espécies, que inclui alimentos, água, abrigo e todas as demais satisfações de suas necessidades.

A classificação de serviços ambientais fortemente adotada na literatura é a definida pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio, segundo relatório elaborado por Alcamo e demais autores, apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Serviços ecossistêmicos

Serviços de Provisão	Serviços de Regulação	Serviços culturais
Produtos obtidos dos ecossistemas	Benefícios obtidos da regulação dos processos ecossistêmicos	Benefícios não-materiais obtidos dos ecossistemas
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Alimento ◦ Água fresca ◦ Lenha ◦ Fibras ◦ Produtos bioquímicos ◦ Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Regulação climática ◦ Regulação de doenças ◦ Regulação de água ◦ Polinização 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Espirituais e religiosos ◦ Recreação e ecoturismo ◦ Estética ◦ Inspiracional ◦ Educacional ◦ Senso de lugar (pertencimento)

		◦ Herança cultural
Serviços de Suporte		
Serviços necessários para a produção de todos os demais serviços ecossistêmicos		
◦ Formação do solo ◦ Ciclagem dos nutrientes ◦ Produção primária		

Fonte: Alcamo *et al* (2003, p.53)

A regulação do clima é um serviço ambiental/ecossistêmico de grande importância para os dias atuais, considerando que as mudanças climáticas têm sido fortemente valorizadas pelos governos frente aos compromissos climáticos assumidos. As florestas são uma grande reserva de carbono, e através da fotossíntese também atuam como um "sumidouro" de carbono ativo, removendo o CO₂ da atmosfera e armazenando-o como carbono em biomassa viva, serapilheira, biomassa subterrânea (raízes), e solo florestal (Mekonnen & Sintayehu, 2018).

O solo é um importante reservatório que contém mais carbono (pelo menos 1500-2400 Pg de carbono) do que a atmosfera (590 Pg de carbono) e vegetação terrestre (350-550 Pg de carbono) combinados, e um aumento no armazenamento de carbono no solo pode reduzir as concentrações atmosféricas de CO₂. Mekonnen e Sintayehu (2018) considera este sequestro de CO₂ como um serviço ecossistêmico essencial.

Os serviços ambientais são dotados de valor econômico. Rodrigues (2010) ressalta que esses elementos oferecidos pelos ecossistemas passam a ser economicamente valorados a partir da incorporação da noção de escassez dos recursos naturais. Os recursos hídricos e os serviços ambientais associados se enquadram a esse parâmetro, com a atribuição de valor econômico dado a água no art. 1, inciso II da lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos dentre outras medidas.

Considerando a tendência de escassez da maioria dos recursos naturais, como a água, os serviços ambientais tornam-se objetos potenciais de comercialização, e nesse sentido surge o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) cuja ideia central:

[...] é que os beneficiários externos destes serviços paguem de maneira direta, contratual e condicionada os proprietários e usuários locais pela adoção de práticas que assegurem a conservação e restauração dos ecossistemas. (Wunder, 2005, p. 1, Tradução nossa).

Costanza *et al*, ainda em 1997, já associava os serviços ecossistêmicos à noção de capital, definido como “estoque de materiais ou informações existentes num momento específico” (Costanza *et al*, 1997, p.252).

Os serviços ecossistêmicos consistem em fluxos de materiais, energia e informações de estoques de capital natural que se combinam com serviços de capital humano e manufaturados para produzir bem-estar. (Tradução nossa)

Ainda segundo o autor o valor dos serviços ambientais, em 1997, considerando toda a biosfera, seria estimado na média de 33 trilhões de dólares (Costanza *et al*, 1997).

A definição mais aceita para o PSA foi elaborada por Wunder (2005, p.3) e leva em conta 5 pontos:

- [...] 1. uma transação voluntária, na qual
2. um serviço ambiental bem definido, ou um uso da terra que possa assegurar este serviço,
3. é adquirido por, pelo menos, um comprador
4. de no mínimo, um provedor,
5. sob a condição de que ele garanta a provisão do serviço (condicionalidade) (Tradução nossa).

Segundo Fumi (2018) o PSA representa um mecanismo potencial de compensação financeira de apoio à proteção e ao uso sustentável dos recursos naturais com o propósito de estimular a conservação dos ecossistemas, combater sua degradação e fomentar o desenvolvimento social, ambiental, econômico e cultural, melhorando a qualidade de vida de pequenos produtores, povos indígenas e populações tradicionais. Na

prática, representa um incentivo à conservação e à preservação ambiental, amplamente estampadas em vários dispositivos legais (Fumi, 2018).

Os acordos de PSA trabalham com a manutenção do fluxo de um determinado “serviço ambiental” em troca de algo de valor econômico. Esse foco é considerado por Forest Trends; Grupo Katoomba e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2008) como uma das principais características dos acordos de PSA. No entanto, o fator crítico dos acordos de PSA é o cenário em que o pagamento traz benefícios que não existiriam de outra forma, como vantagem “adicional”. Esse fator vai além da relação entre a movimentação financeira e a entrega e manutenção de um serviço ambiental, como destacam os autores.

O PSA é um instrumento econômico, e como tal está baseado no conceito de internalização das externalidades, nesse sentido destacam Guedes e Seehusen, (2011, p.31):

[...] os agentes econômicos devem incorporar em suas decisões os custos, ou, no caso dos serviços ambientais, os benefícios de suas atividades com efeitos ao meio ambiente.

Handley, (2007 *como citado em* Nusdeo, 2013, p.13) define externalidades como:

[...] falhas de mercado que ocorrem quando custos ou benefícios circulam fora do sistema de preços e assim, seus ônus ou vantagens recaem sobre terceiros e não sobre aqueles que participaram de certa transação.

São mais comuns, na área ambiental, as situações caracterizadas como externalidades negativas, como exemplifica a poluição. Externalidades positivas consistem em benefícios gerados por certa atividade que não são recuperados por aquele que as produz (Handley, 2007 *como citado em* Nusdeo, 2013).

Nusdeo (2013) considera o PSA com grande potencial na promoção de benefícios sociais no Brasil, como a melhoria das condições de vida de populações que habitam áreas ecossistemicamente ricas, tais como indígenas, populações tradicionais, assentados de reforma agrária e pequenos proprietários, apesar de ser um instrumento econômico.

3. Materiais e métodos

Para o desenvolvimento do trabalho foi adotado método com abordagem qualitativa, nível tipo descritivo-exploratório, através de pesquisas bibliográfica e documental. Para o levantamento bibliográfico foram consultados livros, artigos publicados em periódicos, eventos científicos e dissertações.

O levantamento documental utilizou de documentos técnicos de entidades nacionais e internacionais oficiais, supranacionais, e não-oficiais de valor reconhecido pela sociedade e meio acadêmico, dados de sítios de internet, além de legislação federal.

O trabalho relaciona os processos da produção dos gases do efeito estufa, e sua mitigação pela captura e armazenamento de CO₂, com as iniciativas de recuperação florestal realizadas pelos projetos "Olhos d'Água" e Conexão Mata Atlântica nas mesorregiões Norte e Noroeste Fluminense. As regiões de estudo analisadas possuem forte histórico de degradação do bioma Mata Atlântica, e conseqüentemente forte potencial de reflorestamento, tendo nas iniciativas em destaque a amostra da mobilização da sociedade em prol da preservação/conservação ambiental.

A busca de informações sobre os temas relacionados: Gases do Efeito Estufa; Captura e Armazenamento de CO₂; Reflorestamento, Pagamento por Serviços Ambientais, além dados dos próprios projetos em análise, foi realizada de forma simplificada através de buscas nas bases de trabalhos acadêmicos/científicos como Google Scholar e Scielo, resultando num universo temporal de resultados de por volta de quinze anos em publicações diversificadas com destaque a informações associadas ao ano de 2018.

A Educação Ambiental, presente nas ações dos dois projetos no eixo da educação não-formal, foi apresentada como ponto de amarração entre os objetivos, as práticas, e a compreensão da sociedade sobre os temas relacionais na análise desenvolvida.

4. Resultados e Discussão

As mesorregiões Norte e Noroeste Fluminense possuem duas iniciativas concretas de recuperação florestal e conservação de solo e água através da ferramenta Pagamento por Serviços Ambientais, com contribuição direta na mitigação de emissões de CO₂.

4.1. O projeto de PSA “Olhos D’Água” e a recuperação em Carapebus/RJ

O Projeto de Pagamento por Serviços Ambientais “Olhos D’Água” é iniciativa da Organização Não-Governamental (ONG) Ecoanzol aprovada pelo edital AGEVAP n° 4/2014 de Pagamento por Serviços Ambientais com foco em Recursos Hídricos - PSA Hídrico do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP).

O projeto foi homologado com a celebração do contrato n° 22/2015/AGEVAP em 01 de junho de 2015, com a Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (AGEVAP) (Entidade delegatária na função de Agência de Água) para a prestação de serviços de implementação de PSA Hídrico, através de unidades demonstrativas com práticas integradas de recuperação e conservação de 43 ha de Áreas de Preservação Permanente (APP), na sub-bacia 5004 Itaocara-Foz, da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, em quatro localidades do município de Carapebus/RJ conhecidas como Maitaca (entorno da Lagoa de Carapebus), Córrego da Maricota, Córrego Grande e no Assentamento 25 de Março) (Salles, 2018a). O aporte financeiro atualizado é de R\$ 1.369.694,53 do CEIVAP e do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itapoana (CBH BPSI) (CEIVAP, 2019)

Estão sendo atendidos 27 produtores com o plantio de mudas de por volta de 60 espécies florestais, dentre espécies nativas da mata Atlântica e frutíferas, nas margens de cursos d’água e no entorno de nascentes. Dentre as espécies mais conhecidas estão o pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*), ingá (*Inga* spp.), ipê (*Handroanthus* spp.), angico (*Anadenanthera colubrina*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*), araçá amarelo (*Psidium cattleianum*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*), amora (*Morus nigra*), pitanga (*Eugenia uniflora*), jenipapo (*Genipa americana*), caju (*Anacardium occidentale*), manga (*Mangifera indica*), graviola (*Annona muricata*), abacate (*Persea americana*), acerola (*Malpighia emarginata*) e goiabeira (*Psidium guajava*) (Salles, 2018a).

O projeto prevê ações de “Conservação Florestal” com o cercamento de áreas com vegetação desenvolvida, com enriquecimento em casos específicos, e de “Recuperação Florestal” com o reflorestamento em áreas nuas ou com uso agrícola em pousio. A figura 1 traz projeto de ação ambiental de propriedade individual conforme previstos nos “Projetos Executivos de Reflorestamento” apresentados como produto do contrato.

Atualmente, após adequações realizadas durante a execução do projeto, a área original foi reduzida de 43 ha para 34,727 ha, sendo 14,702 ha de conservação e 19,77 ha de restauração (Salles, 2018b).

Por questões técnicas e contratuais apenas 9 das 27 propriedades foram contempladas (módulo 1 de três módulos pactuados no plano de trabalho do projeto) com as ações de conservação e recuperação florestal previstas. No período de 15 de janeiro a 28 de março de 2018 foram plantadas 5.631 mudas em uma área total de 3,505 ha, sendo 3,255 ha de plantio total, e 0,25 ha de enriquecimento. O projeto prevê replantio na taxa de 30%, decorrente da perda de mudas plantadas (Salles, 2018b).

Figura 1 – Projeto Executivo de Reflorestamento individual do projeto “Olhos d’Água”

Fonte: Salles (2018b)

O projeto além da ação direta ambiental no replantio de espécies florestais, fortalecendo a capacidade do ambiente de realizar os serviços ambientais potenciais da cobertura vegetal da mata Atlântica, trabalha também o viés social, com a promoção de capacitação em temas diversos aos produtores envolvidos. Ações de educação ambiental são a base do trabalho, através da conscientização da importância de cada muda plantada na conservação da água e solo nas propriedades.

4.2. O projeto Conexão Mata Atlântica

O projeto Recuperação e Proteção dos Serviços de Clima e Biodiversidade do Corredor Sudeste da Mata Atlântica (*Recovery and protection of climate and biodiversity services in the Paraíba do Sul basin of the Atlantic Forest of Brazil*) é ação financiada pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (*Global Environment Facility - GEF*), tendo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) como agência implementadora e a Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINATEC) (Brasil) como órgão executor dos recursos. Como parceiros, o projeto envolve o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), e os governos dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais (INEA, 2019a).

O objetivo do projeto é recuperar e preservar serviços ecossistêmicos associados à biodiversidade e captura de carbono da floresta, em zonas prioritárias do corredor Sudeste da Mata Atlântica brasileira. O projeto complementarará esforços dos governos estaduais de proteção de unidades de conservação e incentivará

a participação de proprietários de terras privadas num manejo sustentável da paisagem florestal, através da promoção de atividades de restauração ecológica de florestas nativas e regeneração natural assistida da floresta (INEA, 2019a).

O projeto utiliza uma abordagem de manejo florestal sustentável para a produção de múltiplos benefícios, especialmente a captura e manutenção de estoques de carbono relacionados ao uso da terra e à mudança do uso da terra, fomentando a implantação da silvicultura e o incremento da biodiversidade. Nesse sentido, adotará a ferramenta do Pagamento por Serviços Ambientais de Uso Múltiplo, contemplando ações diversas em áreas naturais e produtivas. Nesta modalidade o objetivo é gerar e manter os serviços de ecossistemas em paisagens produtivas, com foco nos agroecossistemas de alta ação antropogênica, abordando todos os usos da terra (FINATEC, 2018a).

Os pagamentos serão realizados em terras privadas, mediante o fomento a práticas e iniciativas que favoreçam a conservação, manutenção, ampliação ou restauração de benefícios propiciados pelos ecossistemas naturais e sistemas produtivos sustentáveis, sempre com o viés dos serviços do carbono e da biodiversidade (FINATEC, 2018a).

O projeto está organizado em 03 (três) componentes:

Componente 1: Fortalecimento da capacitação institucional para manejo e monitoramento dos estoques de carbono e da biodiversidade.

Componente 2: Incremento dos estoques de carbono na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Componente 3: Incremento da efetividade e sustentabilidade financeira das unidades de conservação no corredor Sudeste da Mata Atlântica do Brasil (INEA, 2019a):

O investimento é de por volta de 219,5 milhões de dólares não reembolsáveis, incluindo recursos de contrapartida aplicados pelos estados e fundos nacionais. O programa aprovado pelo GEF consta de quatro ações associadas à gestão ambiental, formação de pessoas e recomposição florestal. Os resultados esperados são:

1.1. Melhorar a gestão de áreas protegidas e corredores novos e existente, visando estabelecer 3 novas áreas protegidas estabelecidas e cobertura de 65.000 ha de ecossistemas anteriormente desprotegidos, incluindo novos corredores da mata Atlântica, e melhoria no gerenciamento e infraestrutura em uma rede de unidades de conservação dos três estados

2.1. Aumento de paisagens de gestão sustentável que integram a conservação da biodiversidade, através de implantação de programa piloto para certificação de pequenos produtores que operam em zonas de amortecimento de UC (incluindo gestão sustentável, como a RDS, APA, RESEX) com práticas de manejo sustentável.

5.1. Estabelecimento de Sistema de monitoramento de estoque de carbono

5.2. Restauração e melhoria dos estoques de carbono em florestas e áreas sem cobertura florestal, objetivando alcançar 25.800 ha em florestas e áreas sem cobertura florestal sob boas práticas de manejo.

1.3. Adoção de boas práticas de gestão por atores econômicos relevantes através com a consolidação de 3 sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) estabelecidos (GEF, 2012)

O projeto Conexão Mata Atlântica até o ano de 2019 já reconheceu e recompensou 448 produtores rurais prestadores de serviços ambientais, que permitiram a conservação de 5,5 mil hectares de Mata Atlântica.

No Estado do Rio de Janeiro, o projeto abrange seis municípios em áreas estratégicas para a manutenção dos fragmentos florestais de Mata Atlântica e preservação dos recursos hídricos que compõem as regiões hidrográficas do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana e Médio Paraíba do Sul. As áreas estão distribuídas pelas mesorregiões Noroeste e Sul Fluminense. No Noroeste Fluminense estão sendo contemplados áreas nos

municípios de Italva (microbacia Córrego Coleginho/Olho D'água), Cambuci (microbacias Valão Grande, Córrego Caixa D'água/Valão Grande II), Varre-Sai (microbacia Varre-Sai) e Porciúncula (microbacia Ouro). Na região Sul Fluminense serão contemplados os municípios de Valença e Barra do Pirai (microbacia Rio das Flores). Até a conclusão do projeto, previsto para 2021, a meta é alcançar 1.500 ha de conservação de floresta nativa, 750 ha de restauração florestal e 1.500 ha de conversão produtiva (INEA, 2018).

No primeiro edital fluminense, em março de 2018, foram homologadas 165 propostas de 155 produtores, com a contratação de 1.773 hectares de florestas nativas totalizando mais de 1 milhão de reais anuais de pagamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Municípios beneficiados pelo PSA através do edital 2018 do projeto Conexão Mata atlântica no Estado do Rio de Janeiro

Município	Nº de propostas habilitadas	Conservação (ha)	Restauração (ha)	Conversão produtiva (ha)
Barra do Pirai	9	89,96	4,6	1,51
Cambuci	21	297,29	10,21	0
Italva	28	236,39	4,68	0,15
Porciúncula	37	190,66	10,6	12,99
Valença	30	555,71	226,35	3,55
Varre-Sai	39	403,52	12,46	24,73
Total	164	1.773,53	268,56	42,93

Fonte: (Programa Rio Rural, 2018)

O primeiro repasse foi feito durante as comemorações do Dia Nacional da Mata Atlântica, 27 de maio de 2019. O próximo edital do projeto está previsto para ser publicado no segundo semestre de 2019 (Brasil, 2019; FINATEC, 2018b; INEA, 2019b).

O projeto prevê a formação dos atores envolvidos no projeto de PSA, como os produtores que em fevereiro de 2019 receberam formação sobre boas práticas agrícolas e pecuárias integradas à preservação do meio ambiente, e sobre novas formas de atividades econômicas baseadas em produtos da biodiversidade. O ensino formal pela Educação Ambiental também teve alcance. A Escola Municipal Glicério Salles em Italva foi alvo de ação de educação ambiental com o plantio de 180 mudas de espécies nativas da Mata Atlântica (FINATEC, 2019a, 2019b).

4.3. Captura de CO₂ e Pagamento por Serviços Ambientais e Educação Ambiental

Partindo do notório conhecimento da predominância da matriz energética nacional associadas aos combustíveis fósseis, e a produção dos gases do efeito estufa em decorrência de sua queima para produção de trabalho e fornecimento de serviços, é desejado pela sociedade o desenvolvimento de projetos com base na recomposição florestal com vias a mitigação dos impactos gerados na emissão de GEEs.

Os dois projetos de PSA compreendem mais de umas das quatro categorias de serviços ambientais, segundo Wunder *et al* (2009): retenção ou captação de carbono; conservação da biodiversidade; conservação de serviços hídricos e conservação de beleza cênica.

O projeto de PSA “Olhos D’Água” em Carapebus/RJ, apesar de iniciado por meio de programa de PSA hídrico adquiriu forte características da modalidade “Floresta”, visto a recuperação de áreas de preservação permanente com plantio total, enriquecimento de áreas com baixa densidade de cobertura, e preservação de

áreas já estabelecidas.

O projeto Conexão Mata Atlântica já traz em seu bojo as premissas de recomposição florestal e incremento de estoques de carbono em áreas privadas e de unidades de conservação.

Observação deve ser feita a unidade de planejamento das ações comum aos dois projetos, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

As duas ações de PSA vem a fortalecer a fixação do dióxido de carbono presente na atmosfera pelo desenvolvimento de espécies florestais nos diversos estágios de sucessão ecológica, além de permitir a disponibilização dos inúmeros serviços ambientais associados à cobertura vegetal recomposta.

A educação ambiental vem integrar os dois projetos, atuando principalmente na modalidade não-formal pela conscientização de todos os atores envolvidos nos dois processos de estabelecimento e manutenção de biodiversidade. Nesse contexto, não apenas o serviço ambiental de regulação do clima é fortalecido, mas todos os demais, com a perspectiva de ampliação de territórios e continuidade.

5. Considerações finais

A região vem se estruturando no tocante ao fortalecimento da preservação ambiental, e novas iniciativas de recuperação e da cobertura vegetal, e preservação de remanescentes florestais, precisam ser incentivadas, a exemplo dos projetos de PSA e criação das unidades de conservação.

A política pública de PSA do município de Italva é um potencial a ser explorado no Noroeste Fluminense, a exemplo da lei instituída em Carapebus que estimulou a tramitação de projeto de lei similar em Campos dos Goytacazes.

Nesse contexto podem ser somadas as ações dos executivos municipais de Varre-Sai, Porciúncula, Aperibé e Campos dos Goytacazes no apoio à criação, reconhecimento local e auxílio financeiro a Reservas Particulares do Patrimônio Natural, bem como a criação dos Sistemas Municipais de Conservação da Biodiversidade por Aperibé, Varre-Sai e mais recentemente em Campos dos Goytacazes.

A implantação de empreendimentos de médio a grande porte, bem como a ampliação de parques industriais, geram consideráveis valores de compensação ambiental, que poderiam ser investidos de forma mais direta em ações de preservação e/ou conservação de áreas cobertas, e recomposição florestal.

Vale destaque as iniciativas do estado do Rio Janeiro do Banco Público de Áreas para Restauração - BANPAR e do Programa de Apoio às Unidades de Conservação Municipais – ProUC, buscando promover o aumento da cobertura da área da porção da mata Atlântica fluminense.

6. Referências

Alcamo, J. *et al.* (2003) **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington: Island Press. Disponível em: http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf. Acessado em: 04/05/2019.

Alexander, L. V., *et al.* Summary for Policymakers. (2013) In Stocker, T. F., Quin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V & Midgley, P.M. (Eds.) **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.

Alves, D. (2008) **Sequestro e Armazenamento de CO₂ – Aplicação da tecnologia em Portugal**. Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que 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**, 09 de jan. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acessado em: 04/05/2019. 1997.

BRASIL. Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000, que dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Florestas - PNF, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** (Edição extra), 22 de abr. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3420.htm. Acessado em: 04/05/2019. 2000

Brasil, C. I. (2019) Produtores rurais recebem Pagamentos por Serviços Ambientais: Agricultores fazem parte do projeto Conexão Mata Atlântica. Rio de Janeiro, 27 de maio. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-05/produtores-rurais-recebem-pagamentos-por-servicos-ambientais>. Acessado em: 4 de maio.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. (2019) PAP Online - **Relatório de Ficha do Projeto - PSA Hídrico – ECOANZOL**. Resende, RJ. Disponível em: <http://www.sigaceivap.org.br:8080/ceivap-gepro/relatorios/relatorioFicha.html?p=312>. Acesso em: 04/05/2019

Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Boop, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., Defries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Quéré, C. L., Myneni, R. B., Piao, S. & Thornton, P. (2013) Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In Stocker, T. F., Quin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (Eds.) **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.

Costa, V. C. S. P.A. & Alves, J. E. D. (2014, novembro) A Regulação das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil no Contexto da Governança Global do Clima. **Anais do Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, São Paulo, SP, Brasil, 19.

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. & Belt, M. V. D. (1997, maio). The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, 387, 253-260.

Dias, M. A. F. S. (2006) Efeito estufa e mudanças climáticas regionais. **Revista USP**, 71, 44-51.

Forest Trends, Grupo Katoomba & Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. (2008) **Pagamentos por Serviços Ambientais: um manual sobre como iniciar**. Nairobi: Forest Trends, Grupo Katoomba, PNUMA, 2008.

Fumi, M. (2018) **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf. Acessado em: 09/05/2019.

FINATEC - Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos. (2018a) **Edital de Seleção Pública Nº 002/2018 - Projeto Recuperação e Proteção dos Serviços Relacionados ao Clima e à Biodiversidade no Corredor Sudeste da Mata Atlântica do Brasil - Projeto Conexão Mata Atlântica Pagamento por Serviços Ambientais – PSA Modalidade Uso Múltiplo**. 26 de março. Disponível em:

http://www.finatec.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/edital_PSA_002_2018.pdf. Acessado em: 30/05/2019

FINATEC - Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos. (2018b) **Termo de Homologação e Adjução Seleção Pública nº 002/2018**. Brasília, DF, 3 de outubro. Disponível em: http://www.finatec.org.br/site/wp-content/uploads/2018/10/edital_PSA_002_2018_termo_homologacao.pdf. Acessado em: 30/05/2019.

FINATEC - Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos. (2019a) Projeto Conexão Mata Atlântica, apoiado pela Finatec, participa de ação da Emater para plantio de mudas em Italva. Brasília, DF, 12 de junho. Disponível em: <http://www.finatec.org.br/noticias/conexao-mata-atlantica-plantio-de-mudas-em-italva>. Acessado em: 20/07/2019.

FINATEC - Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos. (2019b) Projeto Mata Atlântica, apoiado pela Finatec, capacitará produtores rurais para boas práticas agrícolas e pecuárias integradas à preservação do meio ambiente. Brasília, DF, 15 de fevereiro. Disponível em: <http://www.finatec.org.br/noticias/projeto-mata-atlantica-apoiado-pela-finatec-capacitara-produtores-rurais-para-boas-praticas-agricolas-e-pecuarias-integradas-a-preservacao-do-meio-ambiente>. Acessado em: 20/07/2019.

GEF - Global Environment Facility. (2012, novembro) **Project Identification Form (PIF) - Brazil: Recovery and protection of climate and biodiversity services in the Paraíba do Sul basin of the Atlantic Forest of Brazil**. Washington. Disponível em: https://www.thegef.org/sites/default/files/project_documents/PIF_Mata%2520Atlantica_04092012_clean_0.pdf. Acessado em: 10/05/2019.

Guedes, F. B., Seehusen, S. E. (2011) **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. (Série Biodiversidade, 42) Brasília: MMA. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf. Acessado em: 09/05/2019.

IEA - International Energy Agency. (2007) **Near-term opportunities for carbon dioxide capture and storage**. Paris: OECD/IEA. Disponível: <https://webstore.iea.org/near-term-opportunities-for-carbon-dioxide-capture-and-storage-2006>. Acessado em: 10/05/2019.

IEA - International Energy Agency. (2008) CO₂ Capture and Storage- A key carbon abatement option. Paris: OECD/IEA.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. (2018) Inscrições no Projeto Conexão Mata Atlântica são prorrogadas até 31 de agosto. Rio de Janeiro. 4 de julho. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Noticias/INEA0171988>. Acessado em: 09/05/2019.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. (2019a) Conexão Mata Atlântica. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2a8b5c83f8f94676b1aaa13f601218fd>. Acessado em: 09/05/2019.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. (2019b) Governador Wilson Witzel, secretária Ana Lúcia Santoro e o presidente do Inea, Claudio Dutra, entregam cheque de mais de R\$ 1 milhão em incentivos para produtores rurais do estado. Rio de Janeiro, 28 de maio. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/governador-wilson>

witzel-secretaria-ana-lucia-santoro-e-o-presidente-do-inea-claudio-dutra-entregam-cheque-de-mais-de-r-1-milhao-em-incentivos-para-produtores-rurais-do-estado/. Acessado em: 10/05/2019.

Junges, A. L., Santos, V. Y. & Massoni, N. T. (2018, novembro) Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, (13) 5, 126-151. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID531/v13_n5_a2018.pdf. Acessado em: 10/05/2019.

Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A., Peterson, T. & Prather, M. (2007) Historical Overview of Climate Change. In Solomon, S., Quin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, H. L. (Eds.). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. New York; Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg1-chapter1.pdf>. Acessado em: 10/05/2019.

Martins, D. L. & Ribeiro, J. C. J. (2015, julho-dezembro) Pagamento por serviços ambientais: programa Bolsa Verde, política pública implementada no estado de Minas Gerais. **Revista do Curso de Mestrado da Universidade Católica de Brasília**, (9)2, 304-329.

Mekonnen H. D. & Sintayehu W. D. (2018) The Role of Biodiversity and Ecosystem Services in Carbon Sequestration and its Implication for Climate Change Mitigation. **International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources**, (11)2, 1-10.

Miranda, J. L., Moura, L. C., Ferreira, H. B. P. & Abreu, T. O (2018) Antropoceno e o CO₂: Processos de Captura e Conversão. **Revista Virtual de Química**, (10)6, 1915-1946.

Nobre, C. A., Reid, J. & Veiga, A. P. S. (2012) **Fundamentos científicos das mudanças climáticas**. São José dos Campos: Rede Clima/INPE.

Nusdeo, A. M. O. (2013) Pagamento por serviços ambientais. Do debate de política ambiental à implementação jurídica. In Lavratti, P. & TEJEIRO, G. (Org.) **Direito e mudanças climáticas: Pagamento por Serviços Ambientais, fundamentos e principais aspectos jurídicos**. (Direito e Mudanças Climáticas; 6). São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde. Disponível em: http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20131201182658_5649.pdf. Acessado em: 13/05/2019.

Peixoto, M. (2011), Pagamentos por Serviços Ambientais: Aspectos teóricos e proposições legislativas. **Textos para Discussão**, 105. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/226396>. Acessado em: 09/05/2019.

Programa Rio Rural. (2018). **Parceira do Rio Rural traz mais apoio ao campo e investimento ao produtor**. Rio de Janeiro, 26 de setembro. Disponível em: <http://www.microbacias.rj.gov.br/pt/noticia/1130/parceira-do-rio-rural-traz-mais-apoio-ao-campo-e-investimento-ao-produtor>. Acessado em: 26/07/2019.

Reis, J. V. (2015) Pagamento por serviços ambientais: instrumento de incentivo à preservação ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, (2)3, 79-87. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v2n3/v02n03a01.pdf>. Acessado em: 10/05/2019

Rodrigues, L. P. O. S. (2010) Serviços ambientais, populações tradicionais e economia ambiental – o Projeto de Lei Federal n. 5586/2009 que trata dos projetos de REDD e o exemplo amazonense. In Lavratti, P. & Prestes, V. B. Direito e mudanças climáticas: serviços ecológicos (Direito e Mudanças Climáticas; 3). São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde. Disponível em:

http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20131201182409_7277.pdf.

Acessado em: 13 maio de 2019.

Salles, L. F. (2018a) Produto 10.3 - Plano Executivo de Restauração - PER das propriedades: Sítio Estrela, Sítio Nossa Senhora da Conceição, Sítio Santa Elisa, Sítio Dois Irmãos, Sítio Rio das Pedras, Maitaca Sobral Botafogo, Sítio Barreiros, Sítio Córrego Grande e Sítio São Pedro - Projeto “Olhos d’Água” – Carapebus/RJ. Campos dos Goytacazes: CEIVAP.

Salles, L. F. (2018b) Produto 11.1 – Relatório consolidado dos Planos Executivos de Restauração (PERs) - Projeto “Olhos d’Água” – Carapebus/RJ. Campos dos Goytacazes: CEIVAP. Disponível em:

http://www.sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_115-2015_P11.pdf.

Acessado em: 04/05/2019.

Scarpinella, G. D. A. (2002). **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. Orientador: José Manoel Vasconcelos Martins. 182. 2002. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Seixas, J., Fortes, P., Dias, L., Carneiro, J., Mesquita, P., Marques, F., Fernandes, V., Helseth, J., Ciesielska, J. & Whiriskey, K. (2005) **Captura e armazenamento de CO₂ em Portugal: uma ponte para uma economia de baixo carbono**. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Silva, R. W. C. & Paula, B. L. (2009) Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terrae Didática**, (1)5, 42-49.

Specker, S. (2007) **Electricity Technology in a Carbon-Constrained Future**. Electric Power Research Institute. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/7_hannegan_us.pdf. Acessado em: 10/05/2019.

UNFCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2006, março). **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its first session, held at Montreal from 28 November to 10 December 2005 Addendum Part Two: Action taken by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol at its first session**. Montreal. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a03.pdf>. Acessado em: 22/05/2019.

Wunder, S. (2005) Payments for environmental services: Some nuts and bolts. **Occasional Paper Jacarta**, 42. Disponível em: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf. Acessado em: 12/02/2018.

Wunder, S. (Coord.), Börner, J., Tito, M. R. & Pereira, L. (2009) **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. (2. ed., rev.) (Série Estudos, 10) Brasília: MMA. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/168/_publicacao/168_publicacao17062009123349.pdf. Acessado em: 20/05/2019.