



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro¹

RIO DE JANEIRO
CST EM GESTÃO AMBIENTAL

CARLA DE ALMEIDA LUBANCO

**O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE ESTOQUE DE CARBONO
PRESTADO PELOS REMANESCENTES FLORESTAIS DE MATA
ATLÂNTICA DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE NITERÓI
(PARNIT) - RJ**

RIO DE JANEIRO
2019

CARLA DE ALMEIDA LUBANCO

**O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE ESTOQUE DE CARBONO PRESTADO PELOS
REMANESCENTES FLORESTAIS DE MATA ATLÂNTICA DO PARQUE NATURAL
MUNICIPAL DE NITERÓI (PARNIT) - RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo Gestão Ambiental.

Ficha catalográfica elaborada por
Anderson Morais Chalaça
CRB7 5661

L926s Lubanco, Carla de Almeida.

O serviço ecossistêmico de estoque de carbono prestado pelos remanescentes florestais da Mata Atlântica do parque natural municipal de Niterói (PARNIT) - RJ. / Carla de Almeida Lubanco. – Rio de Janeiro, 2019.
64 f.; 21 cm.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Gestão de Segurança de Alimentos e Qualidade Nutricional) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2019.

Orientadora: Prof.^a Dr.^o Gustavo Simas Pereira.

1. Serviços Ambientais. 2. Serviços Ecossistêmicos. 3. Estoque de Carbono. I. Pereira, Gustavo Simas. II. Título.

IFRJ/CMAR/CoBib

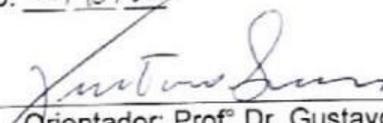
CDU 502

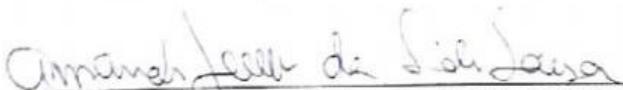
CARLA DE ALMEIDA LUBANCO

**O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE ESTOQUE DE CARBONO PRESTADO PELOS
REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL
DE NITERÓI (PARNIT) - RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia) apresentado ao Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro, como
requisito parcial para a obtenção do grau
de Tecnólogo Gestão Ambiental.
Orientador: Profº Dr. Gustavo Simas
Pereira

Data da Aprovação: 24/12/2019


Orientador: Profº Dr. Gustavo Simas Pereira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)


M. Sc. Amanda Jevaux da Silva de Souza
Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade (Prefeitura de
Niterói)


Profª Dra. Maria Gabriela Podcameni
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

RIO DE JANEIRO
2019

Ao meu anjo na terra e ao meu anjo no céu.

AGRADECIMENTOS

Agradeço com todo meu coração aos meus pais João Carlos e Zeni, que fizeram meus sonhos possíveis. Papai, obrigada por me incentivar todos os dias e por me fazer sentir a filha mais amada do mundo, obrigada por sempre me dizer “I Love my life because my life is you”. E mãe, mesmo sabendo que não estás mais aqui para receber esta homenagem, eu lhe agradeço imensamente por me amar incondicionalmente e por ter sido uma mãe exemplar em todos os sentidos. Como você mesma disse, estaremos sempre unidas em pensamento e a distância nunca irá nos separar. Nosso amor é infinito e ultrapassa dimensões. Te amo, te amo e te amo.

Carlinhos, meu amor, obrigada por todo carinho e paciência que vem dedicado a mim nos últimos anos, obrigada por me apoiar a cada trabalho ou prova, por ser um dos maiores incentivadores dos meus sonhos e por me emprestar sua mãe as vezes. Um reconhecimento especial também a grandes amigas que estão comigo, algumas a mais tempo, outras nem tanto, mas de todas as formas estiveram nessa caminhada: Clau, Amandinha, Lana, Thai, Daniela, Ana's (Paula e Carol) e Virgínia.

Agradeço aos meus irmãos André e Thiago por serem meus motivadores e eternos amigos, aos meus avós, a minha madrinha (Islaine) por ser minha maior referência de vida. Também sou grata ao auxílio dos meus tios e primos, em especial a Tia Gleice que foi suporte e exemplo em inúmeros sentidos para mim e minha prima Verônica (Veva) por sempre estar comigo. Agradeço também a Regina, que foi como uma segunda mãe e me ensinou tremendas lições de vida e a minha irmãzinha de coração, Jack.

O IFRJ (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro) foi muito mais do que somente um local de aprendizado, ele me deu um novo motivo de vida, me deu o Norte que eu precisava para seguir em frente. Desde a infância o meu sonho era ajudar as pessoas e percebo que hoje posso ajudar, além das pessoas, a todos os seres, então, o “IF” reviveu em mim o meu propósito.

No primeiro período dessa longa jornada eu conheci uma das maiores referências profissionais para mim, o Professor Gustavo Simas, que além de excelente professor se tornou um amigo, um conselheiro de vida e, com toda certeza,

devo a ele todos os méritos que tive durante a graduação e os futuros. Agradeço-lhe imensamente por todo conhecimento passado e carinho atribuído.

Agradeço muito a companhia, amor e aprendizado vivido com as minhas meninas (Andressa, Mariana e Tati), minha turma querida e aos meus “Leo’s” (Leo de Jesus e Leo Aguiar) por serem todo o suporte que eu necessitava para passar por difíceis obstáculos. Não posso deixar de fora, também, professores muito queridos (Carla Santi, Gabriela Podcameni, Guilherme, Lilian e Simone Lorena) vocês são uma referência de professores e de pessoas para mim.

“É preciso ter coragem para ser imperfeito.”

Brené Brown

RESUMO

Lubanco, Carla de Almeida. **O Serviço Ecosistêmico de Estoque de Carbono Prestado Pelos Remanescentes Florestais de Mata Atlântica do Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) – RJ** Trabalho de Conclusão de Curso (monografia). Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2019.

Devido às emissões antropogênicas de dióxido de carbono e outros poluentes o clima está sendo drasticamente afetado podendo-se atribuir o termo "Antropoceno" para caracterizar esta época geológica moldada pela ação humana. Uma das grandes fontes de regulação climática do planeta são as florestas pois, através da fotossíntese as árvores conseguem sequestrar e estocar carbono em sua biomassa. As unidades de conservação exercem, portanto, um papel fundamental no combate às mudanças climáticas do planeta, além de conservarem *in situ* frações dos biomas brasileiros, proteger a biodiversidade e, conseqüentemente, outros serviços ecosistêmicos resultantes das interações do meio ambiente. Isto posto, o presente trabalho tem como objetivo valorar o serviço ecosistêmico de estoque de carbono prestado pelos remanescentes florestais de Mata Atlântica do Parque Natural de Niterói (PARNIT). Dessa forma, foram identificadas as unidades de conservação, com enfoque na caracterização da fitofisionomia presente nos remanescentes florestais do PARNIT, para estimar quantidade de carbono que as árvores dispostas nesta tipologia de floresta de Mata Atlântica conseguem reter em sua biomassa. Logo, pode-se mensurar a quantidade total do estoque de carbono presente no PARNIT e valorá-la economicamente. Os resultados foram que o PARNIT possui estocados em sua biomassa aérea (acima e abaixo do solo) e solo, um total de 76.367,32 toneladas de carbono florestal conservado, e sua contribuição econômica sendo estimada em R\$ R\$ 8.675.327 milhões de reais. Dessa forma, alocar recursos em unidades de conservação pode ser entendido como investimento, visto que existe um grande potencial de retorno da qualidade ambiental e financeiro. Somente com esta visão poderemos remediar as conseqüências do clima para o futuro e garantir que as próximas gerações tenham acesso a toda essa magnitude da natureza, bem como qualidade de vida por meio do usufruto dos serviços ecosistêmicos proporcionados pelo meio ambiente.

Palavras-chave: Unidades de conservação. Valoração ambiental. Serviços ecosistêmicos. Estoque de Carbono. Niterói.

ABSTRACT

Lubanco, Carla de Almeida. **The Ecosystem Carbon Stock Service Provided by the Atlantic Forest Remnants of the Municipal Natural Park of Niterói (PARNIT) - RJ** Course Conclusion Paper (monograph). Higher Course of Technology in Environmental Management, Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ), Rio de Janeiro Campus, Rio de Janeiro, RJ, 2019.

Because of anthropogenic emissions of carbon dioxide and other pollutants the climate is being drastically affected and the term "Anthropocene" can be attributed to characterize this geological time shaped by human action. One of the great sources of climate regulation on the planet are forests because through photosynthesis trees can hijack and stock pile carbon in their biomass. Conservation units therefore play a key role in combating the planet's climate change, in addition to conserving the locations of Brazilian biomes, protecting biodiversity and, consequently, other ecosystem services resulting from interactions of the environment. This post, the present work aims to value the ecosystem service of carbon stock provided by the forest remnants of Atlantic Forest of the Natural Park of Niterói (PARNIT). Thus, conservation units were identified, focusing on the characterization of phytophysionomy present in parnit forest remnants, to estimate the amount of carbon that the trees arranged in this forest typology of Mata Atlantic scans can hold on to their biomass. Therefore, the total amount of carbon stock present in PARNIT can be measured and economically valued. The results were that PARNIT has stocked in its aerial biomass (above and below the soil) and soil, a total of 76,367.32 tons of conserved forest carbon, and its economic contribution being estimated at R\$ 8,675,327 million reais. Thus, allocating resources in conservation units can be understood as an investment, since there is a great potential for the return of environmental and financial quality. Only with this vision can we remedy the consequences of the climate for the future and ensure that the next generations have access to all this magnitude of nature, as well as quality of life through the enjoyment of the ecosystem services provided by the Environment.

Keywords: Conservation units. Environmental valuation. Ecosystem services. Carbon stock. Niteroi.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	Erro! Indicador não definido.
2. OBJETIVOS	Erro! Indicador não definido.
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO	Erro! Indicador não definido.
3.1 FORMAS DE INTERAÇÃO HUMANA COM A MATA ATLÂNTICA DESDE O PERÍODO PRÉ-COLONIAL E CONSOLIDAÇÃO DA NATUREZA COMO ENTRAVE AO DESENVOLVIMENTO.....	15
4. METODOLOGIA	Erro! Indicador não definido.
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	Erro! Indicador não definido.
5.1 APRESENTAR AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE NITERÓI E DOS REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA DO PARNIT.....	28
5.2 MENSURAR O ESTOQUE DE CARBONO PRESTADO PELACOBERTURA VEGETAL DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DENITERÓI (PARNIT).....	39
5.3 VALORAR ECONOMICAMENTE DO ESTOQUE DE CARBONO PRESTADO PELA COBERTURA FLORESTAL DO PARNIT.....	47
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	Erro! Indicador não definido.
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

A rápida expansão da humanidade em números e a crescente exploração de recursos finitos da Terra em ritmo acelerado é uma equação que fecha no negativo. Nos últimos três séculos, a população aumentou dez vezes, chegando a 7,5 bilhões atualmente, mas podendo ultrapassar os 10 bilhões de pessoas ainda neste século. A produção de gado cresce vertiginosamente, sendo uma das principais causas da degradação das florestas tropicais, liberando dióxido de carbono para atmosfera e colocando em extinção cada vez mais espécies. A construção de barragens e o desvio de rios tornaram-se comuns. Mais que metade de toda a água doce acessível é usada pela humanidade e cerca de 30 a 50% da superfície terrestre do planeta é explorado por seres humanos. Bem-vindos ao antropoceno, a era geológica dos humanos (CRUTZEN, 2002).

Como descrito acima, as ações antropogênicas vem provocando inúmeras alterações na paisagem terrestre nos últimos séculos e mais recentemente tem contribuído significativamente para o aumento da emissão de GEE (Gases de Efeito Estufa) causando o aquecimento global e as mudanças climáticas. De acordo com Medeiros e Young (2011), no caso do Brasil as maiores emissões de GEE são derivadas pelo desmatamento, portanto a proteção de florestas, desenvolve um papel fundamental em qualquer iniciativa de combate às mudanças climáticas. Logo, as principais formas para diminuir a emissão de GEE, constitui-se na redução das taxas de desmatamento e de queima de biomassa vegetal, melhor utilização do solo e na ampliação das estratégias de sequestro do carbono pelo solo e pelas florestas (CARVALHO *et al*, 2009).

Uma das grandes fontes de regulação climática do planeta são as florestas pois, a fotossíntese faz com que os ecossistemas florestais operem como sumidouro do carbono atmosférico, desta forma a destruição das florestas atuam como um incremento para o desequilíbrio do clima e consequente aquecimento global. Tal cenário evidencia a importância da conservação das florestas, bem como recuperação de áreas degradadas, com o intuito de intensificar o sequestro e estoque de carbono por parte da vegetação e do solo (AZEVEDO *et al*, 2018).

Dentre os gases de efeito estufa (Metano, Vapor d'água, Óxido Nitroso) o principal é o gás carbônico (CO₂) que permeia entre quatro principais estoques de carbono: a atmosfera, os oceanos, os depósitos de combustíveis fósseis e a biomassa terrestre e do solo. A problemática desta questão consiste no fato de que grande parte do carbono encontrado no planeta está concentrado na atmosfera, intensificando o efeito estufa (YU, 2004).

A troca que ocorre no ciclo do carbono entre a biomassa vegetal e a atmosfera, pode ser caracterizado como um serviço ecossistêmico, pois, os serviços ecossistêmicos são produtos resultantes das dinâmicas entre o meio biótico e abiótico dos ecossistemas, que satisfazem as necessidades humanas direta ou indiretamente (ODUM, 2004).

Os serviços ecossistêmicos são o resultado interações da natureza ocasionando benefícios para as pessoas, sendo vitais para a qualidade de vida e atividades econômicas. A classificação mais recente dos serviços ecossistêmicos são: provisão que estão associados com a competência da natureza em oferecer bens (alimentos, madeira, fibras, etc); regulação resultantes dos processos naturais que regulam o meio ambiente e dão base para a vida (controle de enchentes e erosão, purificação do ar e regulação do clima, por exemplo); e culturais oferecendo benefícios recreacionais, estéticos e culturais, como por exemplo, beleza cênica. O serviço de suporte, agora, passa a ser visto como uma função ecossistêmica (processos ecológicos como produção de oxigênio atmosférico, ciclagem de nutrientes, formação e retenção de solos e ciclagem da água) que são necessárias para a produção de todos os demais serviços ecossistêmicos. Enquanto que os serviços ambientais são as atividades humanas auxiliam na conservação do meio ambiente e conseqüentemente na manutenção dos serviços ecossistêmicos, por exemplo, reflorestamento na beira de rios favorecendo o serviço de regulação do fluxo de água (SEEHUSEN *et al*, 2019; MMA, 2019).

Uma das maiores causas de degradação dos ecossistemas florestais, conseqüentemente, dos serviços ecossistêmicos prestados pela natureza é o desflorestamento. Dessa forma, o fortalecimento de áreas protegidas fornece proteção não somente a biodiversidade mas, também, garante a qualidade de vida para a sociedade como um todo (MEDEIROS e YOUNG, 2018).

No Brasil o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) é responsável pela “conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais” (BRASIL, 2000). Por intermédio das unidades de conservação, consegue-se proteger *in situ* a biodiversidade local e conservar, conseqüentemente, os serviços ecossistêmicos resultantes das interações do meio ambiente.

Por conseguinte, percebe-se a importância da criação e manejo correto de unidades de conservação, não somente para a biodiversidade mas, também, como uma ferramenta para a manutenção da qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. As unidades de conservação brasileiras regidas pelo SNUC podem ser divididas em dois grupos principais proteção integral e uso sustentável (dentro destas existem outras categorias), sendo seus objetivos:

O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei e, das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. (BRASIL, 2000, Art. 7°).

. Segundo Norman Myers (1988, 1990) em seus estudos sobre biodiversidade, verificou que as áreas com as maiores diversidade de espécies estão fortemente ligadas à destruição de habitat, e denominou estas regiões de *hotspots*, que são o cruzamento entre uma elevada concentração de espécies não encontradas em nenhuma outra parte e de níveis absurdamente elevados de degradação ambiental. No caso do bioma da mata atlântica, considerada como um dos *hotspots* do Brasil, onde abrigam-se diversas espécies endêmicas que são substancialmente afetadas pelas atividades antropogênicas, a proteção destas regiões é fundamental, pois além de milhões de pessoas viverem em situação de vulnerabilidade social, inúmeras espécies partilham a luta pela sobrevivência (GALINDO e LEAL, 2005). Posto isto, o fortalecimento das áreas protegidas neste bioma é de suma relevância para a conservação da biodiversidade existente, bem como pela prestação de serviços ecossistêmicos, regulação climática, além benefícios sociais e econômicos para a sociedade.

O Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) criado pelo Decreto N° 11.744/2014 no município de Niterói (RJ) é constituído por remanescentes de Mata

Atlântica que é regido pela Lei Federal Nº 11.428/2006 e o Decreto Federal Nº 6.660/2008 na qual impõe “severas restrições para remoção de florestas primárias e secundárias nos estágios médio e avançado de regeneração”, sendo este bioma fortemente afetado ao longo dos anos de colonização do país, estando atualmente com diversos trechos de mata em estágio secundário. Porém, tais trechos de floresta em estágio secundário podem ser tidos com impacto global positivo, devido suas implicações no sequestro de carbono e estoque em sua biomassa (OLIVEIRA, 2011).

O PARNIT é uma unidade de conservação que possui remanescentes florestais de Mata Atlântica, logo “estimar a contribuição em termos de sua capacidade de reduzir as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) por desmatamento evitado” (MEDEIROS e YOUNG, 2018) é uma estratégia fundamental a ser feita, para visualizar o impacto positivo que a criação e manutenção de áreas protegidas refletem na sociedade, não sendo somente em forma intrínseca na qualidade ambiental, mas, também, nos benefícios econômicos que podem vir a fornecer para o município de Niterói, no Rio de Janeiro, gerando argumentos para as autoridades públicas e sociedade em geral investirem mais na conservação do meio ambiente.

Portanto, a valoração do serviço ecossistêmico de estoque de carbono dos remanescentes florestais de Mata Atlântica do Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) possibilita a sociedade usufruir de um meio ambiente equilibrado, não somente pelo serviço a ser estudado, como também todos os outros serviços ecossistêmicos promovidos pela conservação ambiental desta UC. Ademais, os benefícios econômicos que esta interação ecossistêmica promove, vai muito além do valor estimado, pois: favorecem a prevenção de possíveis gastos com saúde pública; limpeza de corpos hídricos devido a diminuição do assoreamento de encostas; redução dos riscos de desastres ambientais como enchentes; e a promoção da educação ambiental que irá permitir que esta e as futuras gerações invistam na proteção ambiental.

2. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Valorar o serviço ecossistêmico de estoque de carbono prestado pela cobertura vegetal remanescente de Mata Atlântica do Parque Natural Municipal de Niterói (RJ).

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para valorar o serviço ecossistêmico de estoque de carbono será necessário:

- i) Apresentar as Unidades de Conservação de Niterói e os remanescentes de vegetação florestal de Mata Atlântica do PARNIT;
- ii) Mensurar o estoque de carbono conservado prestado pela cobertura florestal remanescente de Mata Atlântica do PARNIT;
- iii) Valorar economicamente do estoque de carbono prestado pela cobertura florestal do PARNIT.

3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 FORMAS DE INTERAÇÃO HUMANA COM A MATA ATLÂNTICA DESDE O PERÍODO PRÉ-COLONIAL E CONSOLIDAÇÃO DA NATUREZA COMO ENTRAVE AO DESENVOLVIMENTO

Historicamente o ser humano pode ser apontado como um dos agentes transformadores do Planeta, interferindo nos cursos e reservas de inúmeros elementos químicos, no balanço energético da crosta terrestre, nos processos erosivos na litosfera e ocasionando à extinção em massa da biodiversidade, equiparando-se a eventos geológicos do passado (STEFFEN *et al*, 2007). Esta herança do passado compromete diversos processos dos ecossistemas, influenciando a estrutura da vegetação, a ciclagem de nutrientes e, inclusive, o clima.

Principalmente nos últimos três séculos, os efeitos de seres humanos no ambiente global tomaram maiores proporções. Devido a emissões antropogênicas de dióxido de carbono, o clima está sendo drasticamente afetado e parece apropriado atribuir o termo "Antropoceno", época geológica moldada pela ação humana, complementando o Holoceno. Pode-se dizer que o antropoceno começou na última parte do século XVIII, quando análises de ar preso no gelo polar mostrou o início do crescimento das concentrações de dióxido de carbono e metano. Esta data também coincide com o design do motor a vapor de James Watt em 1784 (CRUTZEN, 2002).

A história ambiental foi citada pioneiramente por Roderick Nash, em que a paisagem deveria ser interpretada como um documento histórico, uma análise plena que combina os aspectos da dimensão humana sobre os ecossistemas, bem como os aspectos físico, químico e biológicos. Dessa forma, a Mata Atlântica pode ser vista como um documento histórico, onde se descreve através da paisagem a interação entre as atividades humanas e o ecossistema. Levando em consideração que as florestas são vistas como territórios, espaços próprios utilizados por povos com diferentes culturas em diferentes épocas, logo socialmente fragmentados e manipulados. Sendo assim, constituem-se os paleoterritórios, ou seja, a etapa antrópica que determina o meio de renovação dos ecossistemas, desse modo a

recuperação da história local e dos supostos usos deste ecossistema pelas populações tradicionais são determinantes para a percepção dos fluxos da floresta (OLIVEIRA e ENGEMANN, 2011).

É notório que o legado ambiental que chegou até nós, atualmente, é resultado das relações de nossos antepassados com o meio. A Mata Atlântica, da maneira como a conhecemos hoje, demonstra, na sua constituição, funcionalidade e estrutura, a consequente dialética da presença de seres humanos, e não da sua ausência. Nos mais diferentes casos relacionados a ocupação do Brasil, em especial a utilização dos ecossistemas florestais se encontra uma considerável quantia de documentos que possibilitam uma reconstrução histórica e corroboram para a constatação de fatos de diversas ações de grupos que vieram a transformar a paisagem da Mata Atlântica, dentre estes grupos as ordens religiosas seriam um grupo em evidência nesse contexto dos processos de uso da floresta. Normalmente, fala-se sobre a intervenção humana mais marcante na Mata Atlântica no período da colonização europeia e seus processos socioecológicos inseridos ao longo do tempo, porém, as populações pré-coloniais com o controle do fogo possuíam uma grande competência para alterar a natureza. É difícil entender a natureza sem os diferentes processos sociais e, mais ainda, compreender a sociedade apartada dos processos ecológicos, tais componentes (sociedade e natureza) formam parte de um sistema mais complexo, como os sistemas socioecológicos (OLIVEIRA e SOLÓRZANO, 2014).

Dentre as possíveis explicações sobre a degradação da Mata Atlântica pelas diferentes atividades de subsistência e econômicas, começa pelo fato de que para a biomassa da floresta era pouco palatável e, mesmo produzindo uma variedade de frutas considerável, estas estavam espalhadas pela floresta, dessa forma quantidade de grutas disponíveis não era o suficiente para abastecer a dieta das populações pré-coloniais. Devido a esse fato, a falta de alimentos suficientes para essas populações tradicionais incentivou a caça de animais e a agricultura coivara (migratória) (OLIVEIRA e SOLÓRZANO, 2014).

A principal ferramenta utilizada neste tipo de agricultura é o fogo, pois é uma ferramenta de baixo custo e apropriada para o foco de regeneração da floresta (RAISON, 1980). A agricultura coivara (técnica agrícola tradicional utilizada em comunidades tradicionais como quilombolas, indígenas, caiçaras e ribeirinhas) é uma

agricultura de subsistência que se utiliza da queima da floresta para fertilizar o solo e realizar a prática da agricultura, porém, a utilização deste solo dura em média 3 anos, pois as nutrientes do solo são esgotados e se torna necessário buscar outro lugar, para realizar a mesma prática, por isso é conhecida também como agricultura migratória. Posteriormente, com a chegada do colonizador europeu, atividades de cultivo da cana-de-açúcar, café, outros cultivos para alimentação da população e a necessidade de lenha como fonte energética para os engenhos de açúcar, foram degradando mais intensamente a floresta atlântica. Dessa forma, os remanescentes florestais que são vistos hoje, sofreram perdas faunísticas, foram desmatados, alguns reflorestados e, atualmente, encontram-se em algum estágio de sucessão ecológica, sendo percebidas marcas da ocupação de seres humanos. Portanto, podem ser caracterizadas como sistemas socioecológicos, na qual a presença e utilização para fins econômicos dos humanos esteve presente em diferentes momentos históricos. Tais demandas, durante os séculos da colonização, deterioraram severamente não somente a paisagem da Mata Atlântica, reduzindo-a de forma considerável, mas também, transformando parte da constituição da floresta com diversas espécies exóticas a esta, bem como o próprio estágio da mesma, sendo atualmente em parte dos remanescentes florestais no estágio secundário (OLIVEIRA e SOLÓRZANO, 2014). Tais formações de floresta em estágio secundário podem ser positivas a nível global devido a capacidade das plantas de sequestrarem carbono (PIUSSI, 2000).

A Mata Atlântica atualmente poder ser considerada como um documento histórico da ocupação humana e dos ciclos econômicos brasileiros, logo, pensar em conservação torna-se uma alternativa para a manutenção da biodiversidade deste bioma considerado como um *hotspot*, além de avaliar a capacidade de carbono que uma área de remanescente florestal de Mata Atlântica consegue incorporar em sua biomassa aérea, pois é fundamental para produção de dados concretos acerca deste serviço ambiental de regulação climática e fornecê-los a aqueles que podem gerar mudanças concretas para a sociedade.

Dessa forma, a Mata Atlântica sofreu tamanha supressão vegetal, diminuindo sua estrutura e conseqüentemente o fornecimento de serviços ecossistêmicos. Estes, por sua vez, são fornecidos pela natureza de maneira silenciosa, sem custos e de forma contínua, trazendo benefícios a humanidade, ainda que a maioria das pessoas

não os notem ou saibam disso. Os exemplos disso são a produção de alimentos, regulação climática, prevenção da erosão do solo, manutenção das condições dos recursos ambientais naturais, especialmente a biodiversidade e a variação genética, além da manutenção dos ciclos hidrológicos pois, os remanescentes florestais e outras formas de vegetação nativas da Mata Atlântica realizam um serviço ecossistêmico fundamental que é a proteção de nascentes e rios, que neste caso, abastecem 67% da população brasileira (MMA, 2010).

A natureza promove a interação entre seus diversos elementos constituintes, sendo estes bióticos (com vida) ou abióticos (sem vida), e suas relações geram o que se conhece como: serviços ecossistêmicos (ou ambientais). O fruto destas complexas interações são fundamentais para a sobrevivência e qualidade de vida de todos os seres, satisfazendo suas necessidades de maneira direta ou indireta (GROOT *et al*, 2009).

Os serviços ecossistêmicos são aqueles providos naturalmente pelos ecossistemas naturais, sem que haja alguma interferência de manejo do homem para com os benefícios resultantes destas interações, enquanto que os serviços ambientais são os benefícios fornecidos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem. O exemplo de serviços ambientais seria a adoção de práticas agrícolas diversificadas e sustentáveis, em detrimento da agricultura extensiva tão difundidas no agronegócio do Brasil (MEDEIROS e YOUNG, 2011).

O pagamento pelos serviços ambientais se torna fundamental a partir do momento em que a visão sobre a natureza se transforma e percebe-se que os recursos naturais são finitos, portanto sua valoração é fundamental. Caso os recursos naturais não sejam bem geridos, sua escassez virá e graves consequências irão emergir, dessa forma, garantir os serviços ambientais a longo prazo é reconhecer seu valor econômico e remunerar aqueles que auxiliam na manutenção da natureza, por intermédio da conservação e recuperação. Essa mudança de paradigma para com a manutenção dos ecossistemas e seus processos ecológicos são essenciais para o futuro da Mata Atlântica e para a qualidade de vida de quem a cerca (MMA, 2010).

Dentre as principais estratégias para diminuir os impactos causados pelo homem estão a diminuição da utilização de combustíveis fósseis em detrimento de outras fontes de energéticas (limpas), conservação de material vegetal e redução das

taxas de desmatamento e queima, mudança de uso da terra, de agricultura extensiva que usurpa todos os nutrientes do solo e necessita de inúmeros insumos químicos para uma agricultura agroflorestal e, por fim, estratégias de maximização do sequestro de carbono no solo e na vegetação. O sequestro de carbono por intermédio de reflorestamento é outra opção no bioma Mata Atlântica para combater a degradação ambiental e as mudanças climáticas (CARVALHO *et al*, 2009).

Porém, no caso da Mata Atlântica, para que haja a conservação dos serviços ecossistêmicos, visto que ao longo da história pode-se observar tamanha degradação ambiental, foi necessária a criação de leis mais vigorosas no que diz respeito a proteção do meio ambiente e dos ecossistemas locais. Dessa forma, em meio à forte expansão cafeeira, surgiu o primeiro Código Florestal, em 1934. Porém, com a utilização de novos combustíveis e fontes de energia, a lenha foi deixando progressivamente de ter importância econômica. Inversamente, crescia a consciência do papel do meio ambiente e das florestas. Assim, em 1960, o Legislativo se mobilizou para alterar a lei de 1934 – e a função das florestas em terrenos privados. Dessa forma, o Código Florestal de 1965 (Lei Federal Nº 4.771/65) transformou a “quarta parte” em reserva legal, com o objetivo de conservar os diferentes biomas.

A principal finalidade da legislação ambiental do Brasil, até a década de 1970, era a prevenção do esgotamento dos recursos ambientais que abasteciam a população como: madeira, fontes de água, dentre outros. Mas, a partir de 1980, guiando-se por uma tendência internacional que a legislação do Brasil foi começando preocupar-se com a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e o reconhecimento de que toda a sociedade tinha o direito de usufruir dos serviços ambientais para uma vida com dignidade. Em 1981, foram descritos pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal Nº 6.938) os princípios fundamentais do direito ambiental do Brasil. A promulgação da Constituição Federal, em 1988, o Brasil consolidou seus princípios ambientais declarando que todas as pessoas possuem o direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo responsabilidade do Estado e, também, da sociedade preservá-lo para as gerações presentes e futuras (MMA, 2010).

As Unidades de Conservação (UC) emergem com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza/SNUC (Lei Federal nº 9.985) do ano 2000,

que firma critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Entende-se como uma Unidade de Conservação:

Um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2000).

Além disso, o SNUC assegura que estejam representadas amostras significativas e economicamente viáveis dos diferentes ecossistemas do território brasileiro, salvaguardando o patrimônio biológico existente, contanto com o apoio e participação da população, organização não-governamentais, privadas. Ademais, busquem a proteção de grandes áreas por meio da integração de um conjunto de unidades de conservação e seus diferentes tipos, mais suas zonas de amortecimento e corredores ecológicos, incorporando distintas práticas de proteção do meio ambiente, uso sustentável dos recursos naturais e restauração e recuperação dos ecossistemas degradados. As unidades de conservação são organizadas em dois grupos: Proteção Integral, onde o objetivo é preservar a natureza, sendo possível somente o uso indireto dos recursos naturais; e as unidades de Uso Sustentável que visam o encontro entre a conservação da natureza e a utilização de forma sustentável dos recursos naturais. Dentre as unidades de Proteção Integral estão: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Natural, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. As unidades de conservação de Uso Sustentável são divididas entre: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva da Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000).

Todas as UCs devem possuir um plano de manejo, da qual deve englobar as áreas de amortecimento e os corredores ecológicos, com o intuito de produzir a integração econômica e social com as comunidades vizinhas, de forma que se torna proibida qualquer alteração, atividade ou modalidade de uso sem estar previsto em seu Plano de Manejo. Nos casos em que unidades de conservação de Proteção

Integral realizarem a cobrança de entrada por parte dos visitantes, ou outras rendas advindas de arrecadação, até cinquenta por cento e não menos do que vinte e cinco por cento devem ser empregadas na manutenção da própria UC de acordo com a Lei do SNUC (BRASIL, 2000).

As unidades de conservação, tanto de Proteção Integral quanto de Uso Sustentável devem estar cadastradas no Ministério do Meio Ambiente, sendo o órgão governamental responsável por sua gestão é o ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), outros órgãos estaduais e municipais responsáveis. O Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) envolve os principais dados de cada UC, abrangendo, distintas informações relevantes, como: espécies ameaçadas de extinção, situação fundiária, recursos hídricos, clima, solos e aspectos socioculturais e antropológicos (BRASIL, 2000). Contudo o CNUC não possui efetivamente todos os dados, uma vez que, algumas UCs não preencheram em sua totalidade o cadastro. Isto pode ocorrer devido a carência de profissionais especializados para coletar os dados pertinentes a unidade de conservação, até mesmo, pela falta de equipamentos disponíveis para tal, ou erro material para a publicação.

Segundo o Decreto Federal Nº 4.340, de 22 de Agosto de 2002, o ato de criação de uma Unidade de Conservação deve indicar as informações sobre sua caracterização priorizando as suas características naturais mais significativas, elaboração de planos técnicos preliminares e consulta pública e, dentre as indicações necessárias, estão:

Art. 2º O ato de criação de uma unidade de conservação deve indicar:

I - a denominação, a categoria de manejo, os objetivos, os limites, a área da unidade e o órgão responsável por sua administração;

II - a população tradicional beneficiária, no caso das Reservas Extrativistas e das Reservas de Desenvolvimento Sustentável;

III - a população tradicional residente, quando couber, no caso das Florestas Nacionais, Florestas Estaduais ou Florestas Municipais; e

IV - as atividades econômicas, de segurança e de defesa nacional envolvidas. (BRASIL, 2002)

Não obstante tamanho esforço, a criação e manutenção de áreas protegidas ainda é visto com um enfoque errôneo, na qual apresenta algum tipo de entrave ao desenvolvimento, devido a atividades produtivas (mineração, agricultura, pecuária,

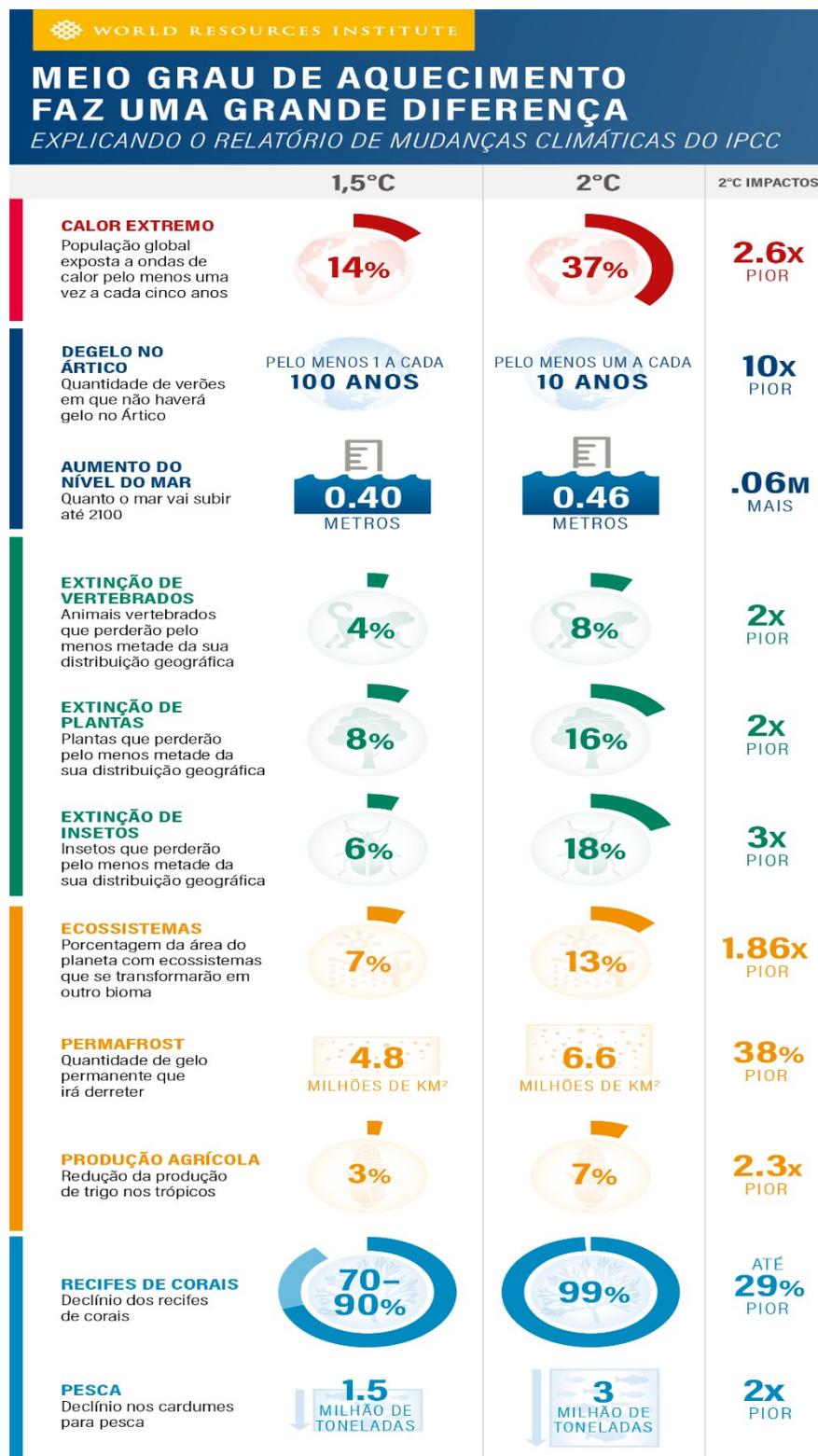
geração de energia, construção de estradas, entre outras) divergentes com a conservação da natureza, não retornando os investimentos realizados em benefícios tangíveis pela sociedade. Porém, este impasse é disseminado devido à falta de informações sistematizadas sobre a efetiva contribuição exercida pelas unidades de conservação no suprimento de insumos básicos e manutenção de serviços que beneficiam de maneira direta e/ou indireta a sociedade, além de favorecer o desenvolvimento socioeconômico do país (MEDEIROS e YOUNG, 2018).

Por conseguinte, caracterizar e valorar os serviços ecossistêmicos prestados por unidades de conservação, que além de atuarem como importantes áreas de lazer exercem um valioso papel ambiental ao garantirem a conservação e a defesa da paisagem local, dos recursos hídricos, a proteção do solo e a estabilidade geológica de maciços e morros. Vale destacar que essas áreas protegidas exercem fundamental papel como reguladoras do clima, então, ademais de atuar como ferramenta da manutenção da qualidade ambiental para a natureza, são de extrema relevância para o bem-estar das comunidades que as cerca, ainda auxiliando no atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostas pela Organização das Nações Unidas (ONU) na agenda 2030, bem como partilha da premissa “Pensar global, agir local”.

Segundo o relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2019) é de extrema importância o combate ao desmatamento, promoção da recuperação de ecossistemas florestais, mudanças de práticas agrícolas como medidas para combater as mudanças climáticas. Aponta ainda, que caso o aquecimento global ultrapasse o limite de 2° Celsius, que no caso o ideal seria não ficar na média de 1,5 ° Celsius, estipulado no Acordo de Paris, provavelmente as terras férteis se transformarão em desertos e outras consequências dessa diferença de 0,5° Celsius estão apontadas na figura 7. Ademais, intensificará o degelo do *permafrost*, que é um solo permanentemente congelado, até a chegada do aquecimento global, e é um grande reservatório de carbono (SERVEY *et al*, 2008). Logo, o degelo do *permafrost* é um ciclo vicioso perverso. Quanto mais o planeta aquece, por intermédio das atividades antropogênicas, mais ocorre o degelo deste reservatório e o carbono antes congelado, agora vai para atmosfera, intensificando os efeitos devastadores das mudanças climáticas.

Ademais, com a ocorrência de mudanças na precipitação e na temperatura ambiente, a incidência e prevalência de infecções transmitidas por vetores, através do patógeno do hospedeiro interações e mudanças no ecossistema podem aumentar. Outro fator percebido é que com o degelo do *permafrost*, devido ao aumento da temperatura, podem permitir o reaparecimento de patógenos previamente hostis que estavam congelados. Favorecem a criação de vetores, enquanto reduzem seu ciclo de vida e expandindo sua gama de habitats, causando epidemias crescentes, por exemplo: a expansão implacável da variedade de *Aedes aegypti*, o vetor de mosquito criticamente importante para vários patógenos virais. Sua abrangência geográfica é fortemente influenciada por variações de temperatura, umidade e precipitação que resultam das perturbações do padrão climático de aquecimento global (KONTRA; J., 2017).

Figura 7 – Consequências do Aquecimento Global



Fonte: World Resources Institute (2019)

Dentre as soluções propostas pelo relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2019), encontram - se:

- Manejo florestal aprimorado: Refere-se a intervenções de manejo nas florestas com o objetivo de mitigar as mudanças climáticas. Utilizando o manejo florestal sustentável, onde o uso das florestas ocorre de uma maneira que não prejudique a sua biodiversidade, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e seu potencial de cumprir, agora e no futuro, aspectos ecológicos, econômicos e ambientais relevantes. Além das funções sociais, nos níveis local, nacional e global. O manejo florestal sustentável pode melhorar o estoque de carbono na biomassa. O manejo florestal sustentável, também por meio de técnicas silviculturais próximas à natureza, pode oferecer muitos benefícios em termos de mitigação das mudanças climáticas, adaptação, conservação da biodiversidade, regulação microclimática, proteção contra erosão do solo, proteção da área costeira e proteção da água e inundação.
- Redução de desmatamento e degradação florestais: A redução destes dois problemas ambientais conservam os reservatórios de carbono existentes na vegetação e no solo da floresta, controlando os fatores propulsores do desmatamento (ou seja, agricultura comercial e de subsistência, mineração, expansão urbana) e degradação da floresta (monocultura, pastagem excessiva, surtos de pragas e incêndios florestais), também através do estabelecimento de áreas protegidas, melhorando a aplicação da lei, governança florestal e posse da terra, apoiando o manejo florestal comunitário e introduzindo a certificação florestal. Logo, reduzir o desmatamento e a degradação é uma estratégia importante para reduzir as emissões globais de GEE. Além de preservar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos com mais eficiência e a custos mais baixos que o florestamento/reflorestamento.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho foi ancorado em pesquisas bibliográficas acerca da relevância das unidades de conservação e seus serviços ecossistêmicos, em especial, o estoque de carbono e o seu potencial de contribuição econômica.

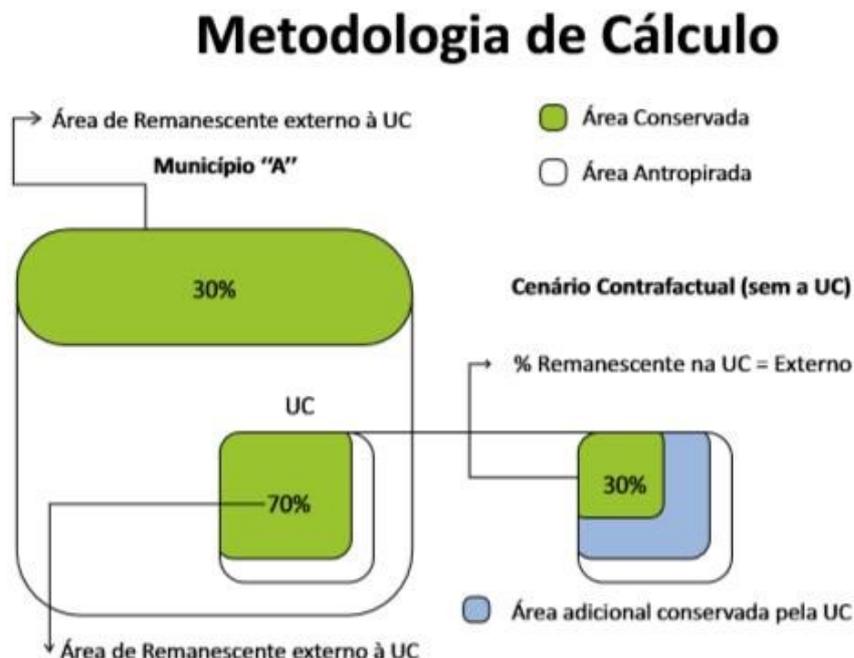
Para a identificação das Unidades de Conservação foram utilizadas as informações que constam no Atlas das Unidades de Conservação de Niterói (2018). Para identificar os remanescentes florestais de Mata Atlântica do Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) foi utilizada a plataforma SIGeo (Sistema de Gestão da Geoinformação) disponibilizado pela prefeitura do município.

Posteriormente, utilizando dados dispostas no Relatório de Apoio à Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU, 2015) verificou-se as informações correspondentes a cobertura vegetal de Mata Atlântica presentes no município de Niterói (2012-2013) em relação ao total que havia originalmente.

Em seguida, para calcular o estoque de carbono, prestado pela UC, se fez fundamental identificar o tipo de floresta remanescente existente no Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) e consultara quantidade de carbono que as árvores dispostas nesta tipologia de floresta de Mata Atlântica conseguem reter em sua biomassa aérea junto ao Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF).

Uma vez encontrados os dados a respeito da quantidade de cobertura florestal remanescente de Mata Atlântica dentro da unidade de conservação a ser estudada (PARNIT), o tipo de floresta (ombrófila densa) e, a quantidade total de remanescente de floresta atlântica presentes no município de Niterói, foi aplicada a metodologia formulada por (MEDEIROS e YOUNG 2018), na qual consiste em estimar a contribuição das UCs para a conservação do carbono florestal (figura 1). Porém, com a finalidade de transmitir a realidade na mensuração do estoque de carbono fornecido pela cobertura remanescente florestal da unidade de conservação, foi assumida a premissa de que caso a UC deixasse de existir, o percentual de remanescente florestal naquela área seria equivalente a mesma do município na qual está presente.

Figura 1 – Metodologia de Cálculo



Fonte: MEDEIROS e YOUNG (2018, p. 109)

Dessa forma, segundo a metodologia aplicada por (MEDEIROS e YOUNG, 2018) a densidade do carbono florestal é diferenciada por município. Porém, neste presente trabalho houve uma adaptação e a densidade do carbono florestal utilizada foi de acordo com a caracterização da tipologia florestal que, no caso do PARNIT é constituída de floresta ombrófila densa, presente no bioma de Mata Atlântica, e quantidade de carbono contida na biomassa, podendo esta ser definida como massa de matéria vegetal, viva ou morta, presente na floresta ou somente em fração arbórea (SANQUETA et al, 2002), tendo possibilidade de ser demonstrada em peso de matéria seca, peso de matéria úmida e peso de carbono (ODUM, 1986).

- Metodologia de Cálculo da conservação do carbono florestal (MEDEIROS e YOUNG, 2018, p. 110):

$$CF(UCs) = \sum_1^n ([RFC_{j, i} - RFM_i] \cdot A_{\kappa, i}) \cdot \delta_i$$

$CF(UCs)$ = toneladas de carbono florestal conservadas por Ucs;

$RFC_{j, i}$ = % de remanescente florestal no UCx localizada no município i;

RFM_i = % de remanescente florestal no município i;

$A_{\kappa, i}$ = área da UCx no município i;

δ_i = Densidade do carbono no município i;

A área da UC estudada no município utilizada para este trabalho foi retirada do Atlas das Unidades de Conservação de Niterói e, os valores de estoque de carbono da floresta ombrófila densa (bioma de Mata Atlântica) presente no PARNIT, foi verificado junto ao Sistema Nacional de Informações Florestais. Com os dados coletados foram estimados o estoque de carbono no PARNIT e a sua valoração econômica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 APRESENTAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE NITERÓI E IDENTIFICAÇÃO DOS REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA DO PARNIT

O local de estudo se encontra no município de Niterói, que faz parte da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (RMRJ – Figura 2). Compreende uma área de 133,757 km² (13.375,7 ha) e, segundo (IBGE, 2019) possui população de 513.584 pessoas. Faz fronteira com os municípios de São Gonçalo e Maricá (figura 3), além de estar localizada na orla oriental da baía de Guanabara. Segundo o Plano Diretor Municipal, instituído pela Lei Municipal nº 1.157 de 1992, Niterói foi subdividido em cinco Regiões Administrativas (figura 3): Região Norte, Região Pendotiba, Região Leste, Região Praias da Baía e Região Oceânica.

O principal bioma encontrado no município de Niterói é a Mata Atlântica, tendo esta sofrido demasiada supressão ao longo da história, devido a intensificação urbana. Em sua cobertura original, o município de Niterói possuía 97% da área recoberta, no entanto, segundo dados da organização não governamental SOS Mata Atlântica, atualmente, possui 24% de remanescente florestal de Mata Atlântica, em uma área de 3.068 e, em relação a área total do município um total de 22,9%. A razão pela qual ainda se mantem parte desses remanescentes de cobertura vegetal original de Mata Atlântica foram a criação de unidades de conservação nas regiões que foram identificadas como especial interesse ambiental, pelo Programa Niterói Mais Verde, instituído pelo decreto N° 11.744 de 2014. Este programa é uma ação do município para atingir melhorias na gestão das unidades de conservação existentes (NITERÓI, 2015).

Figura 2 – Mapa dos Municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Fonte: Caderno de Mapas (PDDU, 2015, p.12).

Figura 3 - Mapa das Regiões Administrativas de Niterói.



Fonte: Caderno de Mapas (PDDU, 2015, p. 14).

Niterói possui cerca de 33% de seu território protegidos por unidades de conservação, com um índice de 89 m²/hab, sendo o recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) um mínimo de 15 m²/hab, desta forma ultrapassa quase 7 vezes o índice recomendado. Este posicionamento do município de Niterói em relação a proteção e conservação de seus recursos naturais é essencial devido a grande concentração populacional. Atualmente, as cidades já concentram em torno de metade da população mundial e estima-se que até 2050, haverá um incremento e este índice deve aumentar até os 66%, suprimindo desta forma os ecossistemas naturais, conseqüentemente, acarretando prejuízosna oferta de serviços ecossistêmicos à sociedade. Desta forma, a proteção dos remanescentes florestais auxilia a manutenção climática da região, reduzem a poluição, previnem as ilhas de calor, precaverem a erosão de encostas, realizam a manutenção hídrica dos aquíferos oferecem oportunidade de lazer e recreação à comunidade, bem como geração de emprego e renda para o município (NITERÓI, 2018).

O Brasil possui cerca de 20% de toda biodiversidade do mundo, ou seja, dentre os 17 países considerados megadiversos (concentrando aproximadamente 70% da biodiversidade) o Brasil ocupa o primeiro lugar, sobressaindo por sua heterogeneidade étnica, cultural e genética (SILVA e RUSSO, 2014). Foi o primeiro país a assinar a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), durante a Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992 (MMA, 2000). Além de possuir a maior diversidade de espécies do mundo com seis biomas terrestres e três grandes ecossistemas marinhos, encontram-se dois *hotspots* de biodiversidade atualmente reconhecidos que são da Mata Atlântica e o Cerrado (MMA, 2010).

Em áreas caracterizadas como *hotspots* abrigam-se diversas espécies endêmicas que são substancialmente afetadas pelas atividades antropogênicas, dessa forma, a proteção destas regiões é fundamental, pois além de milhões de pessoas viverem em situação de vulnerabilidade social, inúmeras espécies partilham a luta pela sobrevivência (GALINDO e LEAL, 2005).

No Brasil, as áreas com maior diversidade de espécies endêmicas sofrendo de grandes estágios de degradação são os biomas: Cerrado e Mata Atlântica (SILVA e RUSSO, 2014). Atualmente restam somente 12,4% de uma das florestas mais

biodiversas do planeta (Mata Atlântica) em relação ao que existia originalmente, abrangendo 17 estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe, dentre estes, 14 estados são costeiros (SOS MATA ATLÂNTICA, 2019).

Além do bioma da Mata Atlântica estar presente nos estados supracitados, abriga aproximadamente 72% da população brasileira, sete das nove maiores bacias hidrográficas do país, além dos três maiores centros urbanos da América do Sul. Ainda, é fundamental para atividades econômicas como: pesca, agricultura, geração de energia, turismo e lazer (SOS MATA ATLÂNTICA, 2019).

Alguns estados brasileiros possuíam 100% de seu território com cobertura vegetal de Mata Atlântica, e o Estado do Rio de Janeiro fazia parte deste grupo, sendo o município de Niterói, como citado anteriormente, possuía 97% de seu território composto por este bioma. Atualmente, Niterói possui cerca de 24% destes de remanescentes florestais, logo, a criação e manutenção de áreas protegidas (Tabela 1) é fundamental para frear a degradação ambiental dos remanescentes florestais que ainda estão presentes no município para, desta forma, garantir qualidade o bem estar para a população por intermédio fornecimento dos serviços ecossistêmicos que são deveras tão fundamentais para a qualidade de vida (NITERÓI, 2015). Desta forma, as unidades de conservação (Figura 4) constituem uma ferramenta de conservação da biodiversidade *in situ*, isto é, são áreas de extrema importância na manutenção das espécies, dando suporte a populações e resguardando ecossistemas naturais (ERVIN, 2003).

Observam-se informações conflitantes acerca da área total das unidades de conservação de Niterói, uma vez que, no Atlas das Unidades de Conservação de Niterói (2018) consta que o município possui cerca de 33% de seu território protegidos por unidades de conservação. Isso devido ao fato do município de Niterói possui um total de 133, 757 km² (13.375,7 ha) e, segundo (IBGE, 2019), e as áreas somadas das unidades de conservação de Niterói possuem um total de 19.017 hectares.

Tabela 1– Unidades de Conservação de Niterói.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	GRUPO	ATO LEGAL	TIPOLOGIA	ÁREA (HA)
RESERVA ECOLÓGICA DARCY RIBEIRO	PROTEÇÃO INTEGRAL	LEI N° 1566/1997	FLORESTA	1.229
PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE NITERÓI	PROTEÇÃO INTEGRAL	DECRETO N° 11744/2014	MANGUE/FLORESTA/BREJO/RESTINGA	918
PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA TIRIRICA	PROTEÇÃO INTEGRAL	LEI N° 1901/1991	MANGUE/FLORESTA/BREJO/RESTINGA	3.493
APA DAS LAGUNAS E FLORESTAS DE NITERÓI	USO SUSTENTÁVEL	LEI N° 115/1992	MANGUE/FLORESTA/BREJO/RESTINGA	8.632
APA DO MORRO DO MORCEGO, DA FORTALEZA DE SANTA CRUZ E OS FORTES DO PICO E DO RIO BRANCO	USO SUSTENTÁVEL	LEI N° 1967/2002	FLORESTA/RESTINGA	141
APA DO MORRO DO GRAGOATÁ	USO SUSTENTÁVEL	LEI N° 2099/2003	FLORESTA	9
APA DA ÁGUA ESCONDIDA	USO SUSTENTÁVEL	LEI N° 2621/2008	FLORESTA	54
SIMAPA (SISTEMA MUNICIPAL DE ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL)	USO SUSTENTÁVEL	DECRETO N° 11744/2014	FLORESTA	598
RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE ITAIPU	USO SUSTENTÁVEL	DECRETO N° 44417/2013	MARINHO/LAGUNAR	3.943
TOTAL				19.017

Fonte: Elaboração Própria (Dados - Atlas das Unidades de Conservação de Niterói 2018)

Figura4 – Mapa das Unidades de Conservação de Niterói



Fonte: Atlas das Unidades de Conservação de Niterói (2018, p. 41)

O Parque Natural Municipal de Niterói foi instituído pelo decreto N° 11.744 no ano de 2014, criado através do Programa Niterói mais Verde, com o intuito de realizar uma delimitação de um mosaico de áreas com relevante interesse ambiental. O PARNIT é uma unidade de conservação de proteção integral, com área de 918 hectares, dividida três setores: Montanha da Viração, Guanabara e Costeiro-Lagunar. Subdivisão de áreas de relevância ambiental:

I - Setor Guanabara: incorpora a Ilha da Boa Viagem, a Ilha dos Cardos, a Pedra de Itapuca, a Pedra do Índio e as cavernas próximas ao Museu de Arte Contemporânea de Niterói;

II - Setor Montanha da Viração: incorpora o Morro do Cantagalo, o Morro da Viração, o Morro do Imbuí, a Ilha dos Amores, Ilha do Veado e a Ilha das Duas Irmãs (representado em mapa no anexo III);

III - Setor Costeiro/Lagunar: Ponta da Galheta (também conhecido como Pedra da Baleia), a Praia do Sossego, Ilha do Modesto e Ilha do Pontal.

Esta UC, por sua vez, além de possuir em sua composição fragmentos de restinga, mangue e afloramentos rochosos, apresenta remanescentes do bioma de Mata Atlântica, caracterizados como Floresta Ombrófila Densa (Tabela 2). A Ocorrência desse tipo de floresta está diretamente ligada ao clima tropical, com altas temperaturas médias e elevadas taxas de precipitação. Praticamente um clima onde não ocorre a seca, biologicamente falando, isto é, sem déficit hídrico para as plantas (NITERÓI, 2018).

Tabela 2 – Caracterização Remanescentes Florestais (PARNIT)

SETOR – PARNIT	NOME	ATO LEGAL	TIPOLOGIA	ÁREA (M2)	ÁREA (HA)
SETOR A – Guanabara	ILHA DE BOA VIAGEM	Decreto Nº11744/2014	FLORESTA	52.989,28	5,30
SETOR A – Guanabara	ILHA DOS CARDOS	Decreto Nº11744/2014	ROCHOSO	5.101,20	0,51
SETOR A – Guanabara	CAVERNAS	Decreto Nº11744/2014	ROCHOSO	3.221,83	0,32
SETOR A – Guanabara	PEDRA DE ITAPUCA/ PEDRA DO ÍNDIO	Decreto Nº11744/2014	ROCHOSO	17.926,40	1,79
SETOR B - Montanha da Viração	MORRO DO CANTAGALO	Decreto Nº11744/2014	FLORESTA	1.034.425,76	103,44
SETOR B - Montanha da Viração	MORRO DA VIRAÇÃO	Decreto Nº11744/2014	FLORESTA	6.618.042,74	661,80
SETOR B - Montanha da Viração	ILHA DOS AMORES	Decreto Nº11744/2014	FLORESTA	2.765,31	0,28
SETOR B - Montanha da Viração	ILHAS DUAS IRMÃS	Decreto Nº11744/2014	ROCHOSO	7.305,37	0,73
SETOR B - Montanha da Viração	MORRO DO IMBUÍ	Decreto Nº11744/2014	FLORESTA	499.383,50	49,94
SETOR B - Montanha da Viração	ILHA DO VEADO	Decreto Nº11744/2014	RESTINGA-FLORESTA	63.707,41	6,37
SETOR C - Costeiro /Lagunar	PONTA DA GALHETA / PEDRA DA BALEIA	Decreto Nº11744/2014	ROCHOSO	19.563,07	1,96
SETOR C - Costeiro /Lagunar	PRAIA DO SOSSEGO	Decreto Nº11744/2014	RESTINGA-FLORESTA	79.531,64	7,95
SETOR C - Costeiro /Lagunar	ILHA DO MODESTO	Decreto Nº11744/2014	MANGUE	776.835,45	77,68
SETOR C - Costeiro /Lagunar	ILHA DO PONTAL	Decreto Nº11744/2014			
TOTAL				9.180.798,97	918,08

Fonte: Elaboração Própria (Dados SIGeo – Prefeitura de Niterói, 2019)

A área total do PARNIT (Figura 5) compreende um total de 918 hectares, sendo que destes, 820,76 caracterizadas como florestas (Tabela 3), segundo o Sistema de Gestão da Geoinformação (SIGeo) disponibilizado pela prefeitura, porém, não quantificam a quantidade de floresta de eucalipto que possuem em sua cobertura. Logo, o resultado relacionado aos remanescentes de cobertura florestal remanescente de Mata Atlântica corresponde a 89,4% da área do parque. Contudo, aplicando a metodologia formulada por (MEDEIROS e YOUNG, 2018), se a UC deixasse de existir, o percentual de remanescente florestal naquela área equivaleria ao mesmo do município no qual a UC está inserida. Neste caso, se o Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) não existisse, seria admitido o percentual de 24% na qual o município de Niterói possui de cobertura vegetal original, desta forma, a implantação do PARNIT possibilitou a proteção de um total de 65,4% dos remanescentes florestais presentes em sua área. Com essa avaliação, foi possível identificar o setor do PARNIT que mais possui remanescentes de Mata Atlântica, neste caso o setor da Montanha da Viração, onde se deve concentrar esforços para a manutenção do parque, pois ele é fundamental para a qualidade ambiental do município de Niterói.

Tabela 3– Remanescentes Florestais (PARNIT)

SETOR – PARNIT	NOME	ATO LEGAL	TIPOLOGIA	ÁREA (M2)	ÁREA (HA)
SETOR A – Guanabara	ILHA DE BOA VIAGEM	Decreto N°11744/2014	FLORESTA	52989,28	5,30
SETOR B - Montanha da Viração	MORRO DO CANTAGALO	Decreto N°11744/2014	FLORESTA	1034425,76	103,44
SETOR B - Montanha da Viração	MORRO DA VIRAÇÃO	Decreto N°11744/2014	FLORESTA	6618042,74	661,80
SETOR B - Montanha da Viração	ILHA DOS AMORES	Decreto N°11744/2014	FLORESTA	2765,31	0,28
SETOR B - Montanha da Viração	MORRO DO IMBUÍ	Decreto N°11744/2014	FLORESTA	499383,50	49,94
TOTAL					820,76

Fonte: Elaboração própria (Dados SIGeo – Prefeitura de Niterói)

Figura 5 – Mapa do PARNIT



Fonte: Atlas das Unidades de Conservação de Niterói (2018, p. 83)

5.2 MENSURAÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO PRESTADO PELACOBERTURA VEGETAL DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DENITERÓI (PARNIT)

Os poços de CO₂ nos ecossistemas terrestres e oceanos são imensamente maiores do que o total de CO₂ na atmosfera. Desta forma, pequenas alterações em tais dinâmicas podem comprometer estes reservatórios acarretando um desequilíbrio acentuado na proporção de carbono contido e carbono atmosférico (RESENDE, 2000). A maior causa de intensificação das mudanças climáticas, segundo especialistas, está correlacionado ao desmatamento das florestas tropicais, logo, ações eficazes no combate a este problema, trariam melhorias significativas acerca da regulação climática, proteção da biodiversidade, bacias hidrográficas e conservação dos solos (CHANG, 2002). Durante a fotossíntese, as plantas verdes absorvem o gás carbônico, recurso que as florestas possuem para estocar dois terços do carbono terrestre. Esse processo pode ser conhecido como serviço ecossistêmico, uma vez que este se configura como: os benefícios diretos e indiretos logrados pelo homem, advindos dos ecossistemas como, por exemplo: a provisão de alimentos, a regulação climática, a formação de solos, dentre outros (ANDRADE e ROMEIRO, 2009 apud SOUZA; N. , 2019).

Pode-se classificar o estoque de carbono como um serviço ecossistêmico que fornece benefícios diretos e indiretos para a sociedade. Logo, a conservação dos remanescentes florestais é fundamental para a regulação deste ciclo. Sendo assim, a manutenção de unidades de conservação se torna uma estratégia frente ao incremento das emissões de GEE nos últimos anos, devido a formas de vida e consumo antropogênicas.

Segundo o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF, 2019) a biomassa vegetal realiza duas atividades primordiais na regulação climática: a primeira (positiva) é a fotossíntese, que sequestra CO₂ da atmosfera e o estoca na biomassa e, a segunda (negativa) é que a biomassa quando queimada emite CO₂ e outros gases causadores do aquecimento global. Por causa destas duas funções, a biomassa tem sido foco, pois o manejo dos ecossistemas pode não somente deixar de sequestrar o CO₂ presente na atmosfera como, também, se tornar uma fonte

geradora. O carbono se situa nos diversos "compartimentos" de biomassa florestal, isto é, na biomassa viva (acima e abaixo do solo), na biomassa morta e na matéria orgânica do solo. No caso deste presente estudo, está sendo levado em conta o carbono na biomassa viva acima do solo - inclui troncos, galhos, copa, sementes e folhas; o carbono na biomassa viva abaixo do solo – inclui raízes vivas; e o carbono estocado nos solos minerais e orgânicos.

A figura 6 evidencia os dados relacionados ao carbono estocado na biomassa viva acima do solo, abaixo do solo e, no solo, propriamente dito, discriminados os valores para todos os biomas brasileiros: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Pampa. Além disso, especificou de acordo com a fitofisionomia, sendo esta o aspecto da vegetação de cada bioma, o volume médio de cada tipologia em volume (m^3/ha), biomassa viva acima e abaixo do solo (t/ha) e carbono acima do solo, abaixo do solo e do solo (t/ha).

Figura 6 – Estoque de Carbono Florestal



Recursos Florestais - Estoque das Florestas

Tabela: Valores estimados de volume, biomassa e carbono, por bioma, fitofisionomia e hectare.

Bioma	Fitofisionomia	Volume médio (m ³ /ha)	Biomassa (ton/ha)		Carbono (ton/ha)		
			Acima do Solo	Abaixo do Solo	Acima do Solo	Abaixo do Solo	Solo
Amazônia	Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial)	315,45	333,25	63,35	174,40	29,77	48,30
	Floresta Ombrófila Aberta	272,30	295,96	57,00	139,10	26,79	46,30
	Floresta Estacional (Sazonal) Decidual (Floresta Tropical Caducifólia)	254,63	241,90	48,20	113,69	22,65	34,90
	Floresta Estacional (Sazonal) Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia)	265,86	252,57	50,23	118,71	23,61	41,30
	Campinarana Gramíneo-Lenhosa (Campina da Amazônia)	6,35	12,06	6,75	5,67	3,17	59,80
	Savana Florestada (Cerradão)	77,59	51,21	92,61	24,07	43,53	34,20
	Savana Estépica Florestada	30,11	19,87	40,33	9,34	18,96	31,40
	Savana Estépica Arborizada	5,81	11,04	19,96	5,19	9,38	38,10
	Savana Arborizada (Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso)	42,73	28,20	40,21	13,25	18,90	34,60
	Savana Parque	6,34	12,06	30,62	4,82	12,25	34,00
	Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo-Limpo-de-Cerrado)	4,19	7,96	18,76	3,74	8,82	32,80
	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa (Savanas secas e/ou úmidas: Caatinga)	1,49	2,84	5,13	1,33	2,41	38,10
	Savana Estépica parque	3,36	6,39	11,55	2,56	4,62	34,90
	Vegetação Secundária	175,60	60,03	12,01	50,31	5,64	-
Mata Atlântica	Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial)	92,78	132,95	31,91	63,50	15,00	48,70
	Floresta Ombrófila Aberta	92,78	132,95	31,91	63,50	15,00	48,41
	Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)	97,00	73,72	14,74	34,65	6,93	85,90
	Floresta Estacional (Sazonal) Decidual (Floresta Tropical Caducifólia)	77,75	125,66	30,16	59,06	14,17	35,36
	Floresta Estacional (Sazonal) Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia)	136,55	110,75	20,76	48,78	9,76	38,50
Cerrado	Floresta Estacional (Sazonal) Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia)	162,79	134,58	32,30	63,25	15,18	39,58
	Savana Florestada (Cerradão)	114,40	75,50	21,14	35,49	9,94	37,02
	Savana Arborizada (Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso)	20,12	13,28	38,39	6,24	18,04	37,02
	Savana Parque (Campo-Sujo-de-Cerrado, Cerrado-de-Pantanal, Campo de Murunduns ou Covoal e Campo Rupestre)	7,88	5,20	20,91	2,44	9,83	37,02
	Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo-Limpo-de-Cerrado)	7,88	5,20	20,91	2,44	9,83	32,90
Caatinga	Savana Estépica Florestada	91,60	60,46	13,53	28,41	6,36	22,88
	Savana Estépica Arborizada	43,01	34,41	8,85	16,17	4,16	22,88
	Savana Estépica Gramíneo-lenhosa	28,99	28,99	5,88	13,63	2,76	25,40
	Savana Estépica Parque	30,28	21,44	5,79	10,08	2,72	22,90
Pantanal	Floresta Estacional (Sazonal) Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia)	273,17	163,90	39,34	77,03	18,49	41,45
Pampa	Estepe Arborizada (Arbórea Aberta)	0,37	0,22	0,26	0,10	0,12	59,03
	Estepe Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo)	0,37	0,22	0,26	0,10	0,12	57,64

Fonte: SNIF (2015)

Neste trabalho, o Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) foi utilizado como estudo de caso da aplicação da metodologia de (MEDEIROS e YOUNG, 2018) onde se estima a tonelada de carbono florestal conservada por unidade de conservação. Utilizando os dados investigados acima: a porcentagem de remanescente florestal na UC (89,4%), a porcentagem de remanescente florestal do município (24%), a área da UC e a densidade do carbono para o tipo de floresta a ser estudada.

Dessa forma, como resultado obteve-se 76.367,32 toneladas de carbono florestal conservado pelo PARNIT (Tabela 4):

Tabela 4 – Total de Carbono Florestal Conservado (PARNIT)

CARBONO (T/HA)	ÁREA DE DESMATAMENTO EVITADO NA UC	DENSIDADE DO CARBONO (T/HA)	TONELADA DE CARBONO CONSERVADA POR UC
ACIMA DO SOLO	536,77	63,5	38123,62
ABAIXO DO SOLO	536,77	15	9005,58
SOLO	536,77	48,7	29238,12
TOTAL DA CONSERVAÇÃO DE CARBONO FLORESTAL			76367,32

Fonte: Elaboração própria.

O desmatamento evitado no Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT) e o carbono florestal conservado ocorrem devido à criação da unidade de conservação. Portanto, na aplicação da metodologia não é considerada a área total de remanescente florestal do PARNIT, que é de 820,76 hectares, mas sim essa área subtraída do percentual de Mata Atlântica que o município de Niterói possui atualmente (24%) em relação ao que originalmente existia (97%). Dessa forma, a criação da UC permitiu a conservação de 65,4% de remanescentes florestais de Mata Atlântica, que são os 89,4% que o PARNIT possui menos os 24% que o município asseguraria de proteção. Sendo assim, o desmatamento evitado pela criação do PARNIT foi de 536,77 hectares, enquanto que a quantidade de carbono florestal conservado na UC foi de 76.367,32 toneladas. Enquanto que o estoque de carbono total do PARNIT é de 104.400,67 toneladas.

Para se ter uma ideia do que essa quantidade de carbono florestal conservada representa, a equivalência de 76.367,32 toneladas é equivalente:

- **Recarda de 32,3 bilhões smartphones:** As emissões de dióxido de carbono por smartphone carregado foram determinadas pela multiplicação do uso de energia por smartphone cobrado pela taxa média ponderada nacional de emissões marginais de dióxido de carbono para a eletricidade fornecida (EPA, 2018).
- **11 milhões de sacos de resíduos para a reciclagem ao invés de dispostos de aterros sanitários:**A redução líquida de emissões da reciclagem de materiais recicláveis mistos (por exemplo, papel, metais, plásticos), em comparação com uma linha de base na qual os materiais são depositados em aterros (ou seja, contabilizando as emissões evitadas do aterro), é 2,87 toneladas métricas equivalentes de CO₂ por tonelada curta (1 tonelada métrica é aproximadamente 908 kg). As emissões de dióxido de carbono reduzidas por saco de lixo cheio de lixo foram determinadas pela multiplicação das emissões evitadas da reciclagem em vez de aterro de 1 tonelada de lixo pela quantidade de lixo em um saco de lixo médio. A quantidade de resíduos em um saco de lixo médio foi calculada multiplicando a densidade média de materiais recicláveis misturados pelo volume médio de um saco de lixo. De acordo com os fatores de conversão de volume em peso padrão da EPA, a densidade média de recicláveis misturados é de 111 libras (50,3 kg)por metro cúbico.
- **108,2 milhões de litros de gasolina consumidos (combustão):** Este valor supõe que todo o carbono da gasolina seja convertido em CO₂ (IPCC 2006).
- **53,9 mil veículos de passageiros dirigidos por um ano:** Os veículos de passageiros são definidos como veículos de 2 eixos e 4 pneus, incluindo carros de passeio, vans, picapes e veículos esportivos / utilitários.Para determinar as emissões anuais de gases de efeito estufa por veículo de passageiro, foi utilizada a seguinte metodologia: média de milhas percorridas por veículofoi dividido pela milhagem média de gás para

determinar galões de gasolina consumidos por veículo por ano. Os galões de gasolina consumidos foram multiplicados por dióxido de carbono por galão de gasolina para determinar o dióxido de carbono emitido por veículo por ano. As emissões de dióxido de carbono foram então divididas pela razão entre as emissões de dióxido de carbono e as emissões totais de gases de efeito estufa dos veículos, para contabilizar as emissões de metano e óxido nitroso.

- **Uso de eletricidade de 44.298 mil residências por um ano:** O consumo anual de eletricidade residencial foi multiplicado pela taxa de emissão de dióxido de carbono (por unidade de eletricidade fornecida) para determinar as emissões anuais de dióxido de carbono por residência.
- **9,6 milhões de Lâmpadas incandescentes trocadas para LEDs:** As emissões de dióxido de carbono reduzidas pelas trocas de lâmpadas incandescentes para lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) são calculadas multiplicando a economia anual de energia pela taxa média ponderada nacional de emissão marginal de dióxido de carbono para a eletricidade fornecida.

5.3 VALORAÇÃO ECONÔMICA DO ESTOQUE DE CARBONO PRESTADO PELA COBERTURA FLORESTAL DO PARNIT

A emergência dos serviços ecossistêmicos veio para demonstrar que as áreas florestadas cumprem funções fundamentais nos meios de manutenção da vida e, dessa forma, não são um entrave para o desenvolvimento econômico. Por essa razão, todo ecossistema produz bens e serviços na qual o homem usufrui, direta ou indiretamente. As implicações ocasionadas pela supressão da natureza, por vezes não são notadas de imediato, porém são assustadoramente prejudiciais, acarretando a redução de áreas naturais, a sustentabilidade dos processos ecológicos, o fornecimento de serviços ambientais e, conseqüentemente, a economia. Dessa forma, não investir na conservação ambiental se torna uma economia não estrategicamente viável para a sociedade. Tradicionalmente, a valoração dos serviços ecossistêmicos não era levada em conta e, por conseguinte, também não havia um pagamento por estes. Contudo, sua falta trouxe prejuízos em diversas formas, dentre eles: produtos agrícolas mais custosos e menos saudáveis (devido aos altos investimentos em produtos químicos para compensar os danos ambientais do solo), diminuição da vazão da água pelo aumento do desmatamento, agravamento de doenças respiratórias devido a poluição do ar, dentre outros. Recentemente, a carência de alguns recursos naturais já tem gerado a necessidade de cobrança de determinados serviços, como por exemplo, a cobrança pelo uso da água, instaurada em alguns Comitês de Bacias Hidrográficas (Parnaíba do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro) (MMA, 2010).

Alguns desses benefícios podem ser valorados economicamente a fim de determinar a sua contribuição na economia local possibilitando maior percepção da importância da natureza. Para SEEHUSEN et al (2011, p.24), “Os valores que agentes atribuem aos ecossistemas e à biodiversidade podem ser agrupados em três diferentes tipos: valores intrínsecos, valores de uso e valores de não-uso”. Dessa forma, os Intrínsecos, são os valores que não podem ser precificados, ou seja, correspondem à contribuição dos ecossistemas e da biodiversidade na manutenção da saúde e integridade de um ecossistema, e independem da satisfação humana. Os

valores de uso classificam-se em uso direto, indireto e de opção. E, os valores de não-uso, são divididos entre os valores de legado e de existência. No caso da mensuração econômica desses valores, somente os de uso e não-uso possuem um valor monetário. Nos de uso direto ocorre a valoração de alimentos, madeira, medicamentos ou serviços de recreação, enquanto os valores de uso indireto, por exemplo, o armazenamento de carbono e a manutenção dos ciclos hídricos, logo, estes beneficiam indiretamente as pessoas.

No caso dos valores de opção pode-se optar pela possibilidade de usar ou não determinado recurso posteriormente, o exemplo disso é a proteção de habitats para a manutenção da biodiversidade de determinado ecossistema. Os valores de não-uso são diferenciados pelos valores de existência, que caracterizam algo que existe independentemente de seu uso direto, como, por exemplo, contribuir com a preservação de determinada espécie e os valores de legado relacionam-se com a colaboração para que algo seja protegido e que assim as próximas gerações dele possam usufruir desses privilégios, tanto pelo uso direto quanto pelo uso indireto (SEEHUSEN *et al*, 2011).

Em relação à valoração econômica dos serviços ambientais, é possível observar que ainda há muitos desafios a serem ultrapassados, por envolverem questões de cunho ético, filosófico e até mesmo metodológico (TEEB, 2010). Logo, faz-se necessário o planejamento das metodologias a serem utilizadas nos projetos de pagamentos por serviços ambientais, para que, com o aprimoramento dessa valoração, ocorra uma mudança de paradigma acerca do tema.

Um ponto determinante para a valoração dos benefícios obtidos pelos ecossistemas, é de que ainda não há um mercado regulamentado para avaliarem um preço justo, através daqueles conceitos básicos de oferta e demanda. Isso porque, embora os recursos obtidos da natureza sejam fundamentais para a sobrevivência humana, esse alto valor intrínseco faz com que seja imensurável o valor monetário, o que acarreta na alocação ineficiente desses produtos no mercado, pela não cobrança pelo uso, resultando na redução do provimento desses serviços ecossistêmicos e a destruição do capital natural (SEEHUSEN *et al*, 2011).

Sendo assim, a valoração ambiental se constitui em mais um caminho a ser trilhado em busca de mecanismos que contribuam na manutenção e recuperação dos

remanescentes naturais, em especial nas unidades de conservação (UC) que são espaços regulamentados e dedicados à proteção da natureza. Neste contexto é fundamental identificar e compreender os serviços ambientais nos municípios, uma vez que eles são a base de todo o sistema de governança pública.

A valoração dos serviços ambientais impacta positivamente na manutenção desses serviços e oferece oportunidades para agricultores em recuperar áreas degradadas, dessa forma, protegendo mananciais hídricos e garantindo a vazão de água, capturam e estocam carbono através da conservação de áreas verdes. Assim, ademais de “manter a biodiversidade de plantas e animais, proteger o solo e a água, as florestas capturam carbono da atmosfera, minimizando os efeitos das mudanças climáticas” (MMA, 2010).

Seguido a aplicação dos dados obtidos para a metodologia (MEDEIROS e YOUNG, 2018), obteve-se o resultado da quantidade de carbono florestal conservadas pelo Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT). Ainda que pareça complexo estimar a valoração das emissões evitadas de gases de efeito estufa, uma maneira simples de aferir uma valoração monetária do estoque de carbono florestal prestada pela cobertura florestal da UC pode ocorrer por intermédio da multiplicação do montante, em toneladas, do carbono florestal conservado pelo preço da tonelada de carbono efetuada nos mercados. A conjectura por trás dessa negociação está atrelada ao fato de para ter o direito de emitir GEE seria necessário investir na redução da concentração de tais gases na atmosfera, concebendo um mínimo grau do valor social para deter tais emissões. Dessa forma, foi verificado o valor pago pela tonelada de carbono no mercado de crédito de carbono, sendo cotada em € 24,59 euros (22 de novembro de 2019), que para o trabalho, 1 Euro equivale a R\$ 4,62 reais (cotação do dia 22 de novembro de 2019). Logo, para a valoração monetária do estoque de carbono florestal prestada pela cobertura florestal do PARNIT, foi considerada R\$ 113,60 a tonelada de carbono.

O resultado (Tabela 5) foi obtido por intermédio da multiplicação do total de toneladas de carbono florestal conservado pelo PARNIT 76.367,3tC, pelo valor do mercado R\$ 113,60 reais por tonelada, dessa forma obteve-se o valor de **R\$ 8.675.327 milhões de reais**.

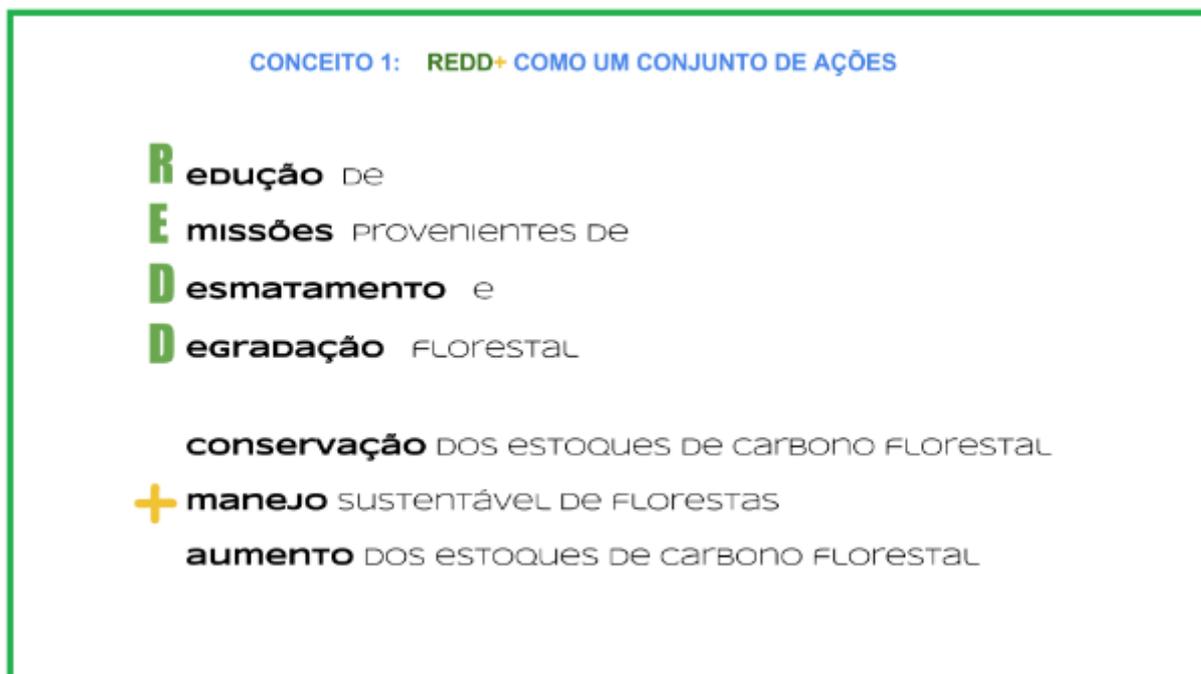
Tabela 5: Valoração Econômica de Carbono Florestal do PARNIT

VALORAÇÃO ECONÔMICA DA CONSERVAÇÃO DE CARBONO FLORESTAL DO PARNIT	
ACIMA DO SOLO	R\$ 4.330.843,46
ABAIXO DO SOLO	R\$ 1.023.033,89
SOLO	R\$ 3.321.450,02
TOTAL	R\$ 8.675.327,37

Fonte: Elaboração própria (Metodologia – MEDEIROS E YOUNG, 2018).

Com o intuito de promover incentivos financeiros para a conservação dos ecossistemas florestais surgiu o REDD+ (Figura 8), formulado no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) para recompensar financeiramente países em desenvolvimento por seus resultados de Redução de Emissões de gases de efeito estufa provenientes do Desmatamento e da Degradação florestal, considerando o papel da conservação de estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento de estoques de carbono florestal. Por meio desse instrumento, países em desenvolvimento que apresentarem reduções de emissões de gases de efeito estufa e aumento de estoques de carbono verificados serão elegíveis a receber “pagamentos por resultados” de diversas fontes internacionais, em particular do Fundo Verde para o Clima (MMA, 2016).

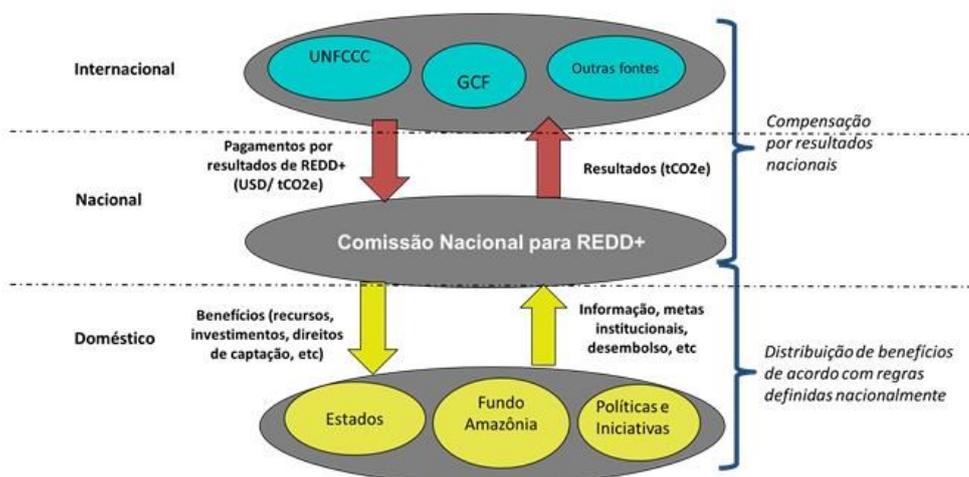
Figura 8: REDD+



Fonte: MMA (2016)

O financiamento para REDD+ pode advir de fontes públicas e privadas. O Brasil, de maneira estratégica, instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC, Lei nº 12.187/2009) formulando os objetivos e as diretrizes para o embate contra os avanços das mudanças climáticas. Logo, o compromisso nacional voluntário de redução das emissões de gases de efeito estufa, buscam estimular medidas para reduzir as consequências das mudanças do climáticas e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico. O Brasil possui o compromisso soberano com a proteção da vegetação nativa e a integridade do sistema climático para a qualidade das presentes e futuras gerações, firmando este compromisso na Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal). Sendo assim, nas figura abaixo (Figura 9 e 10) fica evidenciado como funciona o programa de REDD+ no Brasil (MMA, 2016).

Figura 9: Estrutura de funcionamento REDD+



Fonte: MMA (2016)

Figura 10: Marco de políticas públicas da Estratégia Nacional para REDD+.



Fonte: MMA (2016)

Dessa forma, investir em unidades de conservação, em seu manejo e expansão é de fundamental importância para a soberania do Brasil, mesmo que muitos ainda enxerguem a conservação ambiental como um entrave ao desenvolvimento. E, os resultados obtidos no presente trabalho, somente confirmam a ideia de que investir em unidades de conservação acarretam benefícios diretos e indiretos, ao bem-estar das populações, a manutenção da qualidade de vida, promoção da saúde e economia. Além da conservação do carbono florestal, pode-se ver como de grande relevância para o município de Niterói a contribuição econômica da visitação no PARNIT.

Identificando as oportunidades de visitação e melhoria do uso público, além de valorar economicamente uso público através do método de custo viagem (SILVA; N., 2019). Por intermédio da verificação do número de visitantes, seus gastos e multiplicadores, que estimam os efeitos colaterais da visitação, como geração de emprego e renda. Como resultado estimado do uso público (Figura 8) no Parque Natural Municipal de Niterói no ano de 2018, obteve-se um total de **R\$ 2.891.163,00**. Considerando esse valor sendo 10% do total encontrado, que possui como justificativa um ajuste metodológico nas características da visitação, na qual parte dos visitantes são pessoas do próprio município, que permanecem menos tempo no PARNIT com enfoque na admiração das belezas cênicas (SILVA, 2015).

Ainda que haja gargalos para estimar o real valor das visitas no PARNIT e, conseqüentemente, seus efeitos econômicos, o valor resultante da pesquisa mesmo com posterior ajuste de 10% do valor estimado inicialmente, corresponde a um montante maior do que os investimentos destinados para todas as atividades da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMARHS) para todo o ano de 2018, que foi de R\$ 2.245.551,25. Logo, somente o valor do da visitação no PARNIT cobriria todos os gastos públicos para o ano de 2018 (NITERÓI, 2017).

Figura 8: Contribuição Econômica da Visitação no PARNIT (2018)

Nº DE VISITANTES		MÉDIA DE GASTOS POR VISITANTE (L - Locais; NL - Não Locais)		IMPOSTOS	MULTIPLICADOR
L	NL	L	NL		
17.712	56.088	R\$ 69,78	R\$ 237,81	32,25%	1,5
73.800					
Gastos por visitantes com impostos		R\$ 92,28	R\$ 314,50		
Impacto econômico		R\$ 2.451.802,64	R\$ 26.459.827,39		
Total (impacto L + impacto NL)		R\$ 28.911.630,03			
Legenda: L= Locais/ NL= Não locais					

Fonte: SILVA, N. (2019, p.47)

Ademais, pode-se citar a inclusão da contribuição econômica das unidades de conservação via Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS Ecológico) no município de Niterói (Rio de Janeiro). Essa estratégia é empregada por vários estados do Brasil para financiar e estimular a proteção ambiental, possibilitando aos municípios brasileiros receberem investimentos do capital financeiro proveniente dos impostos arrecadados por intermédio do ICMS, como recompensa pelo empenho do município para com o meio ambiente através de ações como: mananciais de abastecimento, tratamento de esgoto, destinação do lixo, remediação de vazadouros, áreas protegidas (todas as UCs de conservação) e, áreas protegidas municipais (somente as UCs municipais). De acordo com Catorza (2017) os repasses dos valores de ICMS Ecológico de 2009 a 2017, para o município de Niterói foi de R\$ 32.044.183,35 (tabela 6).

Tabela 6: Histórico de recebimento de ICMS Ecológico pelo município de Niterói

Histórico de recebimento de ICMS Ecológico pelo município de Niterói			
ANO	Valor Total	Valor recebido por Niterói	Porcentagem cabível ao município de Niterói
2009	R\$ 37.934.822,00	R\$ 1.353.414,00	3,57 %
2010	R\$ 83.600.000,00	R\$ 2.490.645,34	2,98 %
2011	R\$ 111.500.000,00	R\$ 2.613.968,90	2,34 %
2012	R\$ 172.000.000,00	R\$ 3.960.607,00	2,30 %
2013	R\$ 177.000.000,00	R\$ 3.648.959,00	2,06 %
2014	R\$ 195.000.000,00	R\$ 3.650.181,00	1,87 %
2015	R\$ 222.675.166,00	R\$ 3.974.254,00	1,78 %
2016	R\$ 226.000.000,00	R\$ 5.646.398,04	2,50 %
2017	R\$ 220.543.750,00	R\$ 4.705.755,97	2,13 %
Totais	R\$ 1.446.253.738,00	R\$ 32.044.183,25	2,22 %

Fonte: (CATORZA, 2017, p. 55)

O ICMS Ecológico foi implementado para incitar os gestores a fortalecerem as políticas públicas em prol do meio ambiente, uma vez que o desempenho do município em comparação a outros reflete diretamente no percentual que irá receber

futuramente. Portanto, quanto maior o investimento na implementação de melhorias para questões ambientais (como citado anteriormente), maior será a compensação econômica do ICMS Ecológico ao município. Em Niterói o ano de 2017 os recursos advindos do ICMS Ecológico (R\$ 4,7 milhões) (CATORZA, 2017).

Sendo assim, pode-se observar que investir na conservação da natureza gera diversos benefícios para a sociedade. Além dos valores intrínsecos, isto é, ter uma vida digna e com qualidade desfrutando do acesso a um meio ambiente equilibrado, a natureza pode prover benefícios econômicos, indo contra o pensamento arbitrário de que investir na natureza não traz retorno financeiro. Esta premissa se vê como falsa no momento que estudos como estes evidenciam os retornos econômicos que o investimento em meio ambiente traz.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Parque Natural Municipal de Niterói possui uma área total de 918 hectares, contendo 89,4% desta composta por remanescentes florestais do bioma de Mata Atlântica, correspondendo a uma área de 820,76 hectares. Sendo a área equivalente ao desmatamento evitado pela implantação da unidade de conservação de 536,77 há, estocando um total de 76.367,32 toneladas de carbono. Utilizando a cotação do dia 22 de novembro de 2019, verificou-se a tonelada de carbono no mercado de créditos de carbono e estimou-se o valor econômico de R\$ 8.675.327 milhões de reais.

Portanto, a implantação de unidades de conservação bem como seu adequado manejo apresentam um papel inexoravelmente fundamental no combate ao aquecimento global. Pois além do fato de sequestrar e estocar GEE em sua biomassa, caso essas áreas não fossem asseguradas poderiam ser desmatadas, originando a emissão de todo carbono que possui, intensificando a crise climática.

Contudo, ademais da criação das unidades de conservação se faz extremamente necessário os estudos em relação as caracterizações das mesmas, uma vez que um dos gargalos para o presente trabalho foi a presença de algumas informações conflitantes.

Logo, é fundamental o investimento em profissionais, estudos e projetos que realizem estudos sobre os mais diversos aspectos relacionados às unidades de conservação, bem como os seus benefícios gerados para a sociedade. Pois essas informações formam um alicerce para argumentos que viabilizem a conservação ambiental e enfrente o paradigma natureza x desenvolvimento.

Ademais, torna-se evidente que o investimento em UCs traz benefícios econômicos diretos e indiretos para a sociedade, por intermédio da compensação ambiental do ICMS Ecológico, geração de emprego e renda para as comunidades do entorno através do turismo. Além de serem áreas de grande interesse para pesquisa científica por resguardarem importantes frações dos biomas brasileiros, com toda sua biodiversidade, *in situ*.

As unidades de conservação, além da relevância em relação ao clima, são essenciais para a manutenção da produção de água, proteção da flora e fauna inseridas, contensão de encostas, promoção de espaços de lazer, culturais e de

manifestação da fé, além da manutenção dos serviços ecossistêmicos de suporte como base para que todos os outros possam existir.

Dessa forma, alocar recursos em unidades de conservação pode ser entendido como investimento, visto que existe um grande potencial de retorno da qualidade ambiental e financeiro. Somente com esta visão poderemos remediar as consequências do clima para o futuro e garantir que as próximas gerações tenham acesso a toda essa magnitude da natureza, bem como qualidade de vida por meio do usufruto dos serviços ecossistêmicos proporcionados pelo meio ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. Campinas: IE/UNICAMP. 2009a. p. 45. n.155.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma "Economia dos Ecossistemas". Campinas: IE/UNICAMP. 2009b. p. 24. n.159.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 2 de 1994. Convenção Sobre Diversidade Biológica - CDB. Brasília. 1994.

CATORZA, C. F. A Contribuição Econômica das Unidades de Conservação via ICMS Ecológico. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Rio de Janeiro. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Profº. D. Sc. Gustavo Simas Pereira.

CARVALHO, et al. Potencial de Sequestro de Carbono em Diferentes Biomas do Brasil. Volume 34 – Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa (MG), 2010

CICES. Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos, 2016. Disponível em: . Acesso em: 21 dez. 2019.

CHANG, M. Sequestro de Carbono Florestal: Dimensões Políticas, Socioeconômicas e Ecológicas. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná. Faculdade de Filosofia, 2004, p. 270.

CRUTZEN, P. Geology of mankind. Volume 415. Nature, 2002, p.23.

ERVIN. J. Protected Area Assessments in Perspective. Volume 53, Bioscience. 2003

FAO. Notícias. O Estado das Florestas no Mundo de 2018 (SOFO 2018). Organização das Nações Unidas. Roma. p.132. 2018. ISBN 978-92-5-130715-1. Disponível em: . Acesso em: 15 nov. 2019.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas. Fundação SOS Mata Atlântica São Paulo, 2005.

IBGE. Panorama de Niterói/RJ. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/niteroi>>. Acesso em: 10 novembro 2019.

INVESTING – Valor da Tonelada do Carbono. Disponível em: <<https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>> Acesso em: 22 de Nov. 2019

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – Climate Change and Land – Relatório, 2019.

GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A. Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. Volume 41. Ecological Economics, 2002, p. 393-408.

KONTRA, J. Zombi Infections and Other Infectious Disease Complications of Global Warming. The Journal of Lancaster General Hospital. 2017

MEDEIROS, R. & YOUNG, C; Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Relatório Final. Brasília: UNEP-WCMC, 2011, p. 120.

MEDEIROS, R; ARAÚJO, F. Dez Anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lições do Passado, Realizações Presentes e Perspectivas Futuras. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília, 2011.

MEDEIROS, R; YOUNG, C. Quanto Vale o Verde - Conservação Internacional. Rio de Janeiro, 2018.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Washington DC, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA)- Mata Atlântica Manual de Adequação Ambiental. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) - Estratégia Nacional para Redução das Emissões Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal. Brasília, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) – O que é REDD+ Disponível em: <<http://redd.mma.gov.br/pt/pub-apresentacoes/item/82-o-que-e-redd>> Acesso em: 24 nov 2019.

MITTERMEIER, R.A., Gil P.R. AND MITTERMEIER, C;G. Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. 1997

MYERS, N. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. Environmentalist, 1988, p. 8-188

ODUM, E. Fundamentos da Ecologia. 7ª Edição. Editora Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 2004.

PREFEITURA DE NITERÓI - Apoio à Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) do Município de Niterói (2015) – Disponível em: <<http://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/diagnostico-tecnico-volume-1-3.pdf>> Acesso em: 15 de Nov. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI - Atlas das Unidades de Conservação do Município de Niterói – NITERÓI, 2018.

PREFEITURA DE NITERÓI – Apoio à Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) do Município de Niterói (2015) – Caderno de Mapas – Disponível em: <http://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/diagnostico-tecnico-volume-3-3_caderno_de_mapas.pdf> Acesso: 15 de Nov. 2019.

PORTAL DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS (SNIF) – Serviço Florestal Brasileiro. Disponível em: <<http://snif.florestal.gov.br/pt-br/estoques-das-florestas>> Acesso em: 17 de nov. 2019.

PIUSSI, P.; FARREL, E.P. Interactions Between Society and Forest Ecosystems: Challenges for The Near Future. Forest Ecology and Management. London, 2000.

REZENDE, D. Sequestro de carbono: uma experiência concreta - estudos iniciais do projeto de sequestro de carbono da Ilha do Bananal e seu entorno. Ed. Gráfica Terra, Goiânia, 2000.

SEEHUSEN, S. et al. Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: Lições Aprendidas e Desafios. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília, 2011.

SILVA, A. G. Valoração econômica ambiental em Unidades de Conservação: um panorama do contexto brasileiro. USP. São Carlos, p. 138. 2015. Dissertação (mestrado). Orientador: Vitor Eduardo Lima Ranieri.

SILVA, N. S. F Contribuição Econômica da Visitação no Parque Natural Municipal de Niterói – RJ. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Rio de Janeiro. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Profº. D. Sc. Gustavo Simas Pereira.

SILVA, G; RUSSO, S; Capacite: Os Caminhos para a Inovação Tecnológica. Editora: UFS. São Cristóvão, 2014.

SISTEMA DE GESTÃO DA GEOINFORMAÇÃO (SIGgeo) – Disponível em: <<http://www.sigeo.niteroi.rj.gov.br/>> Acesso em: 15 de nov. 2019.

SOS MATA ATLÂNTICA – Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – período 2012-2013. São Paulo, 2014. Disponível em <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2012-2013_relatorio_tecnico_2014.pdf> Acesso em: 20 nov 2019.

STEFFEN, W; CRUTZEN, P. J.; MCNEILL, J.R. The Anthropocene: Are HumanOverwhelming The GreatForvesofNature?Ambio - Sciences Module, 2007, p. 614-621.

TOTTEN, MICHAEL. Getting It Right – EmergingMarkets For StoringCarbon in Forests. Forest TrandsAnd World ResourcesInstitute. Washington DC, 2000.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>> Acesso em: 20 de nov. 2019.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. Disponível em:
<<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/03/diferenca-entre-os-impactos-de-um-aquecimento-de-15c-ou-2c-no-planeta>> Acesso em: 21 nov. 2019.

ZIMOV, A. et al; Permafrost and the Global Carbon Budget Sergey. Volume 312 - Science, 2006, p. 1612-1613