



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE ECONOMIA ECOLÓGICA**

**MARIA MIRIAM BARROS DOS SANTOS**

**MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA ÁREA SUSCETÍVEL À  
DESERTIFICAÇÃO DO MÉDIO JAGUARIBE: IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL  
DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS**

**FORTALEZA**

**2022**

MARIA MIRIAM BARROS DOS SANTOS

MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA ÁREA SUSCETÍVEL À  
DESERTIFICAÇÃO DO MÉDIO JAGUARIBE: IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE  
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Economia Ecológica do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade Federal  
do Ceará, requisito parcial à obtenção do título  
de Bacharela em Economia Ecológica,

Orientadora: Prof. Dra. Isabel Cristina da Silva  
Araújo

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S236m Santos, Maria Miriam Barros dos.  
Mapeamento do uso e ocupação do solo da área suscetível à desertificação do Médio Jaguaribe :  
identificação do potencial de serviços ecossistêmicos / Maria Miriam Barros dos Santos. – 2022.  
59 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências  
Agrárias, Curso de Economia Ecológica, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Profa. Dra. Isabel Cristina da Silva Araújo.
1. Meio ambiente. 2. Espacialização de dados. 3. Sensoriamento remoto. I. Título.

CDD 577

---

MARIA MIRIAM BARROS DOS SANTOS

MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA ÁREA SUSCETÍVEL À  
DESERTIFICAÇÃO DO MÉDIO JAGUARIBE: IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE  
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Economia Ecológica do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade Federal  
do Ceará, requisito parcial à obtenção do título  
de Bacharela em Economia Ecológica,

Orientadora: Prof. Dra. Isabel Cristina da Silva  
Araújo

Aprovada em: 11 / 02 / 2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dra. Isabel Cristina da Silva Araújo (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Me. José Nilson Oliveira Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico a Deus por me dar a graça e capacidade de concluir este trabalho e a minha mãe pelo carinho e apoio durante toda a minha caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar sempre e me conceder graça e sabedoria para que esse trabalho se tornasse possível.

À minha família, minha mãe e meus irmãos, por me motivar na busca de meus objetivos.

Ao meu namorado Igor Prata, pelo apoio e companheirismo.

Às minhas amigas Amanda Moura, Amanda Santos, Aldineire Dantas e Caroline Mendes por tornarem mais leve essa jornada da graduação e por sempre me apoiarem nos momentos de ansiedade.

Agradecimento especial a Ariel Rocha e Márcio Regys por sanar minhas dúvidas com Geoprocessamento.

À UFC, pelo apoio financeiro com a manutenção das bolsas de auxílio durante todo o período de formação acadêmica.

À Prof. Dra. Isabel Cristina Da Silva Araújo, pela excelente orientação.

Aos professores e participantes da banca examinadora Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho e José Nilson Oliveira Filho pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

“2. Não defenderás a Natureza em vão, apenas com palavras, mas através de teus atos. 8. Não levantarás falso testemunho dizendo que o lucro e o progresso justificam teus crimes” (VASCONCELOS SOBRINHO, 1979).

## RESUMO

O problema da desertificação tem avançado ao longo dos anos como resultado de diversos fatores e ações, natural ou antrópico, que impactam o meio ambiente. No Brasil, há uma extensa área em processo de desertificação, que abrange parte do Nordeste e uma pequena região do Sudeste, no qual o Ceará é um dos estados do Nordeste atingido por esse fenômeno, nele encontramos três núcleos com Área Suscetível à Desertificação, entre eles está o Núcleo III do Médio Jaguaribe, uma área bastante antropizada que sofre pressão em seu uso e ocupação do solo, bem como os impactos devido ao clima quente de região semiárida. O presente trabalho tem como objetivo mapear essa área em seu uso e ocupação, fazendo uma análise temporal evidenciando o potencial dos serviços ecossistêmicos dentro de um período de 5 anos. Para isso, foi desenvolvido uma matriz de valores atribuindo um peso entre 0 e 5, de nenhum potencial de relevância a máximo potencial de relevância, pra cada classe de Uso e Ocupação do solo. Foram trabalhados 3 tipos de SE, Suporte, Regulação e Provisão, utilizando a metodologia da Avaliação Ecológica Do Milênio (MEA, 2005), com exceção do serviço de cultura; e 6 classes de uso do solo: Formação Florestal, Formação Natural Não Florestal, Agropecuária, Área Não Vegetada, Área Urbanizada e Corpo D'água, para o cruzamento dos dados. Visto a importância que os SE tem para o equilíbrio ambiental e bem-estar social, os ecossistemas diferem em seu potencial de fornecimento de bens e serviços. O mapeamento dos SE mostra-se como uma importante ferramenta que possibilita espacializar os SE e auxiliar nas tomadas de decisões e gestão do espaço. Os dados coletados do site MapBiomas foram processados e reclassificados pelo programa Qgis, com resultado na construção de 30 mapas de SE. Das informações obtidas, foi possível perceber que a classe de uso da terra "Floresta" demonstrou maiores resultados para todos os tipos de SE. Além disso, uma das classes que mostrou menor importância foi a Área Urbanizada e Área Não Vegetada, com média de valores inferiores as demais. A espacialização dos dados representou o fornecimento dos SE para cada classe de uso e ocupação, mostrando como as classes diferem em potencial e capacidade de fornecer SE.

**Palavras-chave:** Meio ambiente. Espacialização de dados. Sensoriamento Remoto.

## ABSTRACT

The desertification problem has advanced along the years as a result of several factors and actions, natural or anthropic, that impact the environment. In Brazil, there is an extensive area in desertification process, that covers part of the Northeast and a small region of the Southeast, in which Ceará is one of the Northeastern states affected by this phenomenon, in it we find three nuclei with an Area Susceptible to Desertification, among them is the Nucleus III of Médio Jaguaribe, a very anthropized area that suffers pressure in its use and occupation of the soil, as well as the impacts due to the hot climate of semi-arid region. The present work aims to map this area in its use and occupation, making a temporal analysis showing the potential of ecosystem services within a period of 5 years. For this, we developed a matrix of values assigning a weight between 0 and 5, from no potential relevance to maximum potential relevance, for each class of land use and occupation. We worked on 3 types of ES, Support, Regulation and Provision, using the methodology of the Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), with the exception of the culture service; and 6 classes of land use: Forest Formation, Non-forested Natural Formation, Agriculture, Non-vegetated Area, Urbanized Area and Water Body, for the crossing of data. Given the importance of ES for environmental balance and social well-being, ecosystems differ in their potential to provide goods and services. The mapping of SE shows itself as an important tool that enables the spatialization of SEs and assists in decision making and spatial management. The data collected from the MapBiomas site were processed and reclassified by the Qgis program, resulting in the construction of 30 SE maps. From the information obtained, it was possible to see that the land use class "Forest" showed higher results for all types of ES. Moreover, one of the classes that showed less importance was the Urbanized Area and Non Vegetated Area, with average values lower than the others. The spatialization of the data represented the supply of ES for each use and occupation class, showing how the classes differ in potential and ability to provide ES.

**Keywords:** Environment. Spatialization of Data. Remote Sensing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Mapa de localização do Núcleo III de desertificação- Médio Jaguaribe.....	26
Figura 02 - Mapa de Uso e Ocupação do Núcleo III de desertificação do Médio Jaguaribe - CE. Reclassificação da Imagens raster do site MapBiomias referente ao ano de 2020.....	31
Figura 03 - Serviço de regulação do clima para os anos de 2015 e 2020.....	34
Figura 04 - Serviço de regulação do ar para os anos de 2015 e 2020.....	34
Figura 05 - Serviço de purificação da água para os anos de 2015 e 2020.....	35
Figura 06 - Serviço de controle de erosão para os anos de 2015 e 2020.....	36
Figura 07 - Serviço de controle de doenças para os anos de 2015 e 2020.....	37
Figura 08 - Serviço de provisão de alimentos para os anos de 2015 e 2020.....	37
Figura 09 - Serviço de provisão de água para os anos de 2015 e 2020.....	38
Figura 10 - Serviço de provisão de lenha e fibra para os anos de 2015 e 2020.....	38
Figura 11 - Serviço de provisão de recursos energéticos para os anos de 2015 e 2020.....	39
Figura 12 - Serviço de ciclagem de nutrientes para os anos de 2015 e 2020.....	40
Figura 13 - Serviço de formação dos solos para os anos de 2015 e 2020.....	40
Figura 14 - Serviço de processos ecológicos para os anos de 2015 e 2020.....	41
Figura 15 - Serviços de Regulação para os anos de 2015.....	42
Figura 16 - Serviços de Regulação para os anos de 2020.....	43
Figura 17 - Serviços de Provisão para os anos de 2015.....	44
Figura 18 - Serviços de Provisão para os anos de 2020.....	45
Figura 19 - Serviço de suporte para o ano de 2015.....	46
Figura 20 - Serviços de Suporte para o ano de 2020.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos serviços ecossistêmicos segundo MEA.....	23
Tabela 2 – Representação da área em hectares de uso e ocupação do solo da região.....	33
Tabela 3 – Representação em área por hectares para a classe de SE Regulação.....	43
Tabela 4 – Representação em área para a classe de serviço provisão .....	45
Tabela 5 – Representação em área para a classe de serviço suporte .....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Quadro de explicação dos diversos conceitos de desertificação.....	18
Quadro 02 -	Matriz de valores dos Serviços Ecossistêmicos em relação ao Uso e Ocupação do Solo da ASD–Núcleo III Médio Jaguaribe–CE.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASD	Área Suscetível a Desertificação
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
GEE	Google Earth Engine
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MA	Millennium Assessment
MEA	Avaliação Ecológica do Milênio
ONU	Organização das Nações Unidas
PLACD	Primeiro Plano Mundial de Ação contra a Desertificação
PAN-Brasil	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca
SE	Serviços Ecológicos
SHP	Shape
TEEB	Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNCOD	Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação
UTM	Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Contextualização de desertificação.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Desertificação: Conceito, causas e consequências.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Região semiárida e a desertificação.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Serviços ecossistêmicos.....</b>	<b>21</b>
<i>2.4.1</i>	<i>Avaliação Ecosystemica do Milênio.....</i>	<i>23</i>
<i>2.4.2</i>	<i>Importância dos S.E.....</i>	<i>24</i>
<b>2.5</b>	<b>Monitoramento ambiental por meio de técnicas de sensoriamento remoto.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Aquisição de dados e processamento das imagens.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>Matriz de classificação dos Serviços Ecossistêmicos.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Mapeamento dos serviços ecossistêmicos.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Espacialização dos dados.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Representação das subclasses de SE para os anos de 2015 e 2020.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Representação espacial das variáveis do serviço de regulação para o uso e ocupação do solo.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4</b>	<b>Representação espacial das variáveis do serviço de provisão para o uso e ocupação do solo.....</b>	<b>37</b>
<b>4.5</b>	<b>Representação espacial das variáveis do serviço de suporte para o uso e ocupação do solo.....</b>	<b>39</b>
<b>4.6</b>	<b>Representação das classes de serviços ecossistêmicos para os anos de 2015 e 2020 .....</b>	<b>41</b>
<i>4.6.1</i>	<i>Serviços de Regulação para os anos de 2015 e 2020 .....</i>	<i>41</i>
<i>4.6.2</i>	<i>Serviços de Provisão para os anos de 2015 e 2020 .....</i>	<i>44</i>
<i>4.6.3</i>	<i>Serviço de Suporte para os anos de 2015 e 2020.....</i>	<i>46</i>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>
	<b>ANEXO A – Lista de serviços ecossistêmicos, definições e indicadores.....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXO B - Tabela com valores peso para o potencial de serviços ecossistêmicos.....</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXO C -Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 6 do MapBiomias.....</b>	<b>59</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Historicamente a desertificação é um problema que ocorre nas mais diversas regiões do mundo, porém só passa a ser reconhecida e discutida a partir dos anos de 1930, quando começam a ocorrer alterações ambientais mais intensas e preocupantes. Dois principais eventos contribuíram para as discussões acerca dos problemas da desertificação, o fenômeno Dust Bowl, tempestade de areia, com ocorrência nos anos de 1930, e a grande seca, no Sahel, região da África, em meados dos anos de 1970 (MATALLO JUNIOR, 2009). Em decorrência desses fenômenos, estudos e publicações sobre desertificação gradativamente ganham espaço na área da ciência, além de passar a ser amplamente discutido pelos governos do mundo todo, passando a ser pauta nos fóruns internacionais da Organização das Nações Unidas (ONU).

O Brasil é signatário desses tratados internacionais, respondendo a uma série de informes e medidas de implementação, atendendo as suas especificidades nacionais e regionais. Dessa forma, foi elaborado o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca (PAN-Brasil), em 2005. Mesmo com toda a sua riqueza natural, o país enfrenta graves problemas ambientais, como a desertificação, atingindo principalmente as regiões Nordeste e Sudeste. O Nordeste, por sua vez, é a região mais atingida por esse fenômeno, por causa de diversos fatores e vulnerabilidades.

Algumas vulnerabilidades ambientais específicas que propiciam para o aumento da desertificação estão relacionadas com o baixo índice pluviométrico, clima semiáridos, subúmido árido e áreas que apresentam constantes secas, bem como solos rasos que são mais propensos a erosão, tais características estão bem presentes na região Nordeste. E assim como todas as regiões do Brasil, com áreas destinadas a produção agrícola, agropecuária e outras, o Nordeste também dispõe de extensas áreas para produção, e devido esses fatores e a pressão do uso da terra a desertificação tem mais chance de acontecer. “O uso e ocupação antrópica são capazes de acentuar e gerar maior suscetibilidade, aumentando a possibilidade de que o processo da desertificação se estabeleça num determinado lugar” (SEMAS, 2020).

Os impactos provocados pela desertificação podem ser: ambientais, sociais e econômicos. No caso dos impactos ambientais, esse fenômeno deteriora e causa instabilidade à paisagem, podendo ser muitas vezes irreversíveis, sendo decorrente de ações antrópicas e naturais. As ações antrópicas estão ligadas ao desenvolvimento de atividades de uso e ocupação do solo, onde na maioria das vezes se dá de forma desordenada e inadequada à região, e ações naturais muitas vezes ligadas características ambientais da região. Esse

conjunto de fatores leva a perda da biodiversidade, degradação e erosão do solo acentuando fortemente esse processo de desertificação.

É importante ressaltar que o problema desertificação altera os serviços ecossistêmicos (SE) que são indispensáveis para o equilíbrio ambiental, além de prover bem-estar para a sociedade. À medida que um dado ecossistema entra em processo de degradação e desequilíbrio passa a ter perda dos recursos naturais e conseqüentemente dos SE. Com a pressão do uso da terra, e constante retirada de nutrientes, sem manejo adequado, o solo perde a capacidade de se regenerar, tornando infértil e incapaz de receber qualquer forma de vida.

No campo interdisciplinar da literatura, estudos ambientais ganham espaço ao propor e aplicar metodologias com uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e sensoriamento remoto para analisar, investigar e entender as modificações no meio ambiente. O mapeamento dos SE propõe espacializar dados de fácil compreensão para observar as áreas com maior potencial de fornecimento desses serviços, assim como quem são os beneficiários e compreender sua importância em torno das mudanças e alterações ambientais. O mapeamento da região versa sobre uma importante discussão, o serviço de provisionamento de alimento, destacando que a classe de agropecuária revela o peso máximo em sua avaliação, porém traz impactos severos para o ecossistema (MEA,2005).

Logo, o presente trabalho buscar identificar temporalmente, em uma escala de cinco anos, o potencial de serviços ecossistêmicos da região do Núcleo III de desertificação do Médio Jaguaribe por meio do mapeamento de usos e ocupação do solo. Diante disso, foi aplicado a classificação dos serviços ecossistêmicos da metodologia MEA (2005), ademais foi trabalhado a elaboração da matriz de peso para a classificação dos serviços ecossistêmicos por uso do solo, fundamentado na matriz de classificação elaborada pelos autores Burkhard, Kandziora et al. (2014), e identificando o potencial de serviços ecossistêmicos na área suscetível à desertificação.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Contextualização de desertificação**

O termo desertificação passou a ser bastante utilizado a partir dos anos de 1970, ao passo em que se intensificaram pesquisas e estudos na área. No entanto, segundo Matallo Junior (2009), autores já haviam se referido a palavra “desertificação”, desde 1927, onde o pesquisador francês Louis Lavauden foi o primeiro a se referir ao termo.

O fenômeno conhecido como Dust Bowl, tempestades de pó nas grandes planícies centrais dos EUA, que aconteceu por volta dos anos de 1930, afetando os estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado, também motivou pesquisadores e cientistas a se aprofundarem seus estudos sobre o problema da desertificação. Porém, “Foi popularizada por Andre Aubreville nos anos 40, com a degradação da terra na Grande Planície Americana, causada principalmente pelo desmatamento, exploração intensiva dos solos e 9 anos de seca intensa que afetou a região nos anos de 1929 a 1936” (MATALLO JUNIOR, 2009).

Outro evento que se destaca sobre o problema e as consequências da desertificação, segundo Matallo Junior (2009), foi a seca que aconteceu na região sul do Sahar, o Sahel (1967 – 1968), causando a morte de mais de 500 mil pessoas. Suguio (2008) em seu livro intitulado Mudanças Ambientais na Terra, também se refere a desertificação na África, onde ele destaca o avanço da desertificação devido combinação de vários fatores “baixa pluviosidade, política colonialista, guerras civis, além de aumento populacional”.

Após essa série de eventos catastróficos, a Conferência das Nações Unidas Para o Meio Ambiente Humano aprovou a organização da Primeira Conferência Internacional sobre Desertificação a ser realizado em Nairobi no ano de 1977, durante essa conferência foi aprovado o Primeiro Plano Mundial de Ação contra a Desertificação (PLACD).

A Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (UNCOD), realizada em Nairóbi, no Quênia, no ano de 1977, reuniu mais de 500 delegados de 94 países. Em consequência desse encontro, no ano de 1978, foi lançado em Nova York o Plano de Ação de Combate à Desertificação com o objetivo de promover a produtividade de áreas áridas, semiáridas, sub-húmidas e outras áreas vulneráveis a desertificação, com a intensão de melhorar a qualidade de vida de seus habitantes (BRASIL, 1998, DECRETO N° 2.741).

Por falta de compromisso dos países com o plano citado acima, foi criada a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), essa convecção se torna mais relevante de forma que os governos passam a ter mais compromissos com os problemas ambientais. A UNCCD foi fundada em 1994 na França, para países afetados por

secas graves ou desertificação, a fim de integrar uma gestão sustentável do solo e equilíbrio ambiental. “Entrou em vigor em 26 de dezembro de 1996 e foi ratificada pelo Brasil pelo Decreto Legislativo nº 28, de 13 de junho de 1997, e promulgada pelo Decreto nº 2.741, de 20 de agosto de 1998” (BRASIL, 1998, DECRETO Nº 2.741).

No entanto, cabe destacar ainda que no ano de 1992 foi realizado no Brasil o maior encontro das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, promovido pela UNCED (United Nations Conference on Environment and Development), a Rio-92 ou ECO-92. Um dos documentos mais conhecidos, é a Agenda 21, dedicando o capítulo 12 ao combate à desertificação. Além disso, no ano de 2004 foi criado o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, o PAN-BRASIL (TAVARES, ARRUDA, SILVA, 2019).

De acordo com MMA (2004) na linha de pressupostos estabelecidos pela Agenda 21, traz a abordagem da UNCCD sobre desertificação. No que tange o seu conceito e causas, desertificação é dada como um “processo que culmina com a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, como resultado da ação de fatores diversos, com destaque para as variações climáticas e as atividades humanas”.

De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA nº 238 de 1997, para o Brasil, as áreas enquadradas no conceito de desertificação aceito pelas Nações Unidas são aquelas abrangidas pelo trópico semiárido. Estas áreas suscetíveis a desertificação no Brasil, são caracterizadas por longos períodos de seca, seguido por outros de intensas chuvas. Esses processos de instabilidade ambiental costumam causar sérios prejuízos econômicos e sociais, além de uma intensa deterioração ambiental (PAN-Brasil, 2004).

O Nordeste brasileiro se encontra dentro dessas características ambientais, por ser uma região de clima semiárido e bastante propenso a secas e estiagem. Nele foi possível identificar quatro núcleos de desertificação. São eles: Ilbués, PI, Irauçuba, CE, Seridó, RN/PB e Cabrobó, PE. Os núcleos são áreas, que apresentam elevados níveis de degradação dos solos e vegetação. Esses núcleos foram áreas delimitadas pelo Vasconcelos Sobrinho, através de metodologia baseada em bioindicadores, na variação dos elementos do clima e condições socioeconômicas. Além disso essas áreas apresentam características semelhantes, tais como: irregular distribuição das precipitações pluviométricas, solos jovens e pouco desenvolvidos, recobertos por caatinga (SANTOS; AQUINO, 2016).

Nesses quatro núcleos foi constatado que o fator antropogênico para a intensa degradação, de uma maneira geral, foi a substituição da caatinga por práticas agrícolas,

pecuária e retirada de madeira para fins de produção. De acordo com Magalhães et al (2016), além da seca que contribui bastante para a desertificação, atividades antrópicas como sobrepastoreio, incêndios e desmatamento também intensificam esse processo, esses fatores são bem presentes na região Nordeste.

## **2.2 Desertificação: Conceito, causas e consequências**

Existe uma série de definições para o termo desertificação, o que de certa forma causa uma complexidade para sua compreensão, já que alguns cientistas se referem a desertificação como sendo um processo mais derivado de ações antrópicas, enquanto outros pelas ações da natureza como mudanças de clima e processos erosivos.

Para Kates et al, (1992) o processo de desertificação se dá como sendo um fenômeno causado mais pela ação humana, no qual afirmam que são fenômenos naturais os desertos quentes do mundo ou determinadas áreas com pouco ou nenhuma vegetação. A Ação humana em seu uso irregular da terra é fator relevante para a desertificação. É vista também como um processo que resulta da interação de três principais sistemas do modo de vida nas terras secas, os agrícolas, pecuários e urbanos.

Da mesma forma, Garduño (1992), traz um conceito mais antropizado para o termo desertificação. Mesmo com as variações climáticas e presentes secas, esse processo está mais atribuído as intervenções do homem na natureza. “A desertificação é o empobrecimento de ecossistemas áridos e semiáridos, e também de alguns húmidos, causado pelo impacto das atividades do homem”. Onde as mudanças nos ecossistemas reduzem a produtividade de plantas, altera a biomassa e a diversidade das formas de vida, além de uma degradação acelerada do solo.

Sugiuo (2008) apresenta desertificação como um “processo de deterioração ambiental resultante do rompimento da estabilidade de uma paisagem, dando origem a eventos catastróficos de erosão de vertentes, denudação de solos cultiváveis, formação de campos de dunas”. A desertificação é frequentemente induzida pelo homem (ação antrópica), através do uso inadequado do espaço físico, atingindo a fragilidade da terra.

Segundo Matallo Junior e Vasconcelos (2003), algumas características de determinadas regiões as tornam mais propensas ao processo de desertificação. Seu olhar, sobre este processo, está mais voltado para as ações antrópicas, causas e características naturais da região. A exploração exagerada do homem leva a um processo de degradação dos

recursos naturais alterando as características físicas e ambientais de recursos como o solo, vegetação, ar e água. Essas alterações são mais significativas em regiões secas, devido a susceptibilidade a processos erosivos, vegetação pouco densa e rasteira, regime climático particular e chuvas torrenciais e irregulares.

A degradação dos recursos naturais é causada pelas crescentes ações inconside-rada do homem em sua forma de uso e ocupação da terra, causando uma forte degradação dos recursos naturais. As frequentes mudanças ambientais mostram “características alarmantes com sérios prejuízos para os recursos naturais renováveis. São derivações de uma ocupação humana inadequada que se traduzem nos processos de degradação em diferentes níveis e até mesmo em condições irreversíveis ou de desertificação” (FUNCEME, 2015). A tabela a seguir mostra alguns autores e quais suas definições para desertificação. Em conjunto, traz uma avaliação sobre as possíveis áreas de ocorrência, como também as consequências desse processo devastador do meio ambiente.

Quadro 01 - Quadro de explicação dos diversos conceitos de desertificação

<b>Crité- rios</b>	<b>Conceitos balizadores</b>	<b>Escala temporal</b>	<b>Escala espacial</b>	<b>Consequências</b>	<b>Autores</b>
<b>Antrópico</b>	Diminuição/destruição do potencial biológico da terra	Tempo/presente	Áridas e semiáridas (sub-úmidas secas)	Conduz a um deserto	Quênia/77
	Destruição do potencial biológico de terras áridas e semiáridas	Tempo/presente	Áridas e semiáridas (sub-úmidas secas)	Deterioração da vida, interfere na frágil relação clima/solo/vegetação	Rio/92
	Degradação de vários tipos de vegetação e áreas com precipitações atuais médias entre 50 e 300mm	Do passado recente ao tempo presente	Margem dos desertos e florestas úmidas	Degradação de vários tipos de vegetação	Le Houérou 1977

	Irreversibilidade	Humana temporal (25 anos)	Áreas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas	Destruição do potencial biológico das terras e da capacidade para suportar populações	Mainquet 1995
	Degradação do capital ecológico	Humana	Zona saheliana e sahelosudanesa	Diminuição da quantidade e da capacidade produtiva dos recursos em água, solo, vegetação e fauna.	Rochette 1989
<b>Antrópico Climático</b>	Ação Humana ou por mudanças climáticas desertificação	Humana/geológica	Árido e semiárido	Difusão das condições de ambientes desérticos nas regiões áridas ou semiáridas	Rapp 1974
	Criação de condições semelhantes às dos desertos; deficiência de água no sistema natural; desertificação climática e ecológica	Humana	Domínios sub-úmidos e semiáridos nas regiões quentes do mundo	Perda progressiva da produtividade dos ecossistemas	Conti 1989
	Processo de deterioração ambiental; mudanças climáticas e uso inadequado do solo pelo homem	Humana	Domínios sub-úmidos e semiáridos nas regiões quentes do mundo	Crescente deficiência de chuvas, mudanças do clima macrorregional, transformação gradativa de áreas florestais em áreas desérticas.	Nimer 1988

Fonte: VERDUM, R., QUEVEDO, D. et al. (2009). Adaptado por Miriam Barros

As causas da desertificação estão relacionadas aos processos naturais e ações humanas. Segundo Rêgo (2012), uma possível classificação elencaria estes processos da seguinte maneira: referente as causas humanas, destaca o desequilíbrio ambiental, desmatamento, incêndios e extração excessiva de produtos florestais, bem como o uso intensivo e manejo inadequado do solo, além do sobrepastoreio, que causa perdas de nutrientes e uma compactação abusiva do solo, impossibilitando crescimento e evolução da vegetação, o que resulta em processos erosivos. Entre as causas naturais, destacam-se as regiões de clima seco, com baixa precipitação pluviométrica anual, geológicas e geomorfológicas, além de alta evaporação, facilitando a salinização e o acúmulo de minerais na superfície.

Sobre as consequências da desertificação, alguns autores trazem uma visão mais voltada sobre meio ambiente em si, por exemplo: no livro Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil, do CGEE (2016), apontam que “há por consequência, exaustão dos recursos naturais e empobrecimento generalizado da biodiversidade, abrindo-se caminho para a expansão dos núcleos desertificados”, como redução da fertilidade natural dos solos; salinização e alcalinização dos solos e das águas; disponibilidade hídrica diminuída; escoamento superficial ampliado; impacto e empobrecimento da biodiversidade.

Segundo Rêgo (2012), “causas e as consequências da desertificação são complexas e interligadas. Trata-se de um círculo vicioso que gera pobreza, insegurança alimentar e desenvolvimento insustentável, entre outros problemas”. Esse problema está intimamente ligado a questão da pobreza, aumento da imigração, além de problemas na saúde e bem-estar social. Essas consequências são respostas de alterações e desequilíbrio ambiental, nos quais os ecossistemas perdem seus recursos e capacidade de prover serviços para o bem-estar humano.

Áreas que estão em constante processo de alteração, seja física ou química, requer um monitoramento para melhor compreender os processos naturais e antrópicos que interferem na dinâmica natural desses sistemas, acompanhando os principais fatores e as causas da desertificação. Quando se refere ao monitoramento de área degradada ou desertificada se faz necessário por prever ações antrópicas e naturais, como o desmatamento, processos erosivos, além de uma análise de uso e ocupação do solo, identificando a suscetibilidade do local, tornado mais acelerado e fácil tomar medidas estratégicas e planos para a prevenção e recuperação dessas áreas.

### **2.3 Região semiárida e a desertificação**

A região do Médio Jaguaribe apresenta condições edafoclimáticas que contribuem para o processo de degradação. O clima contribui para altas temperaturas principalmente por ser um local com baixa altitude, solos rasos e com baixa capacidade de armazenamento de água. Essas condições contribuem significativamente para o avanço da desertificação (LEITE et al, 2003).

A seca é um fenômeno presente em diversas regiões do mundo e está relacionada ao baixo índice pluviométrico local. Áreas como o Sahel, no Sul da África e o Nordeste brasileiro já foram severamente atingidos pela seca, com longos períodos de estiagem e sérias consequências ambientais, sociais e econômicas.

Devido a sua repetida ação, a seca “pode acelerar o processo de desertificação, especialmente quando o homem, deixando de lhe responder apropriadamente, permite que se acentuem os seus efeitos, os quais interferem no poder de recuperação natural da terra” (HARE, WARREN et all, 1992).

De acordo com Rêgo (2012), Vasconcelos Sobrinho estabeleceu algumas diferenças entre seca e desertificação. A seca é um fenômeno periódico, climático no qual não pode ser interferido pelo homem em suas causas e eclosão. Enquanto a desertificação ganha força pela ação do homem em conjunto aos efeitos do clima. Entretanto, “as duas somam-se e agravam-se mutuamente: após cada seca, a desertificação ganha novo impulso e seus efeitos tornam-se mais duradouros. No entanto, terminado o período das secas, as preocupações arrefecem como se tudo houvesse voltado à normalidade”.

### **2.4 Serviços ecossistêmicos**

Ecossistema entende-se por sistema aberto onde os seres bióticos e abióticos interagem entre si, construindo relações interdependentes, que são essenciais para o equilíbrio da natureza. A própria natureza fornece ao ser humano benefícios que são indispensáveis a sua sobrevivência, são os serviços ecossistêmicos. De acordo com Daily (1997) “Serviços ecossistêmicos são condições e processos provenientes dos ecossistemas naturais e das espécies que os compõem que sustentam e mantêm a vida humana”.

Segundo Daily et al (1997), os serviços ecossistêmicos se dão por meio das funções ecossistêmicas, que são a base para a formação desses serviços, essas funções se encontram classificadas em quatro categorias. Segundo De Groot (2002) cita-se a funções de

regulação; funções de habitat; funções de produção; e funções de informação.

Funções de regulação relacionam-se com a capacidade do ecossistema de regular os ecossistemas essenciais, processo e sistemas de suporte de vida através dos ciclos biogeoquímicos e outros processos biosféricos. Esta função fornece serviços que tem benefícios direto e indireto para o indivíduo, como ar, água e solo limpo e condições biológicas. A função de habitat fornece refúgio e habitat de reprodução para plantas e animais, contribuindo para a conservação da diversidade biológicas e genéticas. Função de produção está relacionada com a fotossíntese e captação de nutrientes por autótrofos que converte energia, dióxido de carbono, água e nutrientes em grande variedade de estrutura de carboidratos para criar uma variedade ainda maior de biomassa viva (variedade de alimentos, materiais e recursos energéticos e genéticos) e a função de informação contribui para a manutenção da saúde do ser humano, proporcionando oportunidade para reflexão enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo e experiência estética.

A definição de funções ecossistêmicas desenvolvida por De Groot (2002) assemelha-se com a conceitualização de SE, um conceito que está em constante movimento, possuindo diversas definições desenvolvidas pelos autores a seguir. Para Daly e Farley, 2004, os SE são produtos de funções ecológicas ou processos que direta ou indiretamente contribuem para o bem-estar humano, ou têm potencial para fazê-lo no futuro, ou, como os benefícios da natureza para famílias, comunidades e economias. Eles representam os processos ecológicos e os recursos expressos em termos de bens e serviços que eles fornecem. Enquanto Avaliação Ecosistêmica do Milênio – MEA, 2005, traz SE como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade -TEEB, 2010, afirma que SE são as contribuições diretas ou indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano.

Ainda sobre os SE, uma classificação mais atual na literatura é denominada Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES). Em constante atualização, a versão 4.3 dessa classificação foi publicada em 2013, enquanto a mais recente versão 5.1 foi publicada em 2016. Segundo CICES, os SE são contribuições dos ecossistemas para o bem-estar humano. A metodologia CICES trabalha com uma estrutura hierárquica de cinco níveis bem detalhados e específicos. Diferente das metodologias citadas anteriormente, essa trabalha apenas com três categorias dos SE: provisão, regulação e serviços culturais (HAINES-YOUNG, 2018).

#### 2.4.1 Avaliação Ecosistêmica do Milênio

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA) foi realizada entre 2001 e 2005 e traz a definição mais aceita de SE, no qual avaliou as consequências da mudança do ecossistema para o bem-estar humano, sendo a maior avaliação já realizada, tem parceria com órgãos das ONU, convenções, empresas e organizações não-governamentais.

Para MA (2005), serviços ecosistêmicos são benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, e está dividido em quatro categorias: provisão, cultural, regulação e suporte; e suas subclasses conforme representado na tabela 2 a seguir.

Tabela 01 - Classificação dos serviços ecosistêmicos segundo MEA

REGULAÇÃO	PROVISÃO	CULTURAIS	SUPORTE
Regulação do clima	Alimentos	Espiritualidade	Formação de solos
Controle de doenças	Água	Lazer	Produção primária
Controle de enchentes e desastres naturais	Lenha	Inspiração	Ciclagem de nutrientes
Purificação da água	Fibras	Educação	Processos ecológicos
Purificação do ar	Princípios ativos	Simbolismo	
Controle de erosão	Recursos energéticos		

Fonte: Adaptado de Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA), 2005.

Segundo a MA (2005) considera as pessoas como parte integrantes dos ecossistemas, sendo necessário uma interação dinâmica entre os indivíduos e o próprio ecossistema. Levando em consideração a sua complexidade, o MA (2005) considera que uma mudança no comportamento humano altera, de forma direta ou indireta, a dinâmica dos ecossistemas e conseqüentemente uma mudança no bem-estar humano.

O relatório *Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Síntese da Desertificação*, desenvolvidos pela MA (2005), expõe a relação da desertificação e bem-estar humano, uma vez que esse problema é resultado da pressão do uso da terra e de fatores naturais. Destaca ainda que regiões com escassez de água limita a produção de colheitas, madeira, dentre outros provisionamento de serviços do ecossistema. “A pressão está aumentando nos ecossistemas de terras secas para a prestação de serviços como alimentos, forragem, combustível, materiais de construção e água para humanos e animais, irrigação e saneamento”.

#### **2.4.2 Importância dos serviços ecossistêmicos**

Todos os seres vivos do planeta dependem dos recursos naturais para sobreviverem. Contudo, com a ação antrópica se intensificando, esses recursos se encontram em constante ameaça, devido a busca incessante do ser humano satisfazer suas necessidades, utilizando a natureza como o seu objeto de uso.

“Em qualquer ecossistema, as plantas, os animais, os solos, o relevo e a hidrologia dependem um do outro na sua estratégia auto-estabilizadora” (WARREN e MAIZELS, 1992). É necessária esta interação para manter o equilíbrio do ecossistema, qualquer alteração nesse sistema, traz sérias consequências de desequilíbrio ambiental.

Os ecossistemas tem um papel essencial para dar suporte a vida humana, animal e ambiental, fornecendo condições para o cultivo de alimentos, em habitats selvagens e ecossistemas agrícolas manejados, águas subterrâneas e de superfície. Fornecem também uma enorme diversidade de materiais para construção e combustíveis, que caracterizam matéria-prima para atividades e modo de vida da humanidade (VEZZANI, 2015).

Outra função importante a ser destacada são os serviços reguladores que afetam o clima e as enchentes, degradam resíduos, controlam doenças e mantém ou aumentam a qualidade da água. A importância desse serviço é imensurável, a presença de árvores nos ecossistemas fornece sombra e remove poluentes da atmosfera, executando a função de regular localmente o clima e a qualidade do ar. Pois O “sequestro e armazenamento de carbono é realizado quando árvores e plantas crescem, removem o dióxido de carbono da atmosfera e efetivamente armazenam esse carbono em seus tecidos. As florestas, ainda, influenciam a quantidade de chuva no ecossistema” (VEZZANI, 2015).

#### **2.5 Monitoramento ambiental por meio de técnicas de sensoriamento remoto**

A aplicação e uso do sensoriamento remoto tem se tornado cada vez mais frequente e essencial para monitoramento ambiental. Suas técnicas são fundamentais para estudos e análise do meio ambiente. Essa ciência “visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres” (MENESES, ALMEIDA, 2012).

Sensoriamento remoto é uma técnica utilizada para monitoramento de áreas, como seu próprio nome sugere. Utilizando sensores passivos e ativos é capaz de captar informações de qualquer objeto que se deseja estudar. Segundo a definição trazida por Fitz,

(2008a) sensoriamento remoto é uma “técnica que utiliza sensores para a captação e registro à distância, sem contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre”.

Os sensores como dispositivos, captam energia refletida ou emitida de uma superfície qualquer para registrá-la na forma de dados digitais como imagens, gráficos, dados e etc. Esses dados são armazenados, manipulados e analisados por softwares específicos. Os elementos essenciais para aquisição de dados são fonte de energia, objeto e o sensor (detector). Estes sensores, passivos ou ativos, necessitam de uma fonte de energia para captar o alvo, os ativos possuem fonte própria de energia, os passivos não possuem fonte própria de energia, necessitando de fonte externa como a energia solar para captar o alvo (FITZ, 2008b).

O monitoramento ambiental utiliza de técnicas de sensoriamento remoto para uma avaliação mais concreta de determinadas áreas, avaliando impactos, degradação ambiental, devido à grande importância ecológica e ambiental dessas áreas tem-se a necessidade de fiscalizar a existência, eficácia e eficiência da preservação das mais diversas áreas de ecossistemas.

Os dados de Sensoriamento Remoto obtidos por satélites fornecem informações detalhadas sobre as propriedades da superfície da terra tanto a nível local quanto em escala regional. Essa característica extrai “melhores informações sobre os alvos na superfície terrestre, especialmente aqueles de maior sensibilidade à região do infravermelho, como é o caso de estudos que envolvam a cobertura de vegetação” (PACHECO et al, 2015).

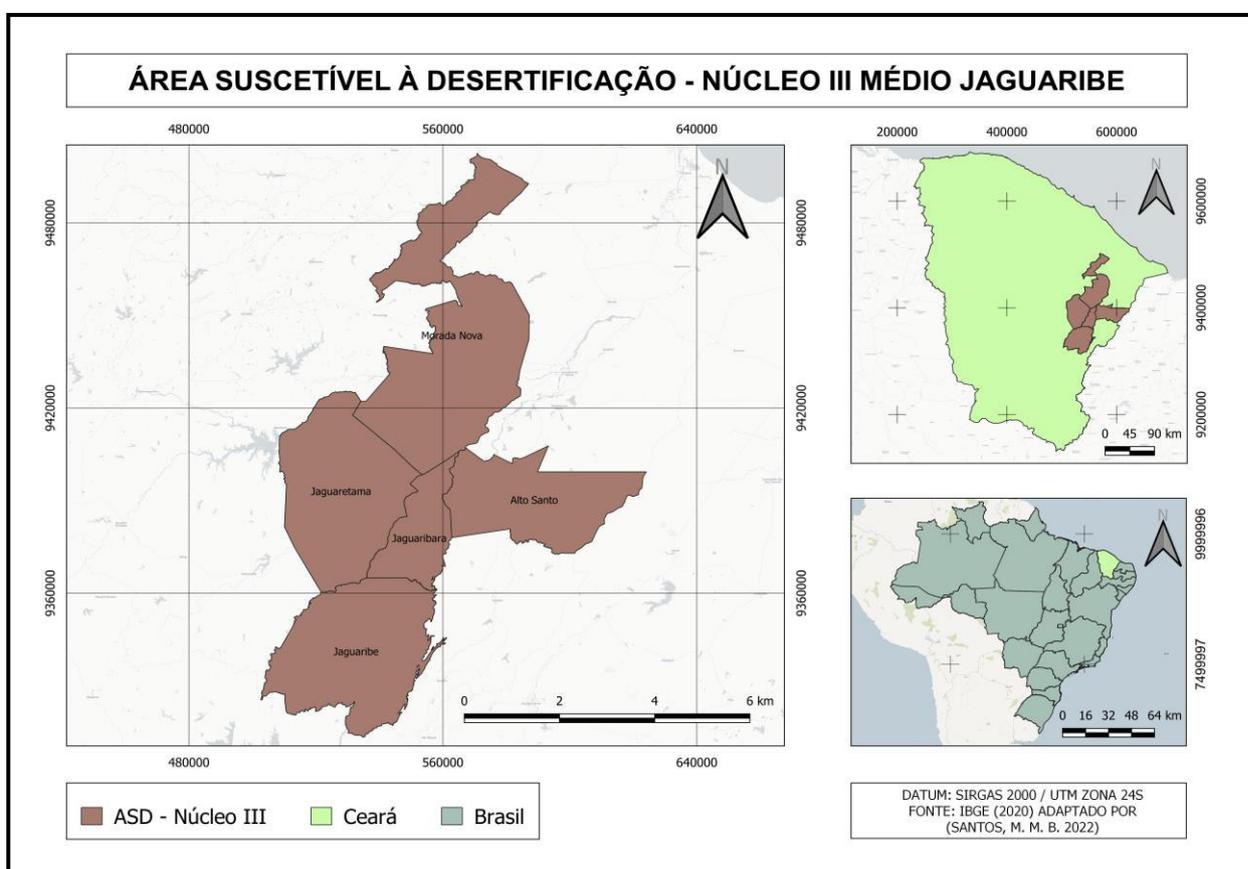
Para o monitoramento ambiental assim como para qualquer área, a aplicação de técnicas do sensoriamento remoto se faz necessária pela capacidade trabalhar com informações e dados temporais e espaciais. Ainda são utilizadas técnicas que auxiliam na identificação, observação e mapeamento dos solos em se tratando de cobertura e até mesmo a mudança no uso e ocupação.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo do presente trabalho é denominada como Núcleo III de desertificação-Médio Jaguaribe e está inserida na região semiárida do Nordeste, no estado do Ceará. Uma área que abrange 5 municípios e está em processo de desertificação, devido as condições climáticas extremas em conjunto com atividades antrópicas, produção agrícola, pastoreio, bem como queimadas, manejo e utilização incorreta do solo.

Figura 01 - Mapa de localização do Núcleo III de desertificação- Médio Jaguaribe



Fonte: Elaboração própria

O Núcleo III de Desertificação do Médio Jaguaribe é uma área com extensão total de aproximadamente de 8.436,500km<sup>2</sup>, representando 5.3% do estado do Ceará, a região é composta por 5 municípios, Jaguaribe, Jaguaribara, Jaguaribara, Alto Santo e Morada Nova. O Núcleo se acentua numa região de clima semiárido que propicia temperaturas médias que variam de 26° a 28° (°C), com período chuvoso de janeiro a abril e índice pluviométrico anual de aproximadamente 769,54 mm. Se localiza ao sul do estado do Ceará, possuindo as

coordenadas geográficas latitude 5°30'46.99"S e longitude 38°27'09.28"O. Segundo os dados do IPECE, 2020 a população está estimada em 143.209 pessoas.

Quanto as características ambientais, as depressões sertanejas ocupam maior parte do território. No município de Alto Santo destaca-se as planícies fluviais, enquanto em Morada Nova os maciços residuais predominam. Os principais solos encontrados na região são Solos Aluviais, Solos Litólicos, Bruno não Cálcico, Podzólico Vermelho-Amarelo, Cambissolo e Planossolo Solódico, Cambissolo.

Predominantemente os solos são pouco profundos, cujas características morfológicas, físicas e químicas favorecem o desencadeamento de processos erosivos, o que contribui para o déficit hídrico da região, já que um solo com pouca espessura está mais propenso a erosão, diminuindo assim a capacidade de armazenamento de água dos mesmos (LEITE et al, 2003).

Segundo o IPECE, sobre as características vegetacional da área de estudo é bem característica ao seu bioma, grande parte é Caatinga arbustiva aberta e densa, é possível encontrar também Floresta caducifólia espinhosa e floresta mista dicotillo-palmácea, bem como floresta subcaducifólia tropical pluvial. Entre os benefícios da vegetação para o solo, têm-se: prevenção de processos erosivos, aumento da capacidade de infiltração de água no solo, fornecimento de matéria orgânica além de prevenir inundações.

### **3.2 Aquisição de dados e processamento das imagens**

A coleta de dados foi realizada através do site MapBiomas, uma plataforma que promove o mapeamento anual de cobertura e uso da terra, no qual disponibiliza os dados e mapas de forma gratuita. Nele é possível encontrar um acervo de dados que correspondem ao período de 1985 a 2020, dividido em 6 coleções. Sendo a primeira coleção publicada em abril de 2016, apenas uma coleção simplificada cobrindo o período de 2008 – 2015. As demais coleções foram sendo publicadas nos anos seguintes com melhorias na classificação.

A coleção 6 foi a escolhida para o presente trabalho, que cobre o período de 1985 – 2020 e foi publicada em agosto de 2021. As imagens adquiridas são baseadas na coleção do Satélite Landsat, com resolução espacial de 30m correspondente ao ano de 2020. Os períodos do ano em que são selecionadas as imagens variam conforme a região, tema ou bioma. (MAPBIOMAS, 2021).

Após coletadas, as imagens foram levadas para o programa Qgis e reclassificada pela ferramenta, reclassificar por tabela. Essa reclassificação foi realizada para 6 classes de

uso e ocupação da terra, com base na tabela legenda disponibilizada pelo próprio Mapbiomas. As classes utilizadas foram: Formação Florestal, Formação Natural Não Florestal, Agropecuária, Área Não Vegetada, Área Urbanizada e Corpo D'água. (Tabela com legenda disponível no apêndice C).

Em seguida foi aplicado a ferramenta simbologia com renderização de banda simples falsa-cor para resultar na classificação proposta, utilizando como parâmetros cartográficos a projeção Transversa de Mercator (UTM) e DATUM SIGAS 2000 / ZONA 24S. Além dos mapas de uso e cobertura, é possível ter acesso a dados de mosaico de imagem, plugins para o Qgis, permitindo acesso a plataforma diretamente do próprio programa Qgis, e ainda, ferramentas de acesso e download do site Google Earth Engine (GEE), (Projeto MapBiomias - Coleção 6, 2021).

### **3.3 Matriz de classificação dos Serviços Ecossistêmicos**

A elaboração da matriz de classificação e os valores propostos para relevância dos SE foram gerados com base nos conhecimentos teóricos sobre classificação dos SE e a matriz de classificação dos SE em Uso e Ocupação do Solo, elaborada pelos autores Burkhard, Kroll et all, (2009) e Burkhard, Muller et all, (2014). As tabelas e indicadores encontram-se nos apêndices A e B.

Fundamentado na classificação dos SE proposta pela MEA (Avaliação Ecossistêmica do Milênio), foram trabalhadas 3 classes, com exceção dos SE culturais. Dentre elas estão: Classificação dos SE de Regulação, tendo como subclasses: Regulação do Clima; Qualidade do Ar; Controle de Doenças; Purificação da Água; Controle de Erosão. A Classificação dos SE de provisão, em suas subclasses: Provisão de Alimento; Provisão de Água; Lenha e Fibra e Recursos Energéticos. E por fim a Classificação dos SE de Suporte, em suas subclasses: Formação dos Solos; Ciclagem de Nutrientes e Processos Ecológicos.

O SE Cultural não foi abordado na presente pesquisa, pois se trata de um serviço com características subjetivas e particular a região. A capacidade que esse serviço tem para ser fornecido em uma dada comunidade X, pode não o ter para a comunidade Y, altera de cultura, de lugar, de região para região, visto que eles surgem da percepção da natureza, e não da própria natureza (POTSCHIN, 2016).

### 3.4 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos

O mapeamento dos SE para região de estudo foi possível após a transformação do arquivo raster, inicialmente reclassificado, em um shapefile. Esta transformação foi necessária para a execução das próximas etapas do processamento dos dados.

A partir dos resultados obtidos na matriz de classificação do potencial de SE, tornou-se possível ponderar a média e os pesos para cada classe de uso e ocupação do solo. Foi gerado uma tabela no Excel com os dados da matriz de valores para em seguida unir esta tabela ao arquivo em formato shape (SHP) no programa Qgis, a fim de gerar um novo arquivo raster para cada variável dos SE. O arquivo SHP é um formato de arquivo vetorial desenvolvido pela ESRI, são dados de bases cartográficas compostos por ponto, linhas ou polígonos.

A transformação de cada variável em arquivo raster foi executado por meio da ferramenta rasterizar. Seguindo a metodologia de modelagem de dados utilizado por Coelho, (2017), após a média encontrada, foi atribuído o peso identificando a representatividade de cada variável dentro do seu grupo de classificação.

Posteriormente foi realizado a álgebra de mapas no programa Qgis, para cada grupo de Serviço Ecossistêmico, utilizando a ferramenta “Calculadora Raster”. A seguir o método utilizado para a realização dos cálculos.

- **Serviço de Regulação:** (clima x peso) + (qualidade do ar x peso) + (Controle de doenças x peso) + (Purificação da água x peso) + (Controle de erosão x peso)

- **Serviço de provisão:** (Alimento x peso) + (Água x peso) + (Lenha e fibra x peso) + (Recursos Energéticos x peso)

- **Serviço de Suporte:** (Formação dos Solos x peso) + (Ciclagem de Nutrientes x peso) + (Processos Ecológico x peso)

Na sequência, após o todo processo classificação e mapeamento dos SE, foi possível a análise comparativa dentro de um espaço temporal de cinco anos, afim de entender como tem se comportado a degradação ambiental, bem como as perdas dos SE ao longo dos anos na área em processo avançado de desertificação.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

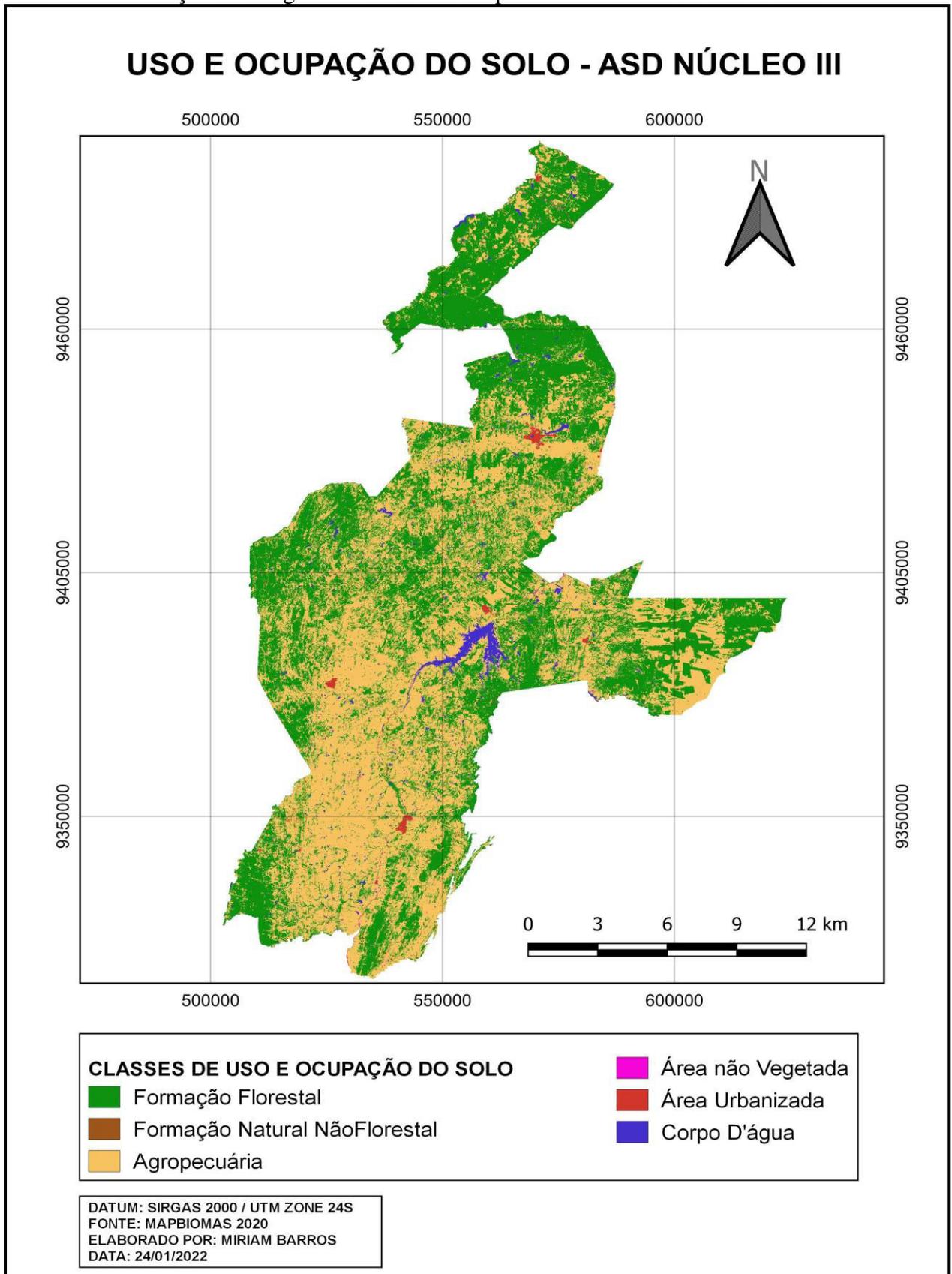
### **4.1 Espacialização dos dados**

A reclassificação da imagem resultou no mapeamento com seis classes para o uso e ocupação da região. A imagem a seguir mostra de forma espacializada o resultado desse processo de reclassificação, possibilitando observar os ecossistemas com maior potencial de oferta dos SE.

Observou-se que a classe de uso e ocupação do solo denominado floresta, se revela com maior capacidade de prover algum tipo de serviços ecossistêmicos. Além de trazer grandes benefícios à sociedade e equilíbrio ecossistêmico, é dela que provem grande maioria dos alimentos, além dos recursos energéticos, essa classe é responsável também pelo suporte e regulação do solo e do clima.

Uma classe que se destaca e chama bastante atenção é classe de agropecuária, essa classe traz uma importante reflexão, já que no estudo em questão, se destaca como uma classe com grande capacidade de prover algum tipo serviço, como o serviço de provisão de alimento e fibra. Porém é um risco que incorre ao meio ambiente, já que o intensivo uso do solo para a agropecuária causa degradação ambiental.

Figura 02 - Mapa de Uso e Ocupação do Núcleo III de desertificação do Médio Jaguaribe - CE. Reclassificação da Imagens raster do site MapBiomas referente ao ano de 2020.



Fonte: Elaboração própria

A quadro 2 representa os valores atribuídos para cada variável em uma escala de 0 a 5, no qual o valor 0 representa nenhum potencial de relevância e 5 representa o máximo potencial de relevância dos SE para cada classe de Uso e Ocupação do Solo. A matriz de valores dos Serviços Ecossistêmicos foi elaborada para quantificar o potencial de oferta de um dado SE dentro das classes de cobertura do solo.

Quadro 02 - Matriz de valores dos serviços ecossistêmicos em relação ao Uso e Ocupação do Solo da ASD–Núcleo III Médio Jaguaribe–CE.

CLASSES DE SERVIÇOS	TIPOS DE SERVIÇOS	Formação Florestal	Formação Natural Não Florestal	Agropecuária	Área Não Vegetada	Área Urbana	Corpo D'água	Média	Peso
Regulação	Clima	5	2	1	0	0	4	2,00	0,19
	Qualidade Do Ar	5	3	1	0	0	4	2,17	0,20
	Controle De Doenças	4	2	2	0	2	3	2,17	0,20
	Purificação Da Água	5	3	1	0	0	5	2,33	0,22
	Controle De Erosão	5	3	1	0	2	1	2,00	0,19
Provisão	Alimento	5	0	5	0	4	5	3,17	0,37
	Água	1	0	0	0	1	5	1,17	0,13
	Lenha e Fibra	5	2	4	0	0	0	1,83	0,21
	Recursos Energéticos	5	2	3	0	1	4	2,50	0,29
Suporte	Formação Dos Solos	5	4	1	0	1	3	2,33	0,33
	Ciclagem De Nutrientes	5	2	2	0	1	4	2,33	0,33
	Processos Ecológicos	5	4	2	0	0	4	2,50	0,35

Fonte: Elaboração própria fundamentado em B. Burkhard *et al.* (2009); Müller F., B. Burkhard (2014)

Os valores pesos variam de 0 a 5 onde 0 -representava sem capacidade de prover serviço, 1 - baixa relevância, 2 - alguma capacidade relevante, 3 - média relevância, 4 - alta relevância, 5 - muito alta relevância em prover o SE.

Os dados da tabela 2, foram obtidos por meio do software Qgis de modo que observa-se a área correspondente a cada classe de uso e ocupação estudada para os anos de 2015 e 2020, de forma que houve uma redução das áreas antropizadas e corpo d'água, com aumento da classe de vegetação. A tabela a seguir, dispõe das áreas correspondentes a cada classe de uso e ocupação estudada para os anos de 2015 e 2020.

Tabela 02 - Representação da área em hectares de uso e ocupação do solo da região

Classes de uso e ocupação	Área em hectares (2015)	Área em hectares (2020)
1- Formação Florestal	314.433,08	398.828,53
2-Formação Natural Não Florestal	4713,22	3393,13
3- Agropecuária	501.384,79	421.841,73
4- Área Não Vegetada	2430,46	747,64
5- Área Urbana	2784,85	2893,70
6- Corpo D'água	17.260,30	15.301,97
Área total	843.006,69	843.006,69

Fonte: Elaboração própria

#### 4.2 Representação das subclasses de serviços ecossistêmicos para os anos de 2015 e 2020

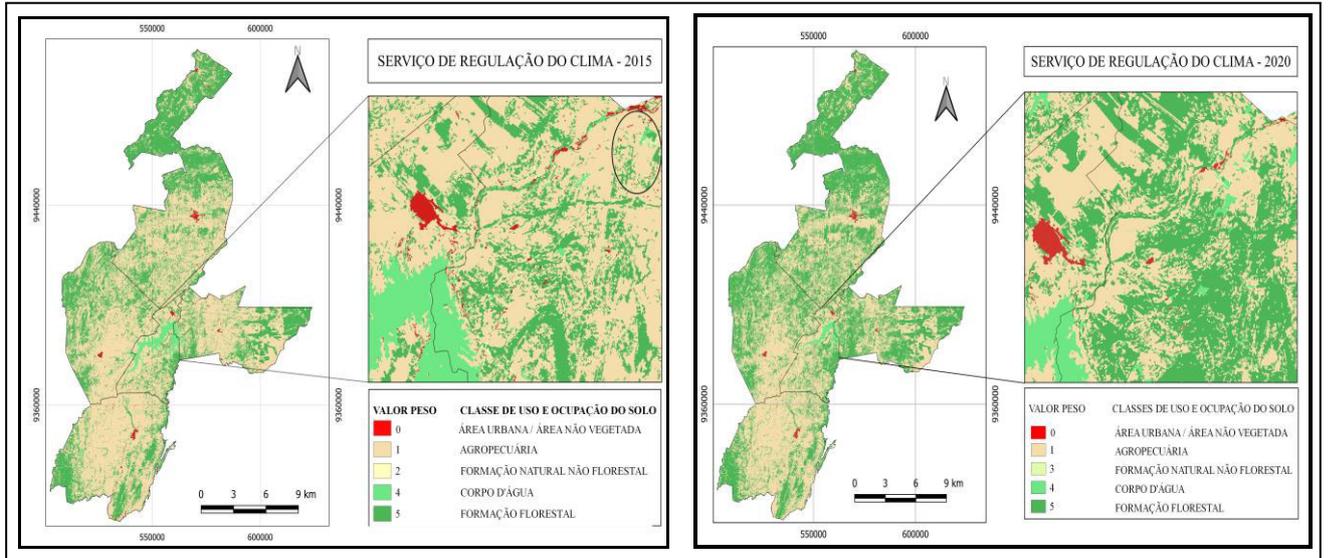
O processamento dos dados trabalhados no Qgis, resultou em um arquivo raster para cada variável dos SE. Todo o processo foi realizado para o ano de 2015 e 2020, resultando em 30 mapas da referida área de estudo para os dois períodos. Ao final do processo realizado, é possível perceber que a classe de uso do solo, floresta, tem um alto potencial de oferta para cada tipo de serviço, seja no suporte, na regulação e na provisão de recursos, resultando sempre num valor de peso acima das demais classes. Já a classe de área urbanizada e área não vegetada representa, em sua maioria, valores inferiores as demais classes.

A classe de corpo d'água traz respostas relevantes de alto potencial para serviço de provisão e regulação de água, porém para o serviço de provisão lenha e fibra, por exemplo, esta classe junto com Área Não Vegetada fica inferior as demais.

#### 4.3 Representação espacial das variáveis do serviço de regulação para o uso e ocupação do solo

A figura 3 corresponde ao potencial de provisão para o serviço de regulação para o ano de 2015 e 2020. É possível observar um semelhante para ambos os anos, onde a classe de ocupação de área urbanizada aparece sempre com o valor 0, representando nenhuma capacidade de prover serviço.

Figura 03 - Serviço de regulação do clima para os anos de 2015 e 2020

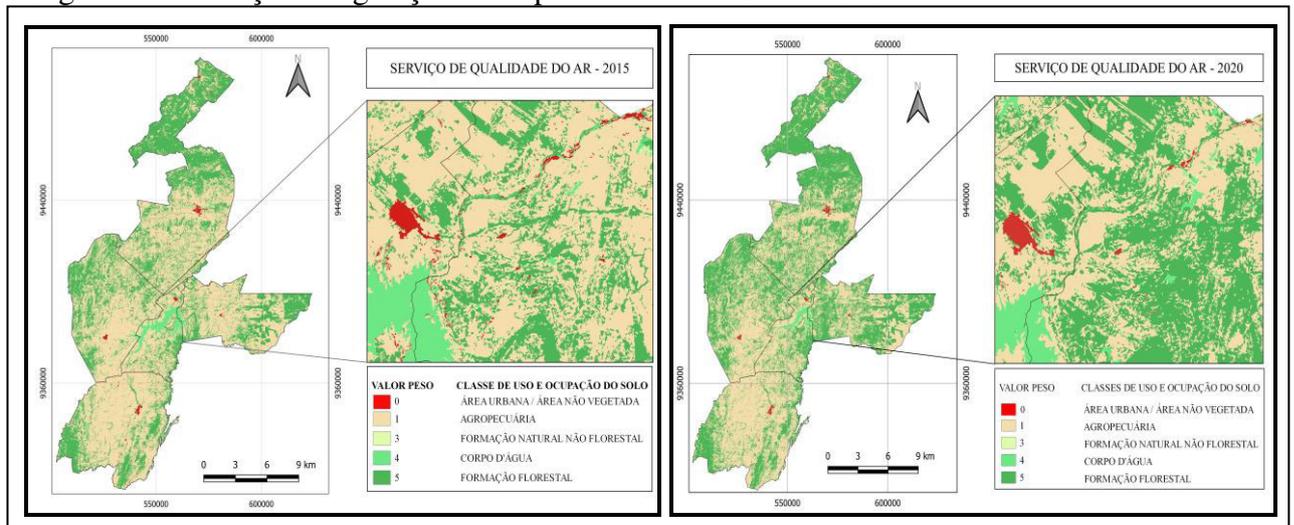


Fonte: Elaboração própria

Para as diferentes classes, a formação florestal e corpo d'água são partes essenciais para um ambiente saudável e equilibrado. De acordo com a pesquisa SCIENCE FOR ENVIRONMENT POLICY (2015), observa-se a importância que os diferentes ecossistemas têm em prover e fornecer serviços, sendo que a biodiversidade tem um papel fundamental para prover esses serviços.

A figura 4 representa o serviço de regulação do ar para o uso e ocupação do solo de acordo com os dados da matriz de relevância dos SE representado no quadro 2.

Figura 04 - Serviço de regulação do ar para os anos de 2015 e 2020

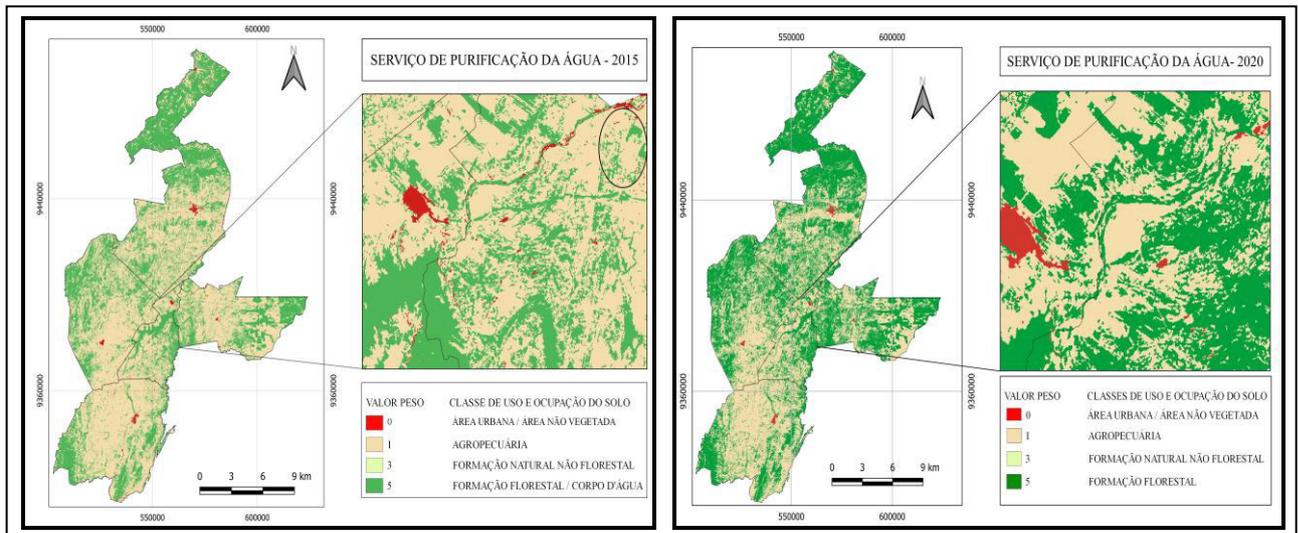


Fonte: Elaboração própria

De forma especializada temos o serviço de qualidade do ar, no qual a classe de formação florestal e corpo d'água representa seu alto potencial em prover esse serviço. São classes consideradas são importantes dentro da área em processo de desertificação, pois são fundamentais para manter a qualidade e produtividade do solo. De acordo com o MA (2005) a escassez de água limita o fornecimento de outros tipos de serviço. Na figura 4 é possível observar que a classe de floresta para o ano de 2020 aumentou em sua área comparado ao ano de 2015. Porém a classe de água teve uma alta redução em seu reservatório, mostrando que o ecossistema é um ambiente de interrelações para manutenção do mesmo.

Para a figura 5 a classe de área urbana e área não vegetada se destaca com valor zero, onde não há nenhuma capacidade de prover serviço. Já a classe de formação florestal e corpo d'água representam o mesmo valor de importância para sua alta capacidade prover de serviço de purificação da água.

Figura 05 - Serviço de purificação da água para os anos de 2015 e 2020

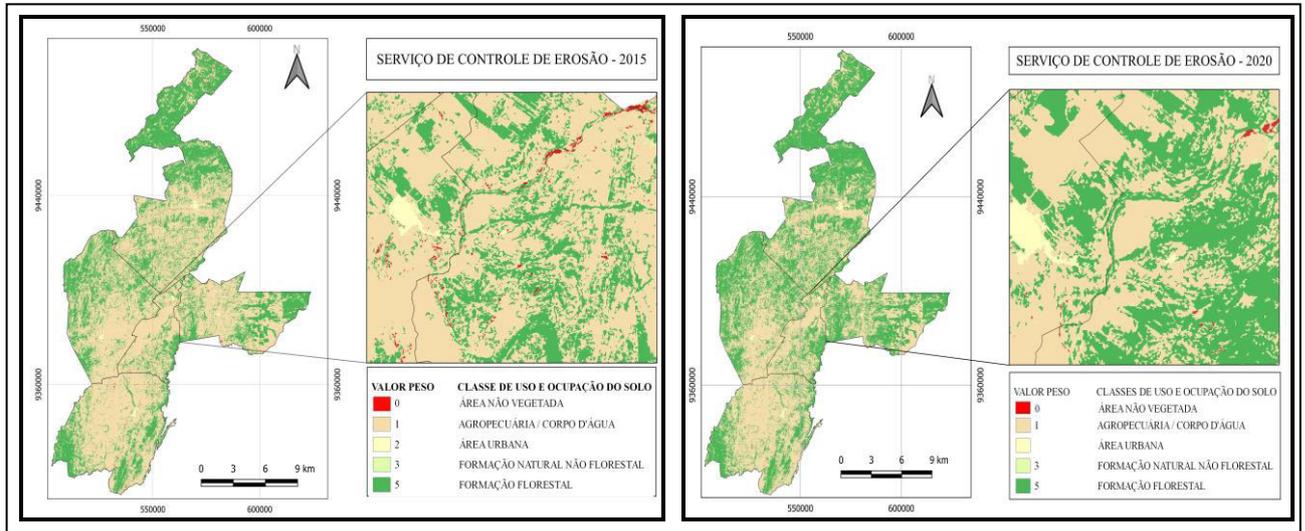


Fonte: Elaboração própria

Com um aumento na área, a classe de floresta se destaca mais uma vez trazendo sua importância para manutenção dos ecossistemas, favorecendo para o aumento da qualidade ambiental. Para a área em processo de desertificação a pressão no uso e ocupação do solo é uma ameaça constante ao ecossistema, corroborando com Suguio (2008).

A figura 06 traz a representação espacial do serviço de controle de erosão para o uso e ocupação do solo da região em estudo.

Figura 06 - Serviço de controle de erosão para os anos de 2015 e 2020

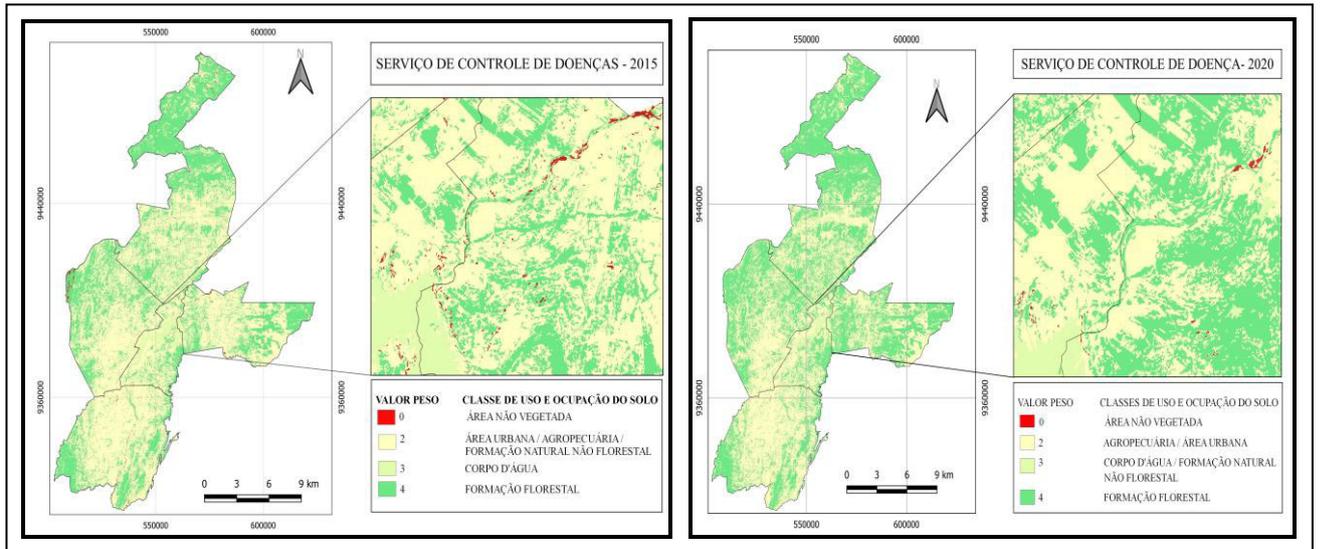


Fonte: Elaboração própria

De acordo com os dados obtidos, apenas a classe não vegetada representa zero capacidade em prover algum tipo de SE. As demais classes, agropecuária, área urbana e corpo d'água representam baixo potencial para a provisão desse serviço. A classe de floresta é de fundamental importância para o ecossistema e bem-estar humano, sendo responsável por representar a maior capacidade de prover algum tipo de serviço.

A figura 07 traz resultados semelhantes a figura 6, porém a classe de formação florestal se destaca com peso quatro, representando capacidade relevante em prover o serviço de controle de doença. Sendo essa classe responsável para fornecer melhores condições e regulação do meio ambiente.

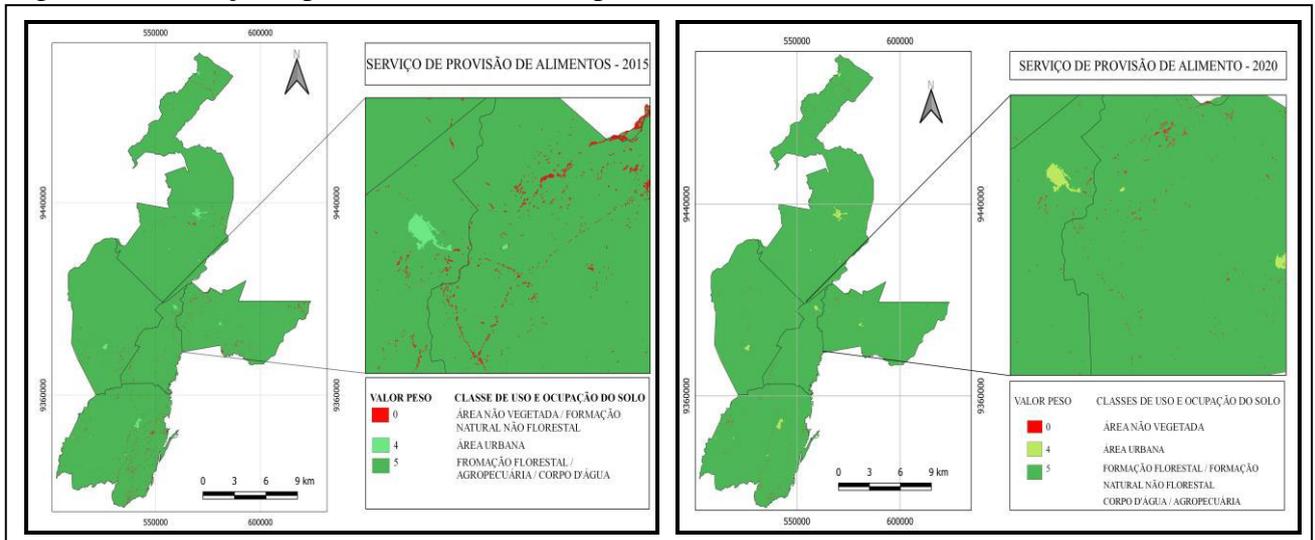
Figura 07 - Serviço de controle de doenças para os anos de 2015 e 2020



Fonte: Elaboração própria

#### 4.4 Representação espacial das variáveis do serviço de provisão para o uso e ocupação do solo

Figura 08 - Serviço de provisão de alimentos para os anos de 2015 e 2020



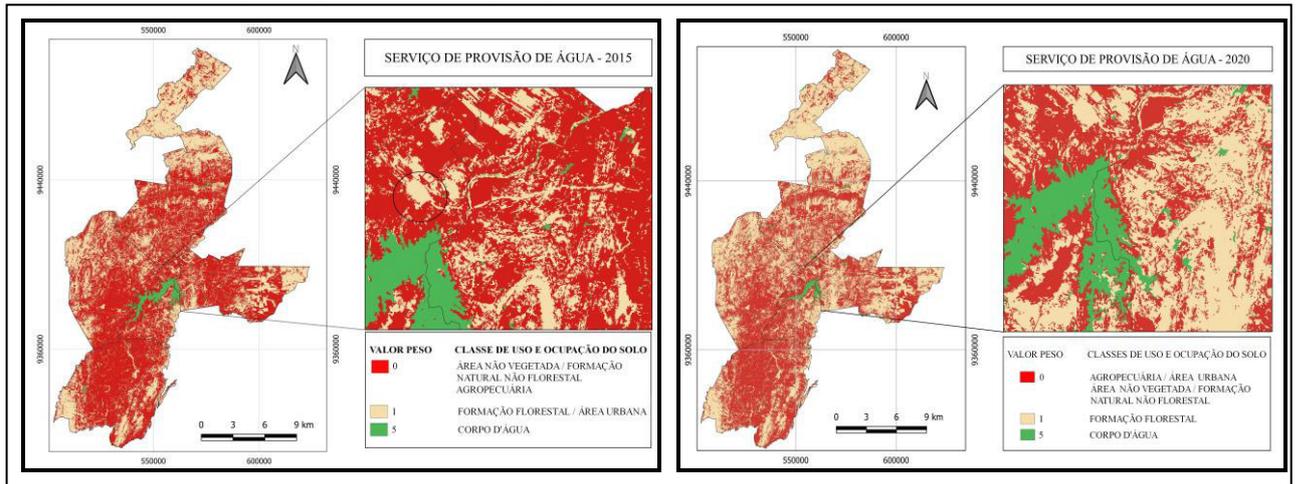
Fonte: Elaboração própria

A figura 08 apresenta a espacialização dos serviços de provisão para a área em estudo com comportamento bastante diferente que os demais mapas. A classe de ocupação do solo de área florestal, agropecuária e corpo d'água se destacam com alto potencial de provisão de alimentos, enquanto a classe de área urbanizada representa baixo potencial de provisão de

alimentos e as demais classes representam um peso zero para nenhum potencial de serviços.

A figura 9 representa o potencial de serviços de provisão de água para cada classe de uso e ocupação do solo. Nesse caso é importante destacar que houve uma redução da classe de corpo d'água, apesar de essa destacar alta capacidade de provisão de água.

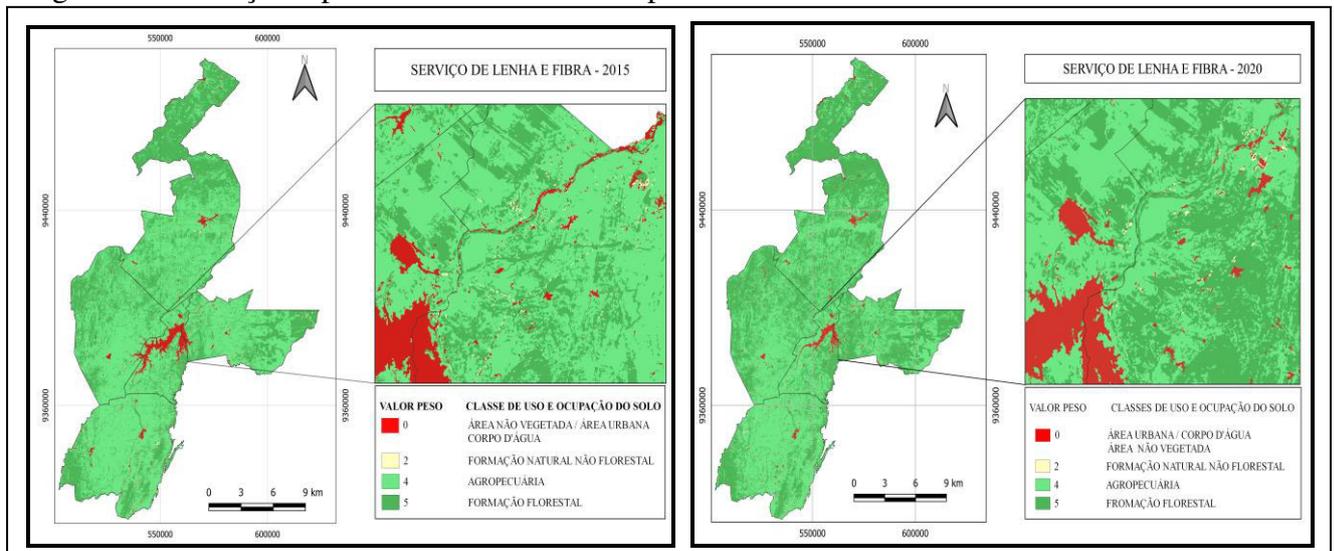
Figura 09 - Serviço de provisão de água para os anos de 2015 e 2020



Fonte: Elaboração própria

A figura 10 representa um resultado totalmente oposto o da figura anterior, no qual a classe de corpo d'água representa nenhum potencial em prover lenha e fibra, enquanto as classes de agropecuária e formação florestal representam alta capacidade de prover esse serviço.

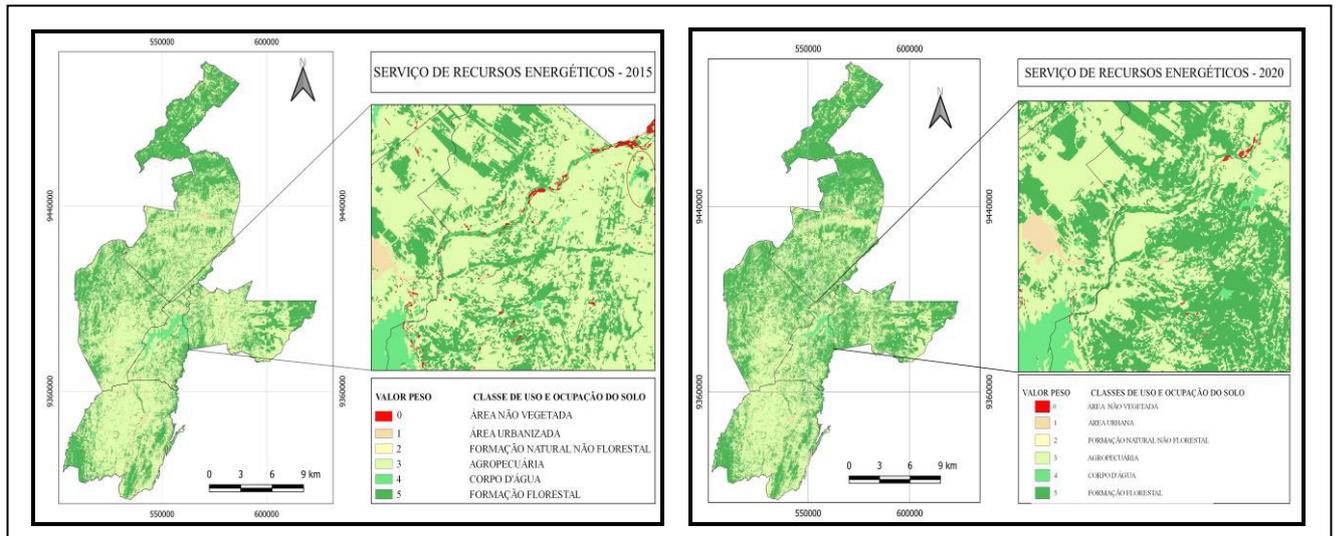
Figura 10 - Serviço de provisão de lenha e fibra para os anos de 2015 e 2020



Fonte: Elaboração própria

Conforme a figura 11, representa o mapeamento do potencial de oferta dos SE para o ano de 2015 e 2020. É importante destacar que houve um comportamento semelhante ambos os anos, com uma diferença no aumento da vegetação.

Figura 11 - Serviço de provisão de recursos energéticos para os anos de 2015 e 2020



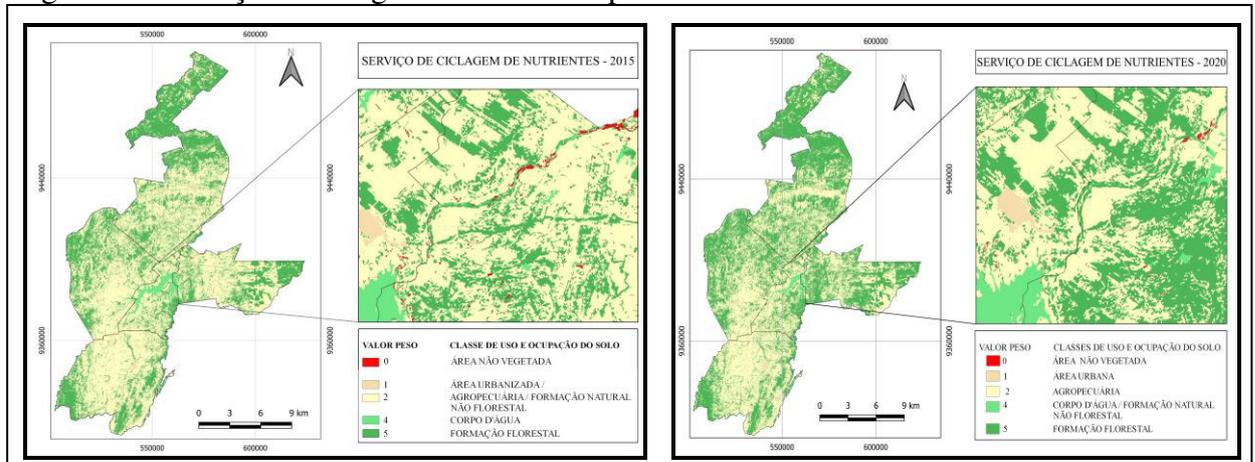
Fonte: Elaboração própria

Os recursos energéticos se mostram com algum potencial ou alto potencial para todas as classes de uso e ocupação do solo, com exceção para a área não vegetada, revelando um valor peso igual a zero, ou seja, nenhum potencial de prover este serviço. Já para a classe de área urbana, representa valor um, com pouca em sua capacidade de prover serviço.

#### 4.5 Representação espacial das variáveis do serviço de suporte para o uso e ocupação do solo

A figura 12 corresponde a espacialização do serviço de ciclagem de nutrientes, no qual a maioria das classes de uso e ocupação do solo representa algum valor de capacidade de prover esse serviço, porém a classe de área não vegetada traz um valor zero representado nenhuma capacidade em prover serviço.

Figura 12 - Serviço de ciclagem de nutrientes para os anos de 2015 e 2020

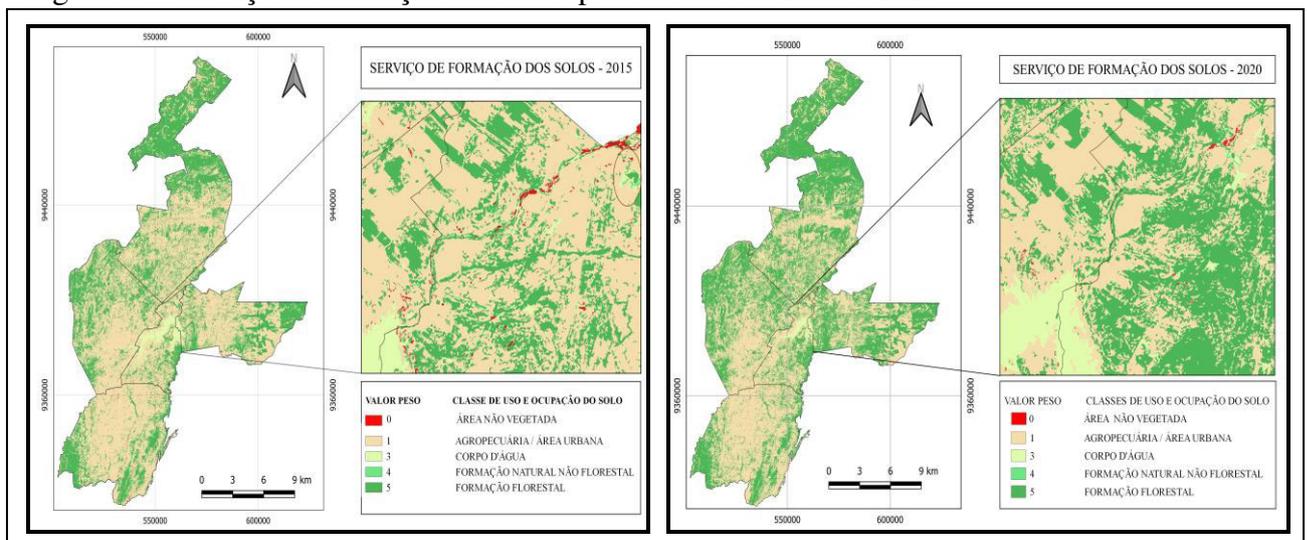


Fonte: Elaboração própria

O ecossistema tem um papel fundamental para a ciclagem de nutrientes, pois uma vez que alterado, sua capacidade fica reduzida a degradação e desequilíbrio do meio ambiente. Segundo o MA (2005) os sistemas de água, área urbana, agropecuária e floresta estão ligados ao processo de desertificação, uma vez que esses sistemas são modificados de forma intensa, intensificam ainda mais esse processo de degradação.

A figura 13 representa o serviço de formação do solo, no qual a classe de floresta se revela sempre com valor máximo de capacidade para prover esse serviço.

Figura 13 - Serviço de formação dos solos para os anos de 2015 e 2020

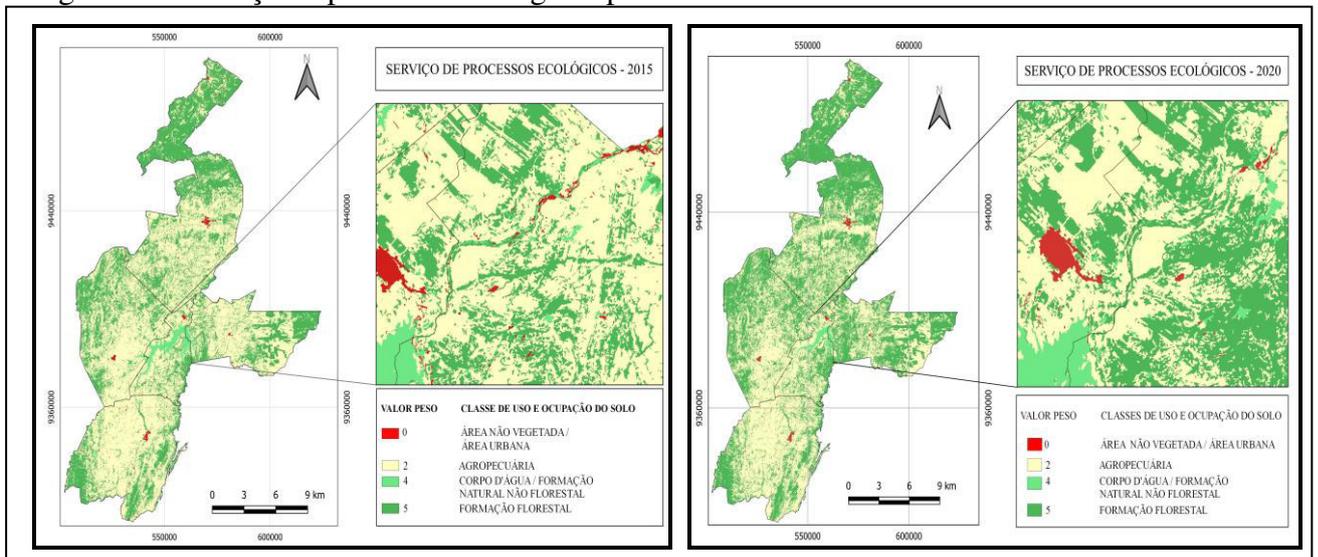


Fonte: Elaboração própria

Cabe destacar que em uma área em processo de desertificação, essa classe se faz de extrema importância para manutenção do meio ambiente, pois a desertificação está também ligada as condições do solo. Se há condições de solo sem proteção vegetal, pobre de nutrientes e com pressão em seu uso e ocupação, tais condições são favoráveis para intensificar o processo de desertificação. A classe de agropecuária e área urbana se destacam com baixa capacidade de prover esse serviço, já a classe de área não vegetada apresenta zero capacidade de provisão dos SE, enquanto a classe de corpo d'água se destaca com média capacidade de provisão de serviço de formação do solo.

A figura 14 representa o serviço de processos ecológicos, sendo possível observar que a classe de área urbanizada e área não vegetada revela peso zero para a variável de processos ecológicos. Ambos os mapas, 2020 e 2015, mostram comportamento semelhante. Os SE de suporte tem uma forte influência sobre os demais tipos de serviços, o serviço de provisionamento e regulação (MA, 2005).

Figura 14 - Serviço de processos ecológicos para os anos de 2015 e 2020



Fonte: Elaboração própria

## 4.6 Representação das classes de serviços ecossistêmicos para os anos de 2015 e 2020

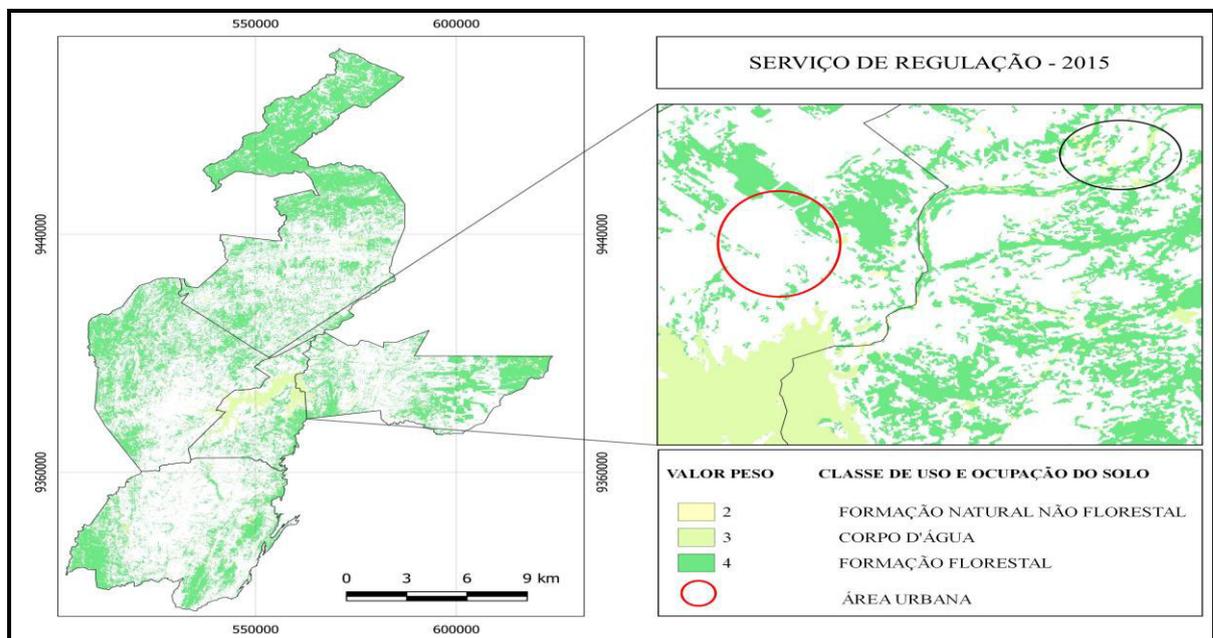
### 4.6.1 Serviços de Regulação para os anos de 2015 e 2020

O mapa a seguir representa os serviços ecossistêmicos de regulação para período de 2015. É possível perceber que para a classe de área urbana e agropecuária, os SE não têm representatividade no mapa final. Referente aos SE em análise, a classe de formação natural

não florestal, corpo d'água e floresta, correspondem ao peso de 2, 3 e 4 respectivamente, esses valores correspondem ao potencial da classe de uso e ocupação da terra em prover o referido SE.

Segundo o MA (2005), os serviços de regulação são benefícios que influenciam a qualidade do ar, clima local e global, além de contribuir para a regulação da erosão, sendo que a cobertura vegetal desempenha um papel importante na retenção do solo, além de outros benefícios como regulação e purificação da água. Ao analisar o mapa a seguir, é possível observar que classe de corpo d'água e formação florestal tem maior desempenho, pois são fundamentais para manutenção desses SE.

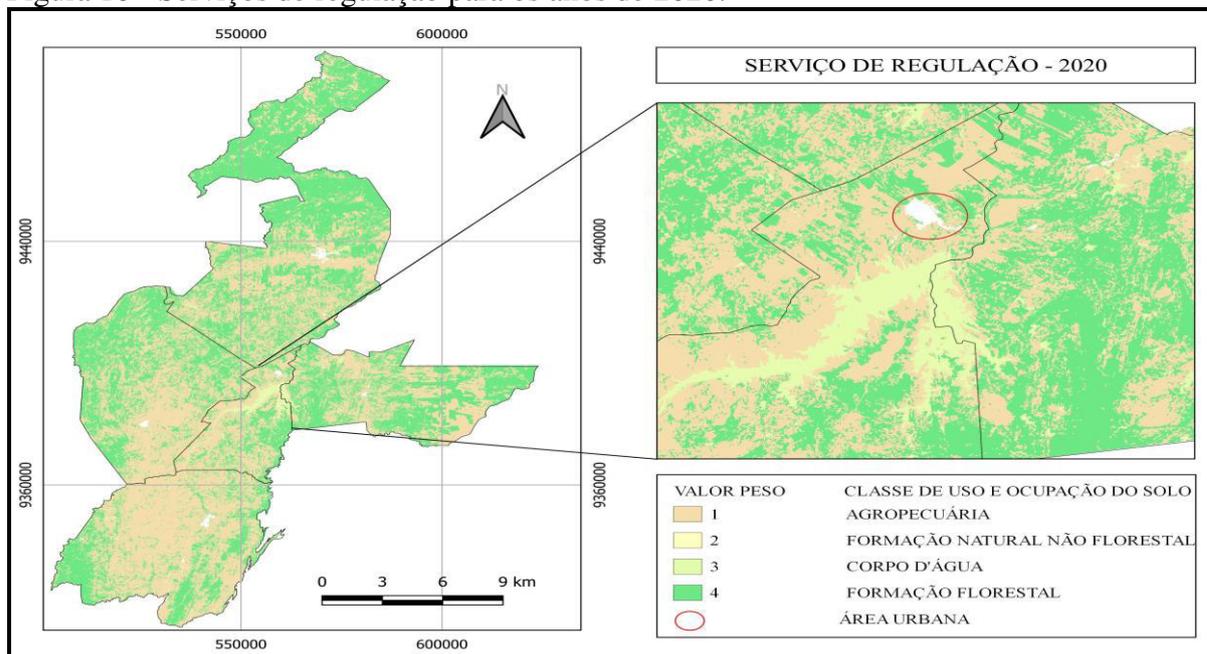
Figura 15 - Serviços de regulação para os anos de 2015.



Fonte: Elaboração própria

O mesmo se revela para o ano de 2020, na figura 16, uma diferença mostrada é em relação a extensão de cada classe, pois há uma diminuição para o corpo d'água e aumento na vegetação referente ao ano de 2015 para 2020. Há também um destaque para classe de agropecuária, com baixo desempenho em prover SE.

Figura 16 - Serviços de regulação para os anos de 2020.



Fonte: Elaboração própria

Ao analisar o serviço de regulação e processar os dados para cada subclasse, houve uma redução da área para as todas as classes, exceto a classe de floresta, que representa um aumento de 84.544,29 hectares em sua área no ano de 2020 comparado ao ano de 2015. A tabela 4 indica a área (há) identificada para cada tipo de uso do solo.

Tabela 03 - Representação em área por hectares para a classe de serviço de regulação

Classe de uso do solo	Área em Hectares 2015	Área em Hectares 2020
1-Agropecuária	500.663,16	421.875,81
2-Formaçã Natural Não Florestal	4660,20	3398,76
3-Corpo d'água	17.234,19	15.288,66
4-Formação Florestal	314.338,23	398.882,52
Total	836.895,78	839.445,75

Fonte: Elaboração própria

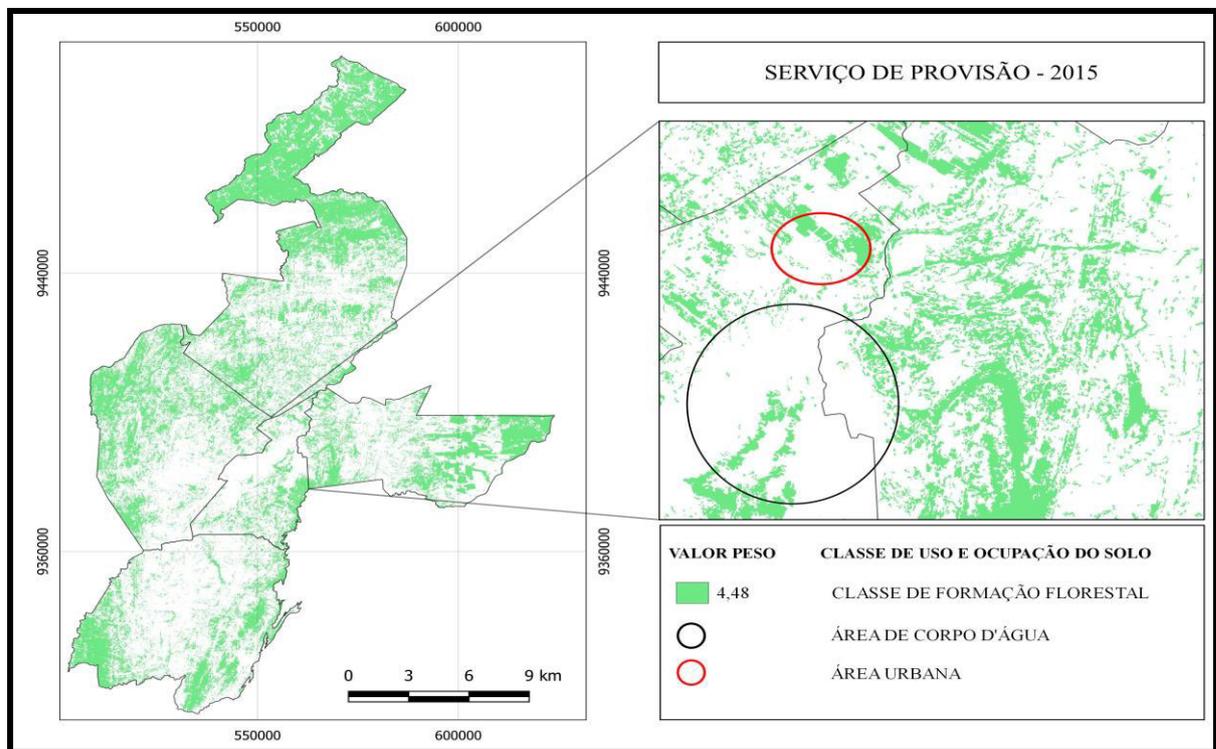
#### 4.6.2 Serviços de provisão para os anos de 2015 e 2020

O mapa a seguir, representam os serviços ecossistêmicos de provisão para período de 2015. O que está classificado como formação florestal, resultou num peso de extrema relevância para o fornecimento deste serviço. Porém, para as demais classes não obtiveram resultado satisfatório. O serviço de provisão é de extremas importância fornecendo recursos a serem consumidos pelo ser humano.

O mapa de provisão referente ao ano de 2020, não diferiu em seus resultados destacando o peso dos serviços para classe de ocupação formação florestal. Porém a área florestal do ano de 2020 em relação ao ano de 2015 se expandiu.

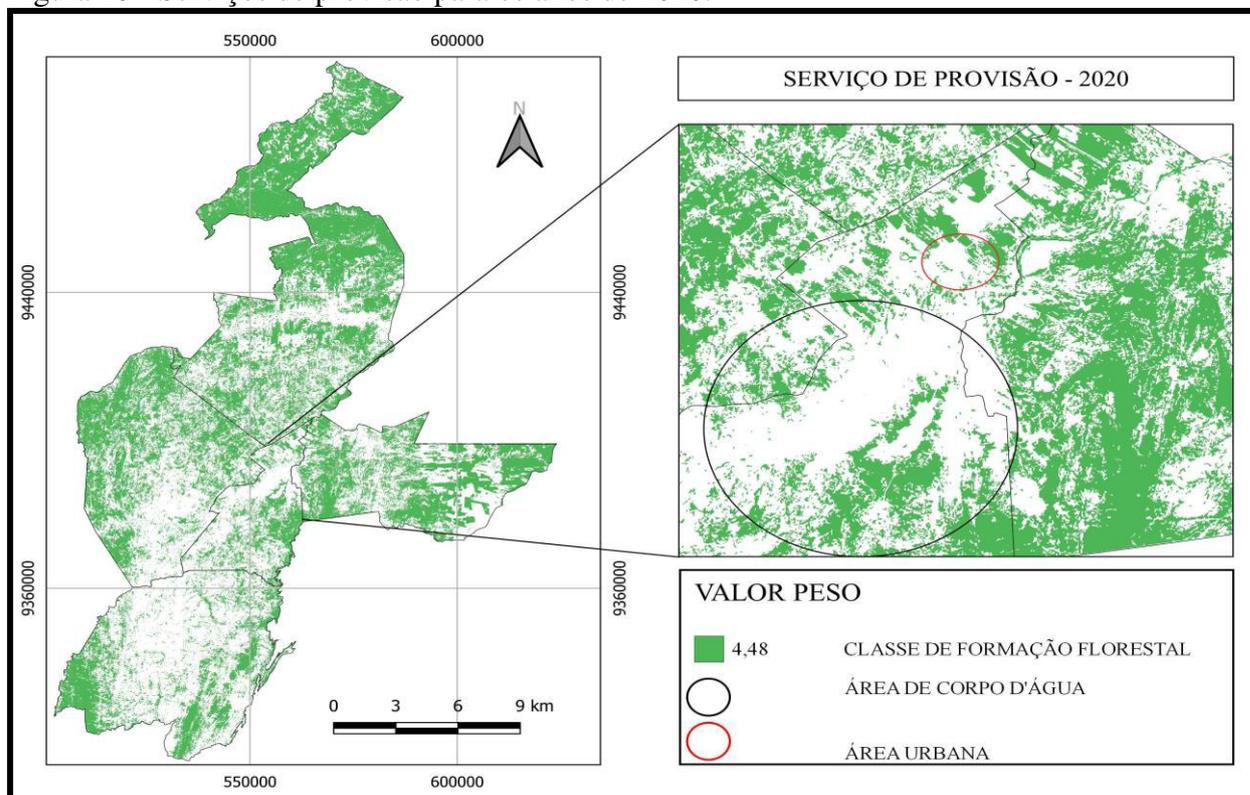
Nessa análise, cabe destacar a do serviço de provisão e chamar atenção para a classe de agropecuária. Este serviço de provisão é responsável por fornecer material básica para uma boa qualidade de vida, alimentos, recursos energéticos, água e mais benefícios dos ecossistemas, porém o uso e pressão do solo necessita ser observado, pois com essa pressão agrava a perda de nutrientes e degradação do solo, revertendo um ambiente saudável em um ambiente incapaz de prover qualquer forma de vida.

Figura 17 - Serviços de provisão para os anos de 2015.



Fonte: Elaboração própria

Figura 18 - Serviços de provisão para os anos de 2020.



Fonte: Elaboração própria

Para a classe em destaque, o processamento de dados resultou em um aumento de floresta no ano de 2020, logo, mesmo com pouca diferença esta classe traz importância para a manutenção dos SE e equilíbrio ambiental. A seguir, a tabela destaca os valores para a área referente ao ano de 2015 e 2020, no qual teve um aumento de 84.454,11 hectares.

Tabela 4 - Representação em área para a classe de serviço provisão

Classe de uso do solo	Área em Hectares 2015	Classe de uso do solo	Área em Hectares 2020
4.48-Formação Florestal	314.428,41	4.48-Formação Florestal	398.882,52

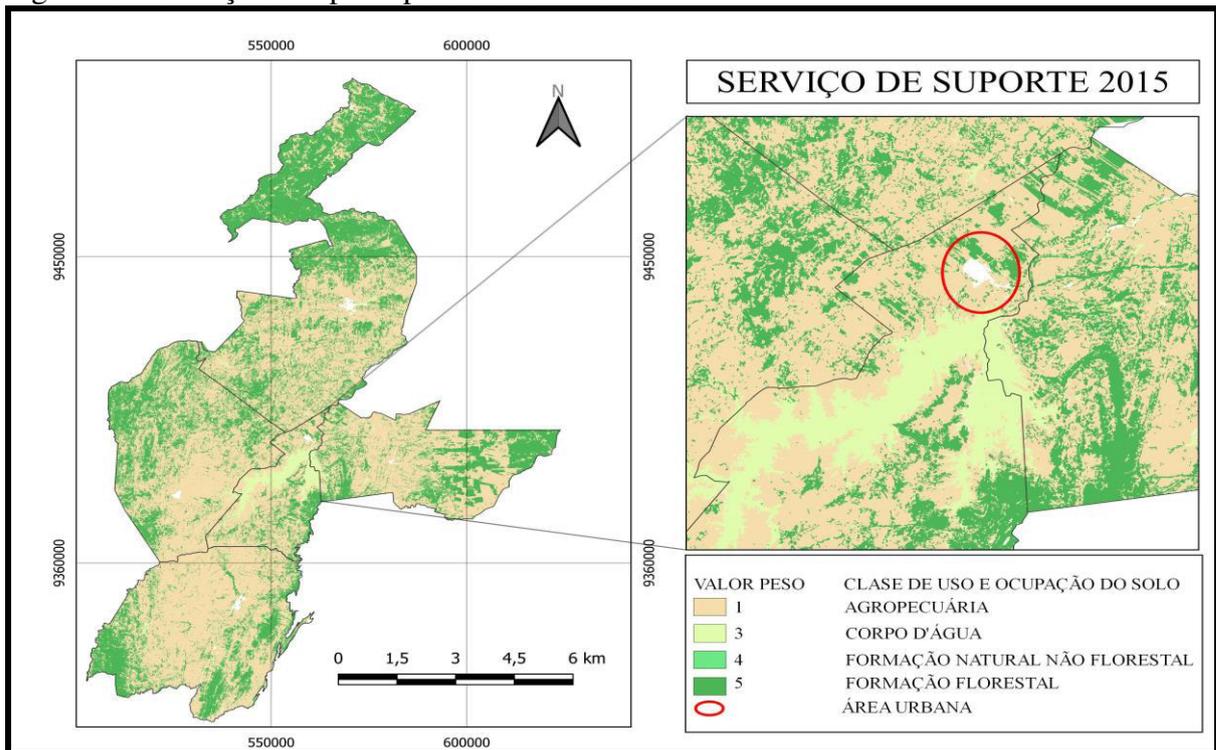
Fonte: Elaboração própria

#### 4.6.3 Serviço de suporte para os anos de 2015 e 2020

Dos mapas analisados, o serviço de suporte resultou em uma melhor espacialização dos dados. A figura 18 mostra os valores peso para as classes analisadas, onde apenas a classe área urbana e área não vegetada, resultaram com valor zero, sem nenhum potencial de fornecimento de serviços. Enquanto das demais classes, houve novamente um destaque para formação florestal com atribuição do peso cinco, indicando uma alta relevância para o potencial de SE fornecidos.

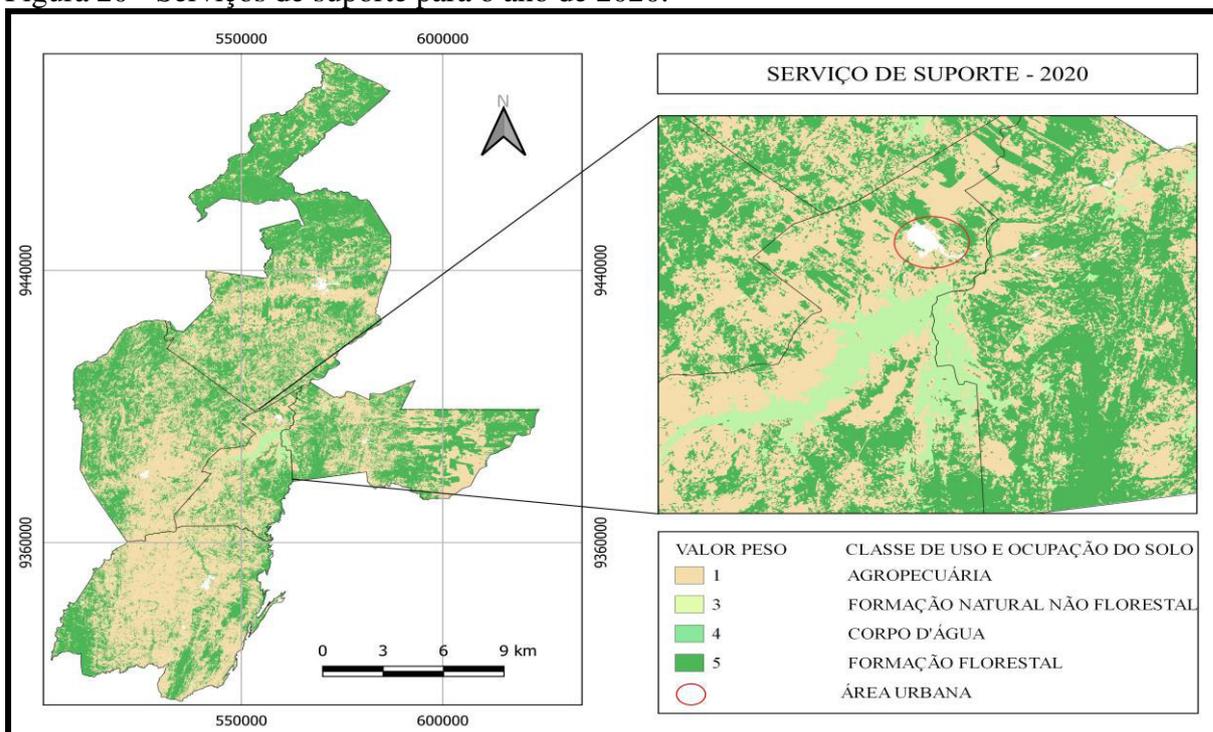
Ao analisar estes dados e após o processo de cálculo dos pesos o mapa se serviço de suporte referente ao ano de 2020, resultou valores semelhantes. Vale destacar a importância desse serviço para os demais, bem como a necessidade de conservar e preservar o meio ambiente, uma vez que a classe de floresta é a mais importante para regular e dar suporte ao meio ambiente.

Figura 19 - Serviço de suporte para o ano de 2015.



Fonte: Elaboração própria

Figura 20 - Serviços de suporte para o ano de 2020.



Fonte: Elaboração própria

O mapeamento do serviço de suporte resultou em uma variação maior de valores e maior relevâncias para as demais classes. Para o ano de 2015, é importante enfatizar a classe de uso e ocupação corpo d'água, pois dentro de cinco anos há uma redução de 1.957,5 ha em sua área. Enquanto para a classe de Floresta houve um aumento de 84.474,9 ha para a sua área. Houve também redução de área do ano de 2015 em relação ao ano 2020 para as demais classes.

Tabela 05 - Representação em área para a classe de serviço suporte

Classe de uso do solo	Área em Hectares 2015	Área em Hectares 2020
1-Agropecuária	501.442,83	421.875,81
3-Formação Natural Não Florestal	4709,97	3398,76
4-Corpo D'água	17.246,16	15.288,66
5-Formação Florestal	314.407,62	398.882,52
<b>Total</b>	<b>837.806,58</b>	<b>839.445,75</b>

Fonte: Elaboração própria

O serviço de regulação e suporte se faz de extrema importância para o meio, sendo um serviço dependente de um ambiente natural equilibrado, havendo necessária proteção dos ecossistemas, pois muitos outros dependem dele para um ambiente saudável. Analisando o mapeamento, algumas classes de uso e ocupação do solo perderam área no período de 5 anos. É interessante destacar a classe de corpo d'água, que apresentou um resultado em maior destaque, perdendo grandes áreas, dada a sua extrema importância para o serviço de provisão e regulação de água e regulação climática.

Em um ambiente em processo de degradação / desertificação é imprescindível que haja uma compreensão dos decisores e participantes da sinergia entre os múltiplos SE e o meio ambiente. Dessa maneira, os mapas mostram-se como importante ferramenta nesse processo. Pois mostram de forma especializada os serviços, pontos de maior potencial, sendo possível observar se houve ou não recuperação de área.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aplicada na presente pesquisa contribuiu para o alcance do objetivo proposto, trazendo resultados de alto potencial de ofertas dos SE na região. Trabalhar com o mapeamento de uso e ocupação do solo para evidenciar esse potencial de serviços, contribuiu para entender o comportamento dos próprios SE dentro de cada classe de ocupação do solo, uma vez que esses serviços são afetados por alterações e mudanças ambientais.

Observou-se que a classe de uso floresta tem alto potencial de fornecimento para as classes e variáveis de serviços ecossistêmicos. Já para as demais classes de uso e ocupação do solo, o potencial de fornecimento dos SE variou bastante, uma vez que há uma disponibilidade para cada classe de uso do solo em relação o potencial de serviços ofertados.

Porém a capacidade de avaliar diferentes tipos de uso e cobertura da terra, é bastante animador, uma vez que o fornecimento desses serviços fica espacializado, com informações sobre o potencial de SE para uma determinada região, contribuindo com uma solução para possíveis conflitos, além de auxiliar para tomada de decisões.

O mapeamento dos SE apresentou resultados relevantes para a análise da área em estudo. A representação de cada subclasse de SE foi bem evidenciada, destacando a importância e relevância para as classes analisadas.

O presente trabalho mostrou que é possível evidenciar essas classificações de SE por meio de elaboração de mapas, principalmente quando estes serviços estão ligados a características biofísicas. Assim, trabalhar com o mapeamento, a identificação e espacialização da oferta de serviços para cada classe de uso e ocupação torna uma análise mais clara, além de possibilitar avaliar suas mudanças ao longo do tempo.

A utilização de dados gerados pela plataforma Mapbiomas torna o trabalho mais ágil, pois a própria plataforma disponibiliza dados e informações que reduzem o tempo de processamento, porém a depender da extensão da região, a reclassificação se torna um pouco confusa, pois neste processo de reclassificar as imagens, terminam por confundir alguns pixels, podendo a classificação sair com resultados distorcidos.

Os resultados obtidos mostram uma necessidade de novas pesquisas para a área de estudo com dados primários e pesquisas a campo, considerando entrevistas com residentes da área a ser estudada, já que a metodologia do presente trabalho fundamentou em dados secundários.

- Estudos mais específicos para a região, selecionado uma classe de SE para ser analisado e mapeado.
- Estudos de mapeamento para a polinização, estoque de carbono, regulação climática, por exemplo, discutindo e comparando a sua importância para o equilíbrio e manutenção do meio ambiente.
- Trabalhar com processamento de dados com classificação própria.
- Fazer um estudo para uma região menor com dados primários.
- Elaborar um estudo aplicando o método também para a o serviço de cultura.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **DECRETO Nº 2.741, DE 20 DE AGOSTO DE 1998.** Promulga a Convenção Internacional de Combate à Desertificação nos Países afetados por Seca Grave e/ou Desertificação, Particularmente na África. **Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos.** Disponível em:  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2741.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2741.htm). Acesso em: 15 mai. 2021.
- BURKHARD, B.; KROLL, F.; NEDKOV, S.; MULLER, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, 21, 17-29, 2012. Disponível em:  
[https://www.academia.edu/6325146/Mapping\\_ecosystem\\_service\\_supply\\_demand\\_and\\_budgets](https://www.academia.edu/6325146/Mapping_ecosystem_service_supply_demand_and_budgets). Acesso em: 10 ago. 2021
- BURKHARD, B.; KROLL, F.; MÜLLER, F. WINDHORST, W. Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services - a Concept for Land-Cover Based Assessments.2009. **Landscape Online** 15, 1-22. DOI:10.3097/LO.200915. ISSN 1865-1542
- BURKHARD, B.; KANDZIORA, M.; HOU, Y.; MÜLLER, F. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. 2014. **Landscape Online** 34:1-32 (2014), DOI 10.3097/LO.201434. ISSN 1865-1542B
- CGEE - (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS). **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. Brasília, DF: 2016. 252p.**
- COSTANZA, R. et al. **The value of the world's ecosystem services and natural capital.** **Nature.** V. 387, p. 253-260, maio, 1997.
- DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological economics: principles and applications.** 2004. ISBN 1-55963-312-3 (cloth: alk. paper)
- DAILY, G. C. **Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems.** 1997 Island Press, Washington, DC. 392 pp. 1997. ISBN 1-55963-475-8.
- DE GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. MJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.
- FITZ, Paulo R. **Cartografia básica.** São Paulo: Oficina de textos, 2008b.
- FITZ, Paulo. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de textos, 2008a.
- FUNCEME. Zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação do núcleo II – Inhamuns. / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. / Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. - Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015. 290p. il. ISBN: 978-85-420-0604-9
- GARDUÑO. Manuel A. Tecnologia e desertificação. *in* **Desertificação, causas e consequências.** HARE, F kenneth; JOHNSON, D.L. et all 1.ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. M. H. Santos Sousa – Porto. Lisboa. Março de 1992

HAINES-YOUNG, R. and M.B. POTSCHIN. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure**. 2018. Disponível em: [www.cices.eu](http://www.cices.eu). Acesso em: 15 fev. 2022

HARE.F.K et al. Escola superior de geografia, Clark University, Worcester'. **Desertificação causas e consequências**. F kenneth HARE, Manuel Anaya GARDUÑO, D.L. JOHNSON et all 1992 . 1.ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. M. H. Santos Sousa – Porto. Lisboa. Março de 1992.

IPECE (Instituto de Pesquisa e Estatística Econômica do Ceará). Sistema de Informações Geossocioeconômicas do Ceará. IPECEDATA. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml> Acesso em: 20 dez. 2021

KATES. Rebert W., JOHNSON. D. L., HARING. K. J. População, sociedade e desertificação. Escola superior de geografia, Clark University, Worcester'. *In. Desertificação causas e consequências*. F kenneth HARE, Manuel Anaya GARDUÑO, D.L. JOHNSON et all 1992 . 1.ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. M. H. Santos Sousa – Porto. Lisboa. Março de 1992.

LEITE, F. R. B; OLIVEIRA, S. B. P; BARRETO, M. M. S. Degradação ambiental e susceptibilidade aos processos de desertificação na região do médio Jaguaribe- Ce. *In XI SBSR*. 2003, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte, INPE, p. 1315 – 1322. Disponível em: [http://mart.sid.inpe.br/attachment.cgi/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.11.08.56/doc/12\\_056.pdf](http://mart.sid.inpe.br/attachment.cgi/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.11.08.56/doc/12_056.pdf). Acesso em: 06 ago. 2021

MAGALHÃES, A.R.; DE NYS, E.; ENGLE, N.L. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p.

MAPBIOMAS. **Conheça o Mapbiomas- produtos**. Disponível: <https://mapbiomas.org/produtos>. Acesso em: 24 jan. 2022

MATALLO JUNIOR, Heitor. **Glossário de termos e conceitos usados no contexto da UNCCD**. Brasília, Brasil. 2009. 154p.:il. Color.

MATALLO JUNIOR, Heitor; VASCONCELOS, Ronaldo Ramos. **Desertificação**. Brasília: 2. ed. Brasília: UNESCO, 1999, 2003.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, TATI DE. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA / MA). **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. 2005. Island Press, Washington, DC.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. **Ministério do meio ambiente secretaria de recursos hídricos**. PAN-Brasil. 2004.

PACHECO, L. R. F.; PONZONI, F. J.; SANDRA, B. S.; ANDRADES FILHO, C. O. **Caracterização espectro-temporal de dosséis de eucalyptus spp. mediante dados radiométricos tm/landsat5.** 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01047760201521021457> . Acesso em: 02 jan. 2022

POTSCHIN, Marion. HAINES-YOUNG, Roy. **Defining and Measuring Ecosystem Services from: Routledge Handbook of Ecosystem Services** Routledge. 25 Jan 2016. Disponível em: <https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9781315775302-4> Acesso em: 06 Jan 2022

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**, Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 20 nov. 2021

RÊGO, André Heráclio do. **Os sertões e os desertos: o combate à desertificação e a política externa brasileira.** Brasília, 204 p.: 23 cm, 2012, ISBN: 978-85-7631-380-9.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 238, de 22 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a aprovação da Política Nacional de Controle da Desertificação.** Publicada no DOU no 248, de 23 de dezembro de 1997, Seção 1, página 30930

SANTOS, F. A.; AQUINO, C.M. S. Estimativa da erodibilidade dos solos em área suscetível à desertificação, no estado do Piauí: o caso dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. 2016. v. 10 n. 19 (2015): **Revista GeoPantanal** n.19 . 2016.

SCIENCE FOR ENVIRONMENT POLICY. **Ecosystem Services and the Environment.** In-depth Report 11 produced for the European Commission, DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. Available at: <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>. 2015

SEMAS (Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco). **Zoneamento das áreas suscetíveis à desertificação do estado de Pernambuco.** Recife, 2020. 120p.

SILVA, I. A. S. Conexões entre clima e desertificação: trajetórias e suscetibilidade no nordeste brasileiro. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 8, Nº 2, p.468 – 488, 2009. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>. Acesso em: 14 mai. 2021.

SUGUIO, Kenitiro. **Mudanças Ambientais da Terra.** 2008 – São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p. ISBN: 978-85-87235-03-9

TAVARES, Válter Cardoso; ARRUDA, Ítalo Rodrigo Paulino de; SILVA, Danielle Gomes da. **Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica.** **Geosul**, Florianópolis, v. 34, Nº 70, p. 385-405. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2177-5230.2019v34n70p385>. Acesso em: 14 mai. 2021.

VERDUM, Roberto. et al. Desertificação: Questionando as Bases Conceituais, Escalas de Análise e Consequências. **GEOgraphia**, v. 3, n. 6, p. 83-91, 21 set. 2009.

VEZZANI, Fabiane Machado. Solos e os serviços ecossistêmicos. **Revista Brasileira de**

**Geografia Física.** Paraná, 2015. V. 08. ISSN:1984- 2295 Disponível em:  
<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233637>. Acesso em: 15 mai. 2021

WARREN, A. MAIZELS, J. K. Mudança ecológica e desertificação. Escola superior de geografia, Clark University, Worcester'. *In. Desertificação causas e consequências.* F kenneth HARE, Manuel Anaya GARDUÑO, D.L. JOHNSON et all 1992 . 1.<sup>a</sup> Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. M. H. Santos Sousa – Porto. Lisboa. Março de 1992

## ANEXO A

### LISTA DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS COM DEFINIÇÕES E INDICADORES POTENCIAIS (BASEADA EM MÜLLER & BURKHARD 2007, DE GROOT 2006, MA 2005 E COSTANZA ET AL. 1997) DE BURKHARD, B. *ET AL* LANDSCAPES 'CAPACITIES TO PROVIDE ECOSYSTEM SERVICES - A CONCEPT FOR LAND-COVER BASED ASSESSMENTS

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	DEFINIÇÃO	INDICADORES DE POTENCIAL
<b>INTEGRIDADE ECOSISTÊMICA</b>		
Heterogeneidade abiótica	A provisão de habitats adequados para diferentes, para grupos funcionais e para processos é essencial para o funcionamento dos ecossistemas.	Habitat diverso por índices de heterogeneidade, por ex. conteúdo de húmus no número do solo / área de habitats.
Biodiversidade	A presença ou ausência de espécies selecionadas (funcionais), grupos de espécies ou composição de espécies.	Espécie indicadora representativa de um determinado fenômeno ou sensível nas mudanças de continente.
Fluxo de água biótico	Se refere ao ciclo da água afetados pelos processos das plantas no sistema.	Transpiration/ total evapotranspiration.
Eficiência metabólica	Se refere a quantidade de energia necessária para manter uma específica biomassa, também servindo como indicador de estresse do sistema.	Respiração/ biomassa (quociente metabólico).
Captura de energia	A capacidade dos ecossistemas para melhorar a absorção de energia utilizável. A energia é derivada da termodinâmica e mede a fração de energia que pode ser transformada em trabalho mecânico. Nos ecossistemas, a energia capturada é utilizada para construir biomassa (por exemplo, produção primária) e estruturas.	Folha de produção primária líquida no índice.
Redução da perda de nutrientes	Se refere à saída irreversível de elementos do sistema, as perdas de nutrientes e os fluxos de matéria.	Lixiviação de nutrientes, por ex. N, P.
Capacidade de armazenamento	Se refere aos nutrientes, energia e valor de despesa do sistema, e a capacidade do sistema de armazená-los quando disponível e liberá-los quando preciso.	Resolvido orgânico mestre N, C, no solo N, C na biomassa.
<b>SERVIÇOS DE PROVISÃO</b>		
Cultivo	Cultivação de plantas comestíveis.	Plantas/ha; kj/ há.
Gado	Manutenção de animais comestíveis.	Animais/ha; kj/ há.
Fodder (forragem)	Cultivo e colheita de animais.	Plantas forrageiras.

Pesca de captura	Captura de espécies de peixes comercialmente interessantes, que são acessíveis para pescadores.	Peixes disponíveis por captura/ha; kj/ há.
Hidroicultura	Animais mantidos em hidroicultura terrestre ou marinha.	Número de animais/ha; kj/ há.
Alimentos selvagens	Colheita de, por exemplo, frutas, cogumelos, caça ou pesca de animais selvagens.	Biomassa vegetal/ ha ; animais disponíveis/ ha kj/ há.
Madeira	Presença de plantas ou árvores com potencial uso como madeira.	Madeira/ha; kj/ há.
Combustível de madeira	Presença de plantas ou árvores com potencial uso como combustível.	Madeira ou biomassa vegetal.
Energia (biomassa)	Presença de árvores ou plantas com o potencial como fonte de energia.	Madeira ou biomassa vegetal ba/ kj/ há.
Bioquímica/medicamentos	Produção de bioquímicos, medicamentos.	Quantidade ou número de produtos.
Água doce	Presença de água doce.	1 de m <sup>3</sup> /há.
<b>SERVIÇOS DE REGULAÇÃO</b>		
Regulação Climática loca	Mudanças na cobertura da terra podem afetar localmente a temperatura e a precipitação.	Temperatura, albedo, precipitação, vento e evapotranspiração de amplitudes de temperatura.
Regulação climática global	Ecossistemas desempenham um papel importante no clima por outras práticas ou emissão de gases de efeito estufa.	Fonte-sumidouro de vapor d'água, Co <sup>2</sup> .
Proteção contra inundações	Elementos naturais amortecendo eventos extremos de inundação.	Número de inundações causando danos.
Recarga de água subterrânea	O momento e a magnitude do escoamento, inundação e recarga do aquífero podem ser fortemente influenciados por mudanças na cobertura da terra, incluindo, em particular, alterações que mudam o potencial de armazenamento de água do tronco, como a conversão de áreas úmidas da substituição de floresta por áreas de cultivo de áreas cultivadas com áreas urbanas.	Taxas de recarga de água subterrânea.
Regulação da qualidade do ar	A capacidade do ecossistema de remover elementos tóxicos e outros da atmosfera.	Índice de área foliar e amplitudes da qualidade do ar.
Regulação da erosão	A cobertura vegetal desempenha um papel importante na retenção do solo e na prevenção de deslizamentos de terra.	Perda de partículas do solo pelo vento ou água e cobertura vegetal.

Regulação de nutrientes	Os ecossistemas de capacidade para realizar a (re) análise de, e. N, P ou outro.	N e P ou outras taxas de renovação de nutrientes.
Purificação da água	Ecossistema tem a capacidade de purificar, mas também pode ser uma fonte de impurezas na água doce.	Qualidade e quantidade da água.
Polinização	Mudanças no ecossistema afetam a distribuição, abundância e eficácia dos polinizadores, o vento e as abelhas são responsáveis pela reprodução de muitas plantas de cultivo.	Quantidade de produtos vegetais distribuição de plantas disponibilidade de polinizadores.
<b>SERVIÇO CULTURAL</b>		
Valor de recreação e estética	Refere-se especificamente a paisagem e qualidade visual da área de estudo (paisagem, beleza cênica) o benefício é a sensação de beleza que as pessoas obtêm ao olhar para a paisagem e os benefícios recreativos relacionados	Número de visitantes, questionários de instalações sobre preferências pessoais.
Valor intrínseco da biodiversidade	O valor da natureza e das próprias espécies, além dos benefícios econômicos ou humanos.	Número de espécies ou habitats ameaçados, protegidos ou raros.

ANEXO B

TABELA COM VALORES PESO PARA O POTENCIAL DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM CADA CLASSE DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA. REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DA TABELA DE VALORES CITADO ACIMA, DE BURKHARD, B. *ET AL.* LANDSCAPES ‘CAPACITIES TO PROVIDE ECOSYSTEM SERVICES - A CONCEPT FOR LAND-COVER BASED ASSESSMENTS

	Ecological Integrity $\Sigma$								Provisioning services $\Sigma$										Regulating services $\Sigma$					Cultural services $\Sigma$					
	Abiotic heterogeneity	Biodiversity	Biotic waterflows	Metabolic efficiency	Energy Capture (Radiation)	Reduction of Nutrient loss	Storage capacity (SOM)		Crops	Livestock	Fodder	Capture Fisheries	Acquaculture	Wild Foods	Timber	Wood Fuel	Energy (Biomass)	Biochemicals / Medicine	Freshwater	Local climate regulation	Global climate regulation	Flood protection	Groundwater recharge	Air Quality Regulation	Erosion Regulation	Nutrient regulation	Water purification	Pollination	Recreation & Aesthetic Values
Continuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discontinuous urban fabric	7	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial or commercial units	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Road and rail networks	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Port areas	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1
Airports	7	1	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineral extraction sites	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dump sites	8	2	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction sites	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Green urban areas	18	3	3	2	1	4	3	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	11	2	1	0	2	1	2	1	1	1	3
Sport and leisure facilities	16	2	2	2	1	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	1	0	2	1	1	1	1	1	5
Non-irrigated arable land	22	3	2	3	4	5	1	4	21	5	5	5	0	0	0	0	5	1	0	5	2	1	1	1	0	0	0	1	1
Permanently irrigated land	21	3	2	5	2	5	1	3	18	5	5	2	0	0	0	0	5	1	0	5	3	1	1	0	0	0	0	1	1
Ricefields	20	3	2	5	1	5	1	3	7	5	0	2	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	2	0	0	0	0	1	1
Vineyards	14	3	2	3	1	3	0	2	5	4	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	5	5
Fruit trees and berries	21	4	3	4	2	3	2	3	13	5	0	0	0	0	4	4	0	0	19	2	2	2	2	2	2	1	1	5	5
Olive groves	17	3	2	3	2	3	1	3	12	4	0	0	0	0	4	4	0	0	7	1	1	0	1	1	1	1	1	0	5
Pastures	24	2	2	4	5	5	2	4	10	0	5	5	0	0	0	0	0	0	8	1	1	1	1	0	4	0	0	3	3
Annual and permanent crops	18	2	2	3	2	4	2	3	20	5	5	5	0	0	0	0	5	1	0	7	2	1	1	1	1	0	0	1	1
Complex cultivation patterns	20	4	3	3	2	4	1	3	9	4	0	3	0	0	0	0	2	0	5	2	1	1	1	0	0	0	0	2	2
Agriculture & natural vegetation	19	3	3	3	2	3	2	3	21	3	3	2	0	0	3	3	3	1	0	13	3	2	1	2	1	3	0	1	5
Agro-forestry areas	27	4	4	4	3	4	4	4	14	3	3	2	0	0	0	3	3	0	0	13	2	1	1	1	1	2	1	1	3
Broad-leaved forest	31	3	4	5	4	5	5	5	21	0	0	1	0	0	5	5	0	5	0	39	5	4	3	2	5	5	5	5	10
Coniferous forest	30	3	4	4	4	5	5	5	21	0	0	1	0	0	5	5	0	5	0	39	5	4	3	2	5	5	5	5	10
Mixed forest	32	3	5	5	4	5	5	5	21	0	0	1	0	0	5	5	0	5	0	39	5	4	3	2	5	5	5	5	10
Natural grassland	30	3	5	4	4	4	5	5	5	0	3	0	0	0	2	0	0	0	22	2	3	1	1	0	5	5	5	0	6
Moors and heathland	30	3	4	4	5	4	5	5	10	0	2	0	0	0	1	0	2	5	0	20	4	3	2	2	0	3	4	2	10
Sclerophyllous vegetation	21	3	4	2	3	3	4	2	8	0	2	0	0	0	1	0	2	0	3	0	7	2	1	1	1	0	0	0	2
Transitional woodland shrub	21	3	4	2	3	3	4	2	5	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	2	4
Beaches, dunes and sand plains	10	3	3	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	5	1	0	0	0	0	7
Bare rock	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4
Sparsely vegetated areas	9	2	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Burnt areas	6	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glaciers and perpetual snow	3	2	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	3	3	0	4	0	0	0	0	5	5
Inland marshes	25	3	2	4	4	4	3	5	7	0	2	5	0	0	0	0	0	0	14	2	2	4	2	0	0	4	0	0	0
Peatbogs	29	3	4	4	4	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	24	4	5	3	3	0	0	3	4	2	8
Salt marshes	23	2	3	4	3	3	3	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	5	0	0	0	2	0	0	3
Salines	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Intertidal flats	13	2	3	0	2	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	5	0	0	0	1	0	0	4
Water courses	18	4	4	0	3	3	3	1	12	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	10	1	0	2	1	0	0	3	3	0
Water bodies	23	4	4	0	4	4	3	4	12	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	7	2	1	1	2	0	0	1	0	9
Coastal lagoons	25	4	4	0	5	5	3	4	16	0	0	0	4	5	4	0	0	3	0	5	1	0	4	0	0	0	0	0	9
Estuaries	21	3	3	0	5	5	3	2	17	0	0	0	5	4	0	0	0	3	0	9	0	0	3	0	0	0	3	3	0
Sea and ocean	15	2	2	0	3	3	4	1	11	0	0	1	5	5	0	0	0	0	13	3	5	0	0	0	0	5	0	0	6

Fonte: BURKHARD, B. *et al* (2009)

## ANEXO C

### CÓDIGOS DAS CLASSES DA LEGENDA E PALETA DE CORES UTILIZADAS NA COLEÇÃO 6 DO MAPBIOMAS

COLEÇÃO 6	Collection 6	ID	Hexadecimal code	COR
<b>1. Floresta</b>	<b>1. Forest</b>	<b>1</b>	129912	
1.1. Formação Florestal	1.1. Forest Formation	<b>3</b>	006400	
1.2. Formação Savânica	1.2. Savanna Formation	<b>4</b>	00ff00	
1.3. Mangue	1.2. Mangrove	<b>5</b>	687537	
1.4. Restinga Arborizada (beta)	1.4. Wooded Restinga	<b>49</b>	6b9932	
<b>2. Formação Natural não Florestal</b>	<b>2. Non Forest Natural Formation</b>	<b>10</b>	BBFCAC	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	2.1. Wetlands	<b>11</b>	45C2A5	
2.2. Formação Campestre	2.2. Grassland	<b>12</b>	B8AF4F	
2.3. Apicum	2.3. Salt Flat	<b>32</b>	968c46	
2.4. Afloramento Rochoso	2.4. Rocky Outcrop	<b>29</b>	665a3a	
2.5. Outras Formações não Florestais	2.5. Other non Forest Formations	<b>13</b>	f1c232	
<b>3. Agropecuária</b>	<b>3. Farming</b>	<b>14</b>	FFFFB2	
3.1. Pastagem	3.1. Pasture	<b>15</b>	FFD966	
3.2. Agricultura	3.2. Agriculture	<b>18</b>	E974ED	
3.2.1. Lavoura Temporária	3.2.1. Temporary Crop	<b>19</b>	D5A6BD	
3.2.1.1. Soja	3.2.1.1. Soybean	<b>39</b>	e075ad	
3.2.1.2. Cana	3.2.1.2. Sugar cane	<b>20</b>	C27BA0	
3.2.1.3. Arroz (beta)	3.2.1.3. Rice	<b>40</b>	982c9e	
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	3.2.1.4. Other temporary Crops	<b>41</b>	e787f8	
3.2.2. Lavoura Perene	3.2.2. Perennial Corp	<b>36</b>	f3b4f1	
3.2.2.1. Café (beta)	3.2.2.1. Coffee	<b>46</b>	cca0d4	
3.2.2.2. Citrus (beta)	3.2.2.2. Citrus	<b>47</b>	d082de	
3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	3.2.2.3. Other Perennial Crop	<b>48</b>	cd49e4	
3.3. Silvicultura	3.2. Forest Plantation	<b>9</b>	ad4413	
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	3.4. Mosaic Agriculture and Pasture	<b>21</b>	fff3bf	
<b>4. Área não Vegetada</b>	<b>4. Non vegetated Area</b>	<b>22</b>	EA9999	
4.1. Praia, Duna e Areal	4.1. Beach, Dune and Sand Spot	<b>23</b>	DD7E6B	
4.2. Área Urbanizada	4.2. Urban Area	<b>24</b>	aa0000	
4.3. Mineração	4.3. Mining	<b>30</b>	af2a2a	
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	4.4. Other non Vegetated Areas	<b>25</b>	ff3d3d	
<b>5. Corpo D'água</b>	<b>5. Water</b>	<b>26</b>	0000FF	
5.1. Rio, Lago e Oceano	5.1. River,Lake and Ocean	<b>33</b>	0000FF	
5.2. Aquicultura	5.2. Aquaculture	<b>31</b>	02106f	
6. Não Observado	6. Non Observed	<b>27</b>	D5D5E5	

Fonte: Projeto MapBiomias