



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**  
**CURSO DE DOUTORADO**



**Rogério dos Santos Ferreira**

**CARIRI PARAIBANO: Dos Serviços  
Ecossistêmicos e da Geodiversidade às  
implicações para um Planejamento Ambiental**

**TESE DE DOUTORADO**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO  
EM GEOGRAFIA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA  
NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
GEOGRAFIA  
DOUTORADO**



**CARIRI PARAIBANO: Dos Serviços Ecosistêmicos e da Geodiversidade às implicações  
para um Planejamento Ambiental.**

**Linha de Pesquisa: Gestão do Território e Análise Geoambiental**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em  
Geografia do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da  
Universidade Federal da Paraíba.

Doutorando: Rogério dos Santos Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza (UFPB)

Co-orientador: Diógenes Felix da Silva Costa (UFRN)

João Pessoa, PB

2022

F383cc Ferreira, Rogerio Dos Santos.

CARIRI PARAIBANO: Dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade às implicações para um Planejamento Ambiental. / Rogerio Dos Santos Ferreira. - João Pessoa, 2022. 146 f. : il.

Orientação: Bartolomeu Israel de Souza, Diógenes  
Felix da Silva Costa.

1. Serviços Ecossistêmicos; Geodiversidade;  
Impactos. I. Souza, Bartolomeu Israel de. II. Costa,  
Diógenes Felix da Silva. III. Título.

UFPB/





UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
DOUTORADO



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DA DEFESA DE TESE  
DE DOUTORADO DO ALUNO ROGÉRIO DOS  
SANTOS FERREIRA, CANDIDATO AO TÍTULO DE  
DOUTOR EM GEOGRAFIA, NA ÁREA DE  
TERRITÓRIO, TRABALHO E AMBIENTE.

Aos 30 (trinta) dias do mês de junho de dois mil e vinte e um, às 08:30 (oito horas e trinta minutos), na plataforma Google Meet, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, os membros da comissão designada para avaliar **Rogério dos Santos Ferreira**, candidato ao grau de doutor em Geografia, na área de **Território, Trabalho e Ambiente**. Foram componentes da banca examinadora os professores Bartolomeu Israel de Souza (orientador) – Doutor em Geografia; Diógenes Félix da Silva Costa (co-orientador) – Doutor em Ecologia, Biodiversidade e Gestão de Ecossistemas; Jonas Otaviano Praça de Souza (examinador interno) – Doutor em Geografia; Saulo Roberto de Oliveira Vital (examinador interno) – Doutor em Geociências; Márcia Batista da Fonseca (examinadora externa) – Doutora em Economia e Marcos Antônio Leite do Nascimento (examinador externo) – Doutor em Geodinâmica e Geofísica, sendo o primeiro, o terceiro, o quarto e a quinta integrantes do corpo docente da UFPB e o segundo e o sexto integrantes do corpo docente da UFRN. Dando início aos trabalhos, o Presidente da banca, Prof. Bartolomeu Israel de Souza, após declarar os objetivos da reunião, apresentou o candidato Rogério dos Santos Ferreira, a quem concedeu a palavra para que defendesse, oral e sucintamente, sobre o tema apresentado, intitulado: **"Cariri paraibano: Dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade às implicações para um Planejamento Ambiental"**. Após discorrer sobre o referido tema, o candidato foi arguido pelos examinadores, na forma regimental. Ato contínuo, passou a comissão em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito **Aprovado**. Face à aprovação, declarou o Presidente achar-se o avaliado, legalmente habilitado a receber o Grau de doutor em Geografia, cabendo à Universidade Federal da Paraíba, providências como de direito, à expedição do Diploma a que o mesmo fez jus. Nada mais havendo a tratar, eu, Jéssica Lais dos Santos Alves, na qualidade de secretária, lavrei a Ata, que submeto à aprovação da Comissão Examinadora.

Jéssica Lais dos Santos Alves  
Secretária

Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza  
Orientador

Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa  
Co-orientador

Prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza  
Examinador interno

Prof. Dr. Saulo Roberto de Oliveira Vital  
Examinador interno

Profª Drª. Márcia Batista da Fonseca  
Examinadora Externa

Prof. Dr. Marcos Antônio Leite do Nascimento  
Examinador externo



## DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a Darci dos Santos Ferreira (in memoria), ao meu Pai João Ferreira (in-memoria), a minhas tias Elisa dos Santos e Maria das Neves Sobral da Silva (in memoria), a minha filha Vitoria Vitte Domingos Ferreira, a minha sogra Maria Luiza Massei e meu sogro Francisco Massei e seu irmão Dante Massei.

Assim como, não podendo deixar de render especial dedicatória a minha companheira de jornada Dra. Karina Massei, pelos muitos momentos compartilhados entre as feitura das nossas teses ocorridas em simultâneo na maior parte do tempo.

## AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos vão aqui postos aos muitos amigos e companheiros que cruzaram nossos caminhos durante essa Jornada social e solitária. Social nas múltiplas passagens de campo, de disciplinas, de eventos e conversas de corredores e cafés. Solitária no momento de sentar para organizar e escrever os dados e resultados obtidos.

Não deixando de agradecer em especial ao Dr. Leonardo Figueiredo, pelas muitas conversas, ao Dr. Marcos Nascimento pelas muitas dicas e discussões.

A minha mãe que me deixou nesta data de “depósito” da tese, as minhas tias que muito quiseram me ver doutor e não “quiseram” esperar o meu tempo (in memoria), e a todos os familiares que sempre me incentivaram a continuar estudando e adentrando no mundo acadêmico. Tendo uma especial e justa alegria de vê minha filha adentrando a graduação no momento em que recebo o doutoramento acadêmico.

Agradecer ao Professor Dr. Bartolomeu Israel de Souza, meu Orientador e crente na realização deste estudo, que muito em muito fez suas pontuais e precisas indicações de mudança de rumo no contexto geral e de frases e parágrafos no contexto específico. Assim como, e não menos importante foi a participação do Dr. Diógenes Costa, que em muito abriu horizontes, concertou conceitos e pontuou, com muita precisão, o contexto em que o assunto ia se modelando no cenário nacional, a medida em que esta tese caminhava ao longo dos anos.

Agradecer ao País, não podendo esquecer, que no momento de inicia deste estudo, passava por um grave crise de democracia, onde deputados e juízes resolveram tutelar o povo e destituir um presidente (uma mulher presidente) e que hoje, mostrando sua resistência de sobrevivência frente a crises (pandemia, democracia e degradação social), se prepara para uma escolha de mudança nas urnas.

Enfim, a todos que acreditam na ciência e dela fazem a base da organização e desenvolvimento social. Algo notório, mas que fora questionado e desacreditado no início desta tese, e recuperado neste momento atual de entrega desta tese.

Sobrevivi a ignorância, a crise econômica e pandemia. Agradecemos a Deus e ao universo por conspirar ao nosso favor.

Amém!!!!

## EPÍGRAFE

***“A fruição do Semiárido Irregular virá quando  
for implantada uma economia sistematicamente  
xerófila.”*** (Otavio Sintônio Pinto)



## RESUMO

Este trabalho trata sobre uma leitura dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade, inserindo os impactos ambientais no contexto dos estudos sobre a natureza e ação antrópica para uma área em processo de reconhecimento como geoparque no semiárido paraibano. Nesse contexto, descreve os Serviços Ecossistêmicos, a Geodiversidade e os Impactos Ambientais sobre os recursos naturais, podendo contribuir para um pensar das políticas públicas no uso e ocupação sustentável do Cariri Paraibano, especificamente na área a ser estabelecido o Geoparque. Os procedimentos metodológicos para esta pesquisa foram baseados em ferramentas utilizadas por mecanismos internacionais de leitura, escrituração e mapeamento dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade para compor um banco de dados mundial. Sendo utilizado, neste caso, a Tabela CICES acrescentando os serviços da geodiversidade, assim como uma adaptação da Matriz de Impacto Ambiental (Matriz de Leopold) para avaliação dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade com os recursos naturais contabilizados e mapeados no local estudado. O primeiro capítulo destacou a cartografia dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade na região estudada do Cariri Paraibano. No segundo capítulo, os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade foram contabilizados e escriturados na Tabela CICES V5.1. O terceiro capítulo destaca a Matriz de Impacto para os Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade. Os dados obtidos, de forma geral, mostram que para a região do Cariri Paraibano, os afloramentos rochosos, com destaque para os “lajedos”, são considerados os principais elementos de garantia da qualidade de vida e bem-estar humano na localidade, por sua ligação direta com a produção dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade existentes. Sendo assim, faz-se necessária uma urgente consideração destes recursos como elemento contribuidor da economia e da cultura na paisagem do semiárido, de modo geral e do Cariri paraibano em específico.

**Palavras-chave:** Serviços Ecossistêmicos; Geodiversidade; Matriz de Impacto; Cariri Paraibano

## **ABSTRACT**

This work deals with a reading of Ecosystem Services and Geodiversity, inserting the environmental impacts in the context of studies on nature and anthropic action for an area in the process of recognition as Geopark Cariri in semi-arid Paraibano. In this context, it describes the Ecosystem Services, Geodiversity and Environmental Impacts on natural resources, and can contribute to a thinking of public policies on the use and sustainable occupation of Cariri Paraibano, specifically in the area to be produced a Geopark. The methodological procedures for this research were based on tools used by international mechanisms of reading, writing and mapping of Ecosystem Services and Geodiversity to compose a worldwide database. In this case, the CICES table was used, adding the geodiversity services, as well as an adaptation of the Environmental Impact Matrix (Leopold Matrix) to evaluate the ecosystem services and geodiversity with the natural resources accounted for and mapped at the site studied. The first chapter highlighted the mapping of Ecosystem Services and Geodiversity in the studied region of Cariri Paraibano. In the second chapter the ecosystem services and geodiversity were accounted for and recorded in the CICES Table V5.1). The third chapter highlights the Impact Matrix for Ecosystem Services and Geodiversity. The data obtained, in general, show that for the Cariri Paraibano region, the rocky outcrops, especially the "lajedos", are considered the main elements that guarantee the quality of life and human well-being in the locality. This, for its direct connection with the production of ecosystem services and geodiversity. Thus, it is necessary an urgent consideration of these resources as an element contributing to the economy and culture in the landscape of the semi-arid, in general, and Cariri Paraiba specifically.

**Keywords:** Ecosystem Services; Geodiversity; Impact Matrix; Cariri Paraibano

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ADA** – Área Diretamente Afetada

**AIA** – Avaliação de Impacto Ambiental

**CA** – Caatinga Aberta

**CDA** – Corpo d'Água

**CCEN** – Centro de Ciências Exatas e da Natureza

**CDB** – Convenção Sobre Diversidade Biológica

**CGEE** – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

**CICES** – Common International Classification of Ecosystem Services

**CPRM** – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

**EIA** – Environmental Impact Assessment

**EIA/RIMA** – Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental

**ENVI** – Exelis Visual Information Solutions

**EUNIS** – European Nature Information System

**FECS-CS** – Ecosystem Goods and Services Classification System

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IUCN** – União Internacional para Conservação da Natureza

**KML** – Keyhole Markup Language

**LS** – Leito Seco

**MAES** – Mapping and Assessment of Ecosystems and Their Services

**MEA** – Millennium Ecosystem Assessment

**NBR** – Norma Brasileira

**NESCS** – National Ecosystem Services Classification System

**OBIA** – Object-based Image Analysis

**OCDE** – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico

**OLI** – Operational Large Imager

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**PB** – Paraíba

**PGCP** – Projeto Geoparque Cariri Paraibano

**PROCASE** – Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú

**SE** – Serviço Ecossistêmico

**SHP** – Shapefile

**SHP** – Shapefile

**SUDEMA** – Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba

**TEEB** – Economics of Ecosystems and Biodiversity Project

**UC** – Unidade de Conservação

**UE** – União Europeia

**UFPB** – Universidade Federal da Paraíba

**UFRN** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**UNESCO** – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

**WHS** – Sítios Históricos Mundiais

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 - Categoria de Análise da Pesquisa .....                                                                                                                                                                           | 19  |
| Figura 2 - Grupos de usuários e ocupantes definidos para essa pesquisa.....                                                                                                                                                 | 21  |
| Figura 3 - Localização da área de estudo. ....                                                                                                                                                                              | 37  |
| Figura 4 - Ferramenta de Colorbrewer .....                                                                                                                                                                                  | 43  |
| Figura 5 - Mapa Geológico.....                                                                                                                                                                                              | 49  |
| Figura 6 - Padrões de Relevo do Geoparque Cariri.....                                                                                                                                                                       | 51  |
| Figura 7 - Imagens ilustrativas dos Padrões de Relevo .....                                                                                                                                                                 | 52  |
| Figura 8 - Mapa da hidrografia da área de estudo .....                                                                                                                                                                      | 53  |
| Figura 9 - Uso e ocupação da terra no local pesquisado .....                                                                                                                                                                | 54  |
| Figura 10 - Serviços de Provisão.....                                                                                                                                                                                       | 56  |
| Figura 11 - Serviços de Regulação e Manutenção .....                                                                                                                                                                        | 58  |
| Figura 12 - Serviços Culturais. ....                                                                                                                                                                                        | 61  |
| Figura 13 - Hierarquia Estrutural CICES .....                                                                                                                                                                               | 63  |
| Figura 14 - Esquema da Geoconservação.....                                                                                                                                                                                  | 67  |
| Figura 15 - Mapa de Relevo. ....                                                                                                                                                                                            | 75  |
| Figura 16 - Perfil de uso e cobertura vegetal atual na região dos Cariris Velhos, destacando as espécies mais representativas. ....                                                                                         | 76  |
| Figura 17 - Sistema ambiental físico de afloramentos rochosos do semiárido brasileiro. ....                                                                                                                                 | 78  |
| Figura 18 - Demonstração de alguns dos serviços ecossistêmicos prestado pelo Lajedo da Salambaia em Cabaceiras, PB .....                                                                                                    | 79  |
| Figura 19 - Modelo de Cascata dos Serviços Ecossistêmicos .....                                                                                                                                                             | 86  |
| Figura 20 - Diagrama do sistema de funcionamento da Planilha CICES.....                                                                                                                                                     | 86  |
| Figura 21 - Afloramento rochoso hipotético mostrando os seis locais escolhidos pelas espécies como habitats de sobrevivência durante o período seco. Legenda: ROC-Rocha dos afloramentos; LEISL-Leito Seco de Lagoas; ..... | 89  |
| Figura 22 - Componentes do capital natural, desenvolvidos a partir da figura do capital natural na UE MAES relatório sobre o Mapeamento e Avaliação de Ecossistemas e seus Serviços. .                                      | 91  |
| Figura 23 - Matriz produzida por Leopold para concessão de mineração.....                                                                                                                                                   | 98  |
| Figura 24 - Localização da área de estudo .....                                                                                                                                                                             | 106 |
| Figura 25 - Unidades geológicas da área de estudo.....                                                                                                                                                                      | 107 |
| Figura 26 - Unidades de relevo da área de estudo .....                                                                                                                                                                      | 108 |
| Figura 27 - Mapa de declividades da área de estudo .....                                                                                                                                                                    | 109 |



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 1 - Referencial Teórico dos Serviços Ecossistêmicos .....                                                                                               | 26  |
| Quadro 2. Referencial Teórico da Geodiversidade .....                                                                                                          | 29  |
| Quadro 3. Referencial Teórico do Cariri Paraibano .....                                                                                                        | 30  |
| Quadro 4. Referencial Teórico do Mapeamento Ecossistêmico e dos Impactos Ambientais ..                                                                         | 32  |
| Quadro 5. Dados sobre os municípios envolvidos na pesquisa.....                                                                                                | 38  |
| Quadro 6. Serviços Ecossistêmicos de Provisão.....                                                                                                             | 44  |
| Quadro 7. Serviços Ecossistêmicos de Regulação e Manutenção .....                                                                                              | 46  |
| Quadro 8. Serviços Ecossistêmicos Culturais. ....                                                                                                              | 47  |
| Quadro 9 - Valores atribuídos as Classes de Uso da Terra .....                                                                                                 | 55  |
| Quadro 10 - Descrição dos Serviços Ecossistêmicos do Lajedo .....                                                                                              | 79  |
| Quadro 11 - Lista de Serviços Ecossistêmicos Abióticos dos Lajedos .....                                                                                       | 80  |
| Quadro 12 - Planilha CICES elementos bióticos.....                                                                                                             | 88  |
| Quadro 13 - Fatores abióticos na planilha CICES V5.1 .....                                                                                                     | 92  |
| Quadro 14. Matriz de Impacto Ambiental produzida.....                                                                                                          | 99  |
| Quadro 15. Quadro demonstrativo de algumas das análises produzidas para resultar no valor do cruzamento entre o “Efeito” e “Causa” descrito no Quadro 14. .... | 101 |
| Quadro 16. Valores a serem atribuídos aos indicadores de intervenção .....                                                                                     | 102 |
| Quadro 17 - Referência para a atribuição de valores.....                                                                                                       | 103 |
| Quadro 18. Matriz de Serviços Ecossistêmicos (SANCHEZ, 2014). ....                                                                                             | 104 |
| Quadro 19. Quadro dos <i>geossítios</i> na <i>área</i> pesquisada. ....                                                                                        | 111 |
| Quadro 20. Matriz de Impacto Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade .....                                                                                 | 114 |
| Quadro 21. Planilha de pontuação correspondente ao Quadro 20.....                                                                                              | 115 |
| Quadro 22. Representação gráfica e numérica da Matriz de SE e Geodiversidade .....                                                                             | 121 |
| <br>                                                                                                                                                           |     |
| Tabela 1 – Principais geoformas locais. ....                                                                                                                   | 50  |
| Tabela 2 - Quantificação dos Impactos .....                                                                                                                    | 122 |

## **LISTA DE GRÁFICOS**

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico - 1 . Uso e Ocupação da paisagem.....                                               | 55  |
| Gráfico 2 . Quantificação dos serviços de provisão por ecossistema .....                    | 57  |
| Gráfico 3 - Quantificação dos serviços de provisão por fonte de geração .....               | 57  |
| Gráfico 4 - Quantificação dos serviços de regulação e manutenção por fonte de geração ..... | 59  |
| Gráfico 5 - Quantificação dos serviços de regulação e manutenção por ecossistema.....       | 60  |
| Gráfico - 6 Quantificação dos serviços culturais por ecossistema .....                      | 62  |
| Gráfico - 7 Quantificação dos serviços culturais por fonte de geração .....                 | 63  |
| Gráfico - 8 Serviços Ecossistêmicos de Aprovisionamento. ....                               | 122 |
| Gráfico - 9 Serviços Ecossistêmicos de Regulação.....                                       | 123 |
| Gráfico - 10 Serviços de Suporte.....                                                       | 124 |
| Gráfico - 11 Serviços Culturais .....                                                       | 124 |
| Gráfico - 12 Serviços da Geodiversidade .....                                               | 125 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO.....                                                                                                     | 17 |
| OBJETIVOS .....                                                                                                     | 22 |
| GERAL .....                                                                                                         | 22 |
| ESPECÍFICOS.....                                                                                                    | 22 |
| HIPÓTESE DE TRABALHO .....                                                                                          | 22 |
| CAPÍTULO 01: OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE DO<br>CARIRI PARAIBANO .....                            | 35 |
| <b>1.1 INTRODUÇÃO</b> .....                                                                                         | 35 |
| <b>1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....                                                                        | 36 |
| 1.2.1. Área de Estudo.....                                                                                          | 36 |
| 1.2.2. Mapeamento de uso e cobertura da terra.....                                                                  | 39 |
| 1.2.3. Identificação dos Serviços Ecossistêmicos (SE) .....                                                         | 40 |
| 1.2.4. Catalogação da Geodiversidade .....                                                                          | 40 |
| 1.2.5 Mapeamento de Uso e Ocupação da Região Pesquisada .....                                                       | 41 |
| <b>1.3. RESULTADOS</b> .....                                                                                        | 43 |
| 1.3.1. Identificação dos Serviços Ecossistêmicos .....                                                              | 43 |
| 1.3.2 Identificação de Existência da Geodiversidade Local.....                                                      | 48 |
| 1.3.3 Mapeamento de Uso e Ocupação da Região Pesquisada .....                                                       | 53 |
| 1.3.4 Mapeamento dos Serviços de Provisão .....                                                                     | 56 |
| 1.3.5. Mapeamento dos Serviços de Regulação .....                                                                   | 58 |
| 1.3.6. Mapeamento dos Serviços Culturais .....                                                                      | 60 |
| 1.4. DISCUSSÃO .....                                                                                                | 63 |
| CAPÍTULO 02: GEODIVERSIDADE APLICADA NOS ESTUDOS DOS SERVIÇOS<br>ECOSSISTÊMICOS NA REGIÃO DO CARIRI PARAIBANO ..... | 71 |
| 2.1 INTRODUÇÃO.....                                                                                                 | 71 |
| 2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....                                                                              | 73 |
| 2.3. RESULTADOS .....                                                                                               | 74 |
| 2.3.1. Descrevendo a paisagem do Cariri Paraibano.....                                                              | 74 |
| 2.3.2. Os ecossistemas de lajedos.....                                                                              | 77 |
| 2.4. DISCUSSÃO .....                                                                                                | 85 |
| CAPITULO 03: UMA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OS SERVIÇOS<br>ECOSSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE .....        | 96 |
| 3.1. INTRODUÇÃO.....                                                                                                | 96 |

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....                                                                 | 97  |
| 3.3. RESULTADOS .....                                                                                  | 105 |
| 3.3.1. O Contexto da Avaliação .....                                                                   | 105 |
| 3.3.2. Síntese do Ambiente Natural Pesquisado.....                                                     | 106 |
| 3.3.3. Catalogação da Geodiversidade .....                                                             | 110 |
| 3.3.4. Serviços Ecossistêmicos.....                                                                    | 112 |
| 3.3.5 Avaliação de Impacto Ambiental para os Serviços Ecossistêmicos e da<br>Geodiversidade local..... | 113 |
| 3.4. DISCUSSÃO .....                                                                                   | 125 |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                                          | 128 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                      | 133 |

## INTRODUÇÃO

A vida no planeta Terra está intimamente ligada à sua contínua capacidade em prover alimentos aos seus moradores, a partir dos mais diversos serviços ecossistêmicos (MEA, 2007; SUKHDEV *et al.*, 2010). Considerando um cenário atual de atenção aos usos dos recursos da natureza, provedores de benefícios para toda a população, esses serviços ecossistêmicos, acrescidos da geodiversidade, incutem a necessidade de um novo raciocínio sobre seus usos e ocupações nestes novos tempos. Principalmente quando estes serviços prestados pela natureza, na prática, promovem interferência em situações adversas a vida humana, como: controle da erosão, ciclagem de nutrientes, regulação de inundação, impermeabilização de solo, armazenamento de carbono, ciclagem do ar, formação de microclimas e também garantia da identidade cultural de comunidades, ou populações inteiras.

Independente do prisma teórico ou conceitual no qual se analisa as relações da sociedade com a natureza, a atual crise no modelo econômico, agravado pela pandemia do Corona Vírus, vem representar um momento único para se reavaliar o tratamento dado pela humanidade, de forma geral, ao seu patrimônio ambiental ou Capital Natural, definido por Miller Jr. (2007 p. 3) como sendo: “(...) os recursos e serviços naturais que mantêm a nossa e outras espécies vivas e que dão suporte às nossas economias.”. Nesse caso, urge compreender de que forma se dão as interconexões entre os sistemas econômico e natural, quando os componentes biológicos, ou recursos naturais, são afetados de forma a produzir efeitos negativos as suas reais expectativas de resultado e uso para benefício humano. Neste caso, devemos questionar: o mapeamento dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade podem ser elementos contribuintes para o planejamento ambiental? Uma vez produzido, esse planejamento poderia servir para a construção das políticas públicas? Enquanto política pública, a mesma serviria como processo educativo para o empoderamento da população?

Com base nessa última colocação, é urgente tanto a leitura apropriada e aprimorada da natureza em tempos atuais, quanto a interpretação sistêmica da mesma com foco nos impactos sobre a economia e na sustentação da vida ou da biodiversidade como mantenedora das bases de produção natural com benefícios para o usufruto humano. Neste caso, quando organismos reguladores da economia mundial, a exemplo da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), começam a apontar para a existência de uma necessidade de consumo alimentar abaixo da produção existente, a qualidade de vida e bem-estar humano se apresenta comprometido em todo o planeta, além da redução drástica por catástrofes naturais e ações antrópicas, dos ambientes de produção alimentar humana, como

agravante para essa situação, deve ser necessário o entendimento dos serviços ecossistêmicos e igualmente da geodiversidade como formadora de solos, divisora de águas, entre outros benefícios, em seus ambientes próprios de produção.

Dessa forma, temos os serviços e benefícios a serem mapeados e quantificados, assim como descritos seus usos e usuários, com vistas não somente ao entendimento de distribuição espacial desse Capital Natural em escala mundial, mas principalmente na construção de uma política econômica-ambiental internacionalizada e contributiva para a sustentabilidade da vida na Terra como um todo e da qualidade de vida e bem-estar humano em particular.

Estas considerações introdutórias acerca da preocupação global com o estoque de alimentos e suas áreas produtivas para este estudo de tese, tem como premissas e base metodológica as diversas ferramentas de análise desta situação orientadas pela OCDE e União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), considerando as leituras, mapeamento, escrituração e resultados globais. Destas, as mais relevantes para a OCDE (2019) são: *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES)*; *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Project (TEEB)*; *Millennium Ecosystem Assessment (MEA)*; *European Nature Information System (EUNIS)*; *Ecosystem Goods and Services Classification System (FEGS-CS)*; *National Ecosystem Services Classification System (NESCO)* e; *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)*.

Em outras palavras as preocupações não somente com a quantidade de bens oriundos dos serviços que o ecossistema e a geodiversidade são capazes de ofertar para o benefício humano, assim como seu ambiente gerador, tornam-se as maiores preocupações em tempos atuais de crescimento desordenados da população em detrimento da redução drástica em áreas e cultivos alimentícios. Como bem esclarecem Andrade & Romeiro (2009), faz-se necessário observar os limites impostos pela capacidade de suporte do ambiente natural (física, química e biológica), de maneira que a intervenção antrópica não comprometa irreversivelmente a integridade e o funcionamento apropriado dos processos naturais.

Deste modo, esta tese buscou ocupar um espaço pouco explorado por pesquisadores no Nordeste semiárido e no Cariri Paraibano principalmente, objetivando, com tal pesquisa, fazer uma leitura da natureza local enquanto recurso a ser utilizado econômica e socialmente. Sendo vista, esta natureza local, como provedora de serviços para a qualidade de vida e bem-estar humano, devendo esses serem mensuráveis e valoráveis economicamente com vistas a sua valorização política, social e econômica.

Neste caso, uma vez considerado este estudo como um caminho para a preparação de planos de manejo e gestão pública, inclusive deste conhecimento e realidade historicamente e ignorada, a pesquisa visou correlacionar ocorrências de serviços ecossistêmicos e da geodiversidade existentes no ambiente semiárido do Cariri Paraibano, em conflito com as necessidades produtivas e de intervenções antrópicas. Como exemplo destas intervenções comuns sobre a natureza do lugar, a introdução de tecnologias civis e sociais pensadas basicamente para melhoria da vida e economia local, como a água e as estradas por exemplo, que interferem diretamente na produção de diversos serviços ecossistêmicos e na geodiversidade.

Dado este enfoque, esta tese buscou contribuir tanto para o estoque de produções científicas nessa temática de forma geral, alimentando inclusive o banco de dados mundial acerca dos ambientes e dos produtos dispersos pelo mundo, assim como para a geração de conhecimentos local. Neste caso, gerando dados e informações acerca da realidade produtiva, localização e impactos negativos, ligados diretamente ao ambiente onde os serviços ecossistêmicos é naturalmente produzido e imediatamente utilizado.

Para melhor entendimento sobre a temática principal desta tese, a Figura 1 mostra os principais temas abordados e que objetivaram correlacionar os dados obtidos para análise e demonstração de resultados.

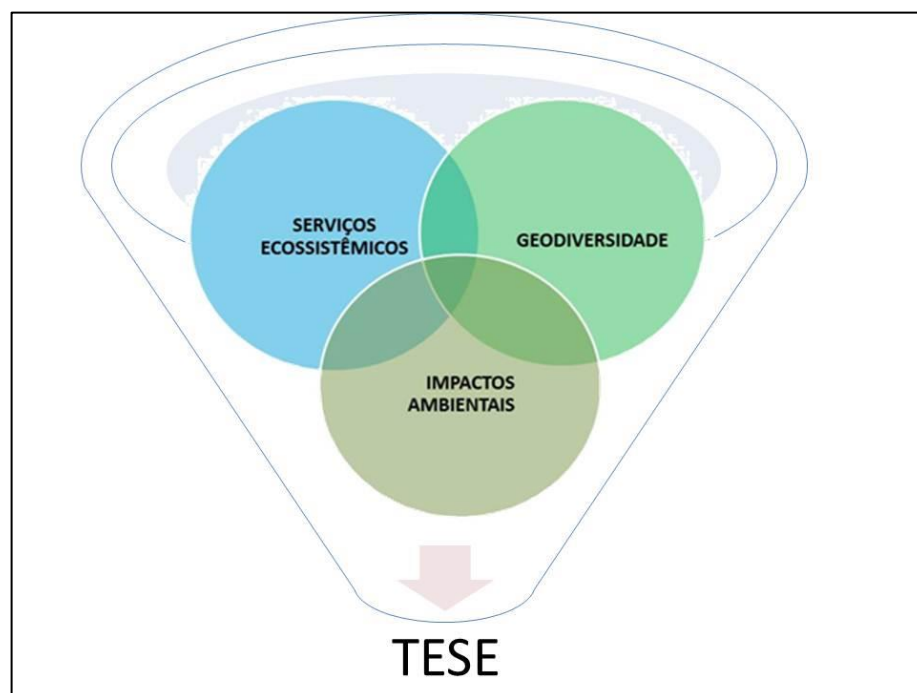


Figura 1 - Categoria de Análise da Pesquisa  
Fonte: Elaboração própria

Definidos os temas principais, a estruturação do texto está segmentada basicamente em três capítulos: 1 - OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE DO CARIRI PARAIBANO: Aborda a contextualização geral da temática em questão (descrição da área pesquisada, conceitos e metodologias tratadas para os serviços ecossistêmicos, da geodiversidade e mapeamento) resultando na escrituração contábil dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, com um mapeamento cartográfico dos mesmos; 2 - GEODIVERSIDADE APLICADA NOS ESTUDOS DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA REGIÃO DO CARIRI PARAIBANO: Consiste em uma prática escritural dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade a partir do uso da Planilha Contábil CICES V5.1 utilizada por organismos ligados a ONU para inventariar os recursos naturais de uso humano objetivando garantir a sua qualidade de vida e bem-estar social. Sendo escriturados contabilmente, a partir desta planilha, os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade levantados como os mais comuns no Cariri Paraibano, foram enfatizados a partir do seu local pesquisado; 3 - UMA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE: Apresenta os impactos a serem produzidos em cada serviço ecossistêmico, no seu grau de benefício, adversidade ou indefinição, a partir de indicadores como: caráter; importância; cobertura; duração e reversibilidade. É finalizado com o cruzamento das informações obtidas nos capítulos mencionados, onde são comparados os resultados de leitura dos mesmos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade como sendo compatíveis em resultados, demonstrativos da mesma realidade local, por ferramentas diferentes, e por fim servindo como instrumento decisório para os diversos atores e interventores do ambiente quando da necessidade nas tomadas de decisão.

O trabalho pode ser dividido em dois momentos: um primeiro anterior ao desenvolvimento da tese, em trabalho profissional deste pesquisador a frente da Gestão Ambiental do programa de agricultura sustentável do Governo do Estado da Paraíba, denominado de PROCASE, onde durante quatro anos, anterior ao início da Tese, foram realizadas visitas constantes as comunidades rurais do Cariri Paraibano tangenciando, ou alimentando, mesmo que de forma remota, o tema aqui abordado. Em segunda questão, pós formulação e fechamento do Projeto de Tese, visualizando aquilo que tinha sido trabalhado em campo de forma profissional, assim como o uso do arquivo pessoal de dados, ajudou no processo de aquisição das informações necessárias.



No desenrolar da tese, visitas a instituições de pesquisa e extensão rural atuantes no local foram realizadas, assim como eventos e locais de fluxos aglutinadores como feiras e espaços turísticos. Conversas com atores e formadores de opinião, pesquisadores e pessoas de conhecimento na região também foram utilizados como fontes de ouvidoria, ficando assim definidos os grupos colaboradores, para melhor compreensão dos dados, e definição dos resultados (Figura 2):

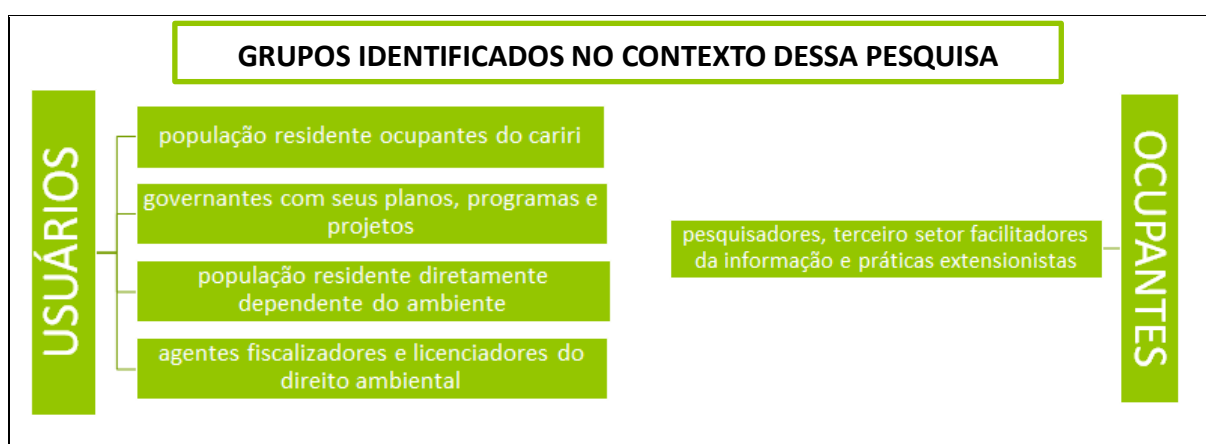


Figura 2 - Grupos de usuários e ocupantes definidos para essa pesquisa  
Fonte: Elaboração própria

Neste contexto, de buscas constantes por revelar a conflituosa relação sociedade natureza em ambiente de semiaridez, trabalhar a questão dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, torna-se relevante no que tange a localização geográfica dos recursos naturais existentes, em detrimento da pressão social exercida sobre este ambiente físico. Assim, este trabalho tem como intenção a produção de material temático enquanto possibilidade de uso inclusive como recurso didático, de modo a ser entendido e utilizado como uma ferramenta de comunicação apropriada a assimilação da situação por todos os envolvidos e interessados.

Dessa forma, a presente pesquisa buscou dar respostas a uma necessidade exposta tanto por uma realidade presente nos estudos e trabalhos tidos sobre o local, como também a vivência e o contato com pesquisadores e atores sociais locais, demonstrando a necessidade em ter ferramentas de gestão com potencial demonstrativo das práticas insustentáveis local.

## **OBJETIVOS**

### *GERAL*

Analisar, a luz das teorias postas para os serviços ecossistêmicos, da geodiversidade e dos impactos ambientais, os recursos naturais utilizados para a qualidade de vida e bem-estar humano no Cariri Paraibano.

### *ESPECÍFICOS*

1. Elencar e mapear a oferta e demanda de serviços ecossistêmicos e a geodiversidade no Cariri Paraibano.
2. Identificar e escriturar os principais serviços potencialmente prestados pelo ambiente natural estudado.
3. Identificar e caracterizar as interferências humanas sobre o potencial dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, fazendo uso da Matriz de Impacto Ambientais adaptada aos objetivos da tese.

## **HIPÓTESE DE TRABALHO**

A pesquisa teve foco em quatro municípios: Cabaceiras, São João do Cariri, Boqueirão e Boa Vista, no Cariri Paraibano, com importância destacada por ser uma área em estudo para reconhecimento como um geoparque, o que tornaria mais claro o entendimento e a tomada de decisão sobre a importância das feições e funções da geomorfologia existente no Cariri, conforme apontam Lages *et al.* (2018) e Meneses (2020). A contribuição desta tese é promover uma reinterpretação deste ambiente dando-lhe um novo olhar, ou uma contribuição a mais para o que já vem sendo produzido como necessidade de desenvolvimento regional, levando a formulação das seguintes hipóteses:

1. Uma compreensão do contexto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade, no cenário onde estes serviços estão sendo originados poderá favorecer a tomada de decisões com bases sustentáveis e conservacionistas.

2. As ferramentas e metodologias utilizadas pela OCDE para esta compreensão e a propagação dos serviços da natureza e da geodiversidade poderão ser utilizadas tanto para difundir o conhecimento em nível mundial acerca do que existe no ambiente estudado, como dentro do próprio contexto do Cariri Paraibano.
3. A criação de uma ferramenta de medição das interferências humanas sobre o potencial dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade principalmente no contexto do semiárido nordestino e do Cariri Paraibano especificamente, poderá contribuir para um entendimento mais amplo, assim como para a tomada de decisão sobre estes possíveis impactos.
4. Uma vez testadas e certificadas a eficiência destas ferramentas propostas, as mesmas poderão ser sugeridas como conjunto base para tomada de decisões práticas e políticas interventivas no local pesquisado e outros similares.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Considerando o fato de que ao fazer uso desordenado da terra, pessoas e mesmo populações geram negativos impactos ambientais, atingindo principalmente sua própria qualidade de vida e bem-estar, pensar estes impactos ou vulnerabilidades vem sendo fator preponderante para os tomadores de decisão.

Neste caso, e se referindo a necessidade de Planejamento e Gestão Ambiental, no mínimo pouco efetivo satisfatoriamente na região do Cariri Paraibano, especificamente no território em estudo e com vista a transformar-se em um geoparque, é parte fundamental a necessidade de reconhecer as vulnerabilidades ambientais a partir da forma de uso e ocupação da terra, assim como do ato da governança. Buscamos incluir, como procuram definir Schiele & Greiber (2011, p. 107): “(...) leis, regulamentos, debates discursivos, negociação, mediação, resolução de conflitos, eleições, consultas públicas, protestos e outros processos de tomada de decisão”. E, para além disso, deve ser ofertada a toda população diretamente dependente, assim como aos demais indiretamente envolvidos, os conhecimentos dos serviços produzidos pela natureza e que contribuem para a qualidade de vida e bem-estar humano, no momento que antecede sua alteração, quando da intervenção humana.

Neste caso, para Stroup (1991) se faz necessário colocar o Governo mais como mediador e protetor dos direitos da natureza, que propriamente na posição de proprietário ou administrador interventor dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade. Retomando Schiele & Greiber (2011 p. 95), os mesmos consideram que a “governança de serviços ecossistêmicos pode ser definida como a interação de leis e outras normas, instituições e processos”, com vistas a atribuir e distribuir responsabilidades, tendo a população como ente diretamente afetada, responsabilidade compartilhada; assim como nos seus resultados, sejam positivos ou negativos, causado diretamente na localidade e indiretamente na região de alcance do bem alterado.

Para Schiele & Greiber (2011) é preciso entender que:

*“(...) Governance of ecosystem services emerges from the interplay of governmental, inter-governmental, and non-governmental institutions, the private sector, and civil society based on rules established by statutory and customary law.(...) However, an instrument tested at the local level can also initiate the creation of adequate institutions and laws at a higher (regional or national) level”. (SCHIELE; GREIBER, 2011 p. 6)*

Godet & Mathevet (2015) reconhecem os diferentes modos de governança geradora de conflitos diante da biodiversidade, destacando que:

*“Ces débats ont toutfois confirmé que la nature dépend des choix de gestion-exploitation ou de non-gestion des humain et que, em retour, les humains dépendent des changements écologiques selon des degrés très variables d’asymétrie. Le territoire, pensé comme un systemé social et écologique, devient progressivement une unité d’analyse déterminante pour les travaux de conservation de la biodiversité” (GADGIL et al. 1993 citados por GODET; MARTHEVET, 2015. p. 40)*

Nesse caso, esta exploração dos recursos naturais, enquanto produto da paisagem territorial e produtor desta mesma paisagem, está intrinsecamente ligado a presença e participação humana não somente usufruindo da mesma, mas também e principalmente sendo por ela transformados. Nos dizeres de Godet e Marthevet (2015):

*“Les dimensions socioéconomiques, culturelles et institutionnelles sont l’objet de davantage d’attention, afin de développer la capacité d’adaptation et la résilience des systèmes soioécologiques aux changements locaux et globaux” (GODET; MATHEVET, 2015 p. 79).*

Neste caso, dentro desta discussão em voga sobre a busca por entender e conservar a paisagem natural na sua troca direta com a sociedade, cabe a esta tese contribuir com o que descreve Godet e Marthevet (2015):

*Si l’on admet qu’au sein d’une géographie de la conservation l’espace terrestre peut être défini comme une forme de coproduction humaine et naturelle, et qu’humains et non-humains doivent pouvoir l’habiter en en retirant - a certaines conditions - des bénéfices réciproques, malgré les interferences entre leurs intérêts respectifs, alors la géographie peut fortement contribuer à la production de connaissances utiles à la conservation. (GODET; MATHEVET, 2015 p 308).*

Para uso e ocupação de uma área, neste caso, devem ser levantadas, catalogadas, analisadas e complementadas informações sobre a dinâmica ambiental local que venham a servir de base principalmente para as políticas públicas: planos, programas e projetos, sendo o que vem a ser proposto nesta tese a partir da revisão de literatura conforme se apresenta na sequência.

## ***Dos serviços ecossistêmicos (SE)***

O levantamento bibliográfico selecionado para a discussão sobre os serviços ecossistêmicos, enquanto resultado gerado pelas funções ecossistêmicas, teve como foco principal, a identificação de tendências e o panorama de uso atual do conceito. Neste caso, quando usado, o mesmo vem acompanhado de uma prática metodológica a ser reconhecida e aceita, não somente pela academia, mas principalmente por gestores públicos e um mercado econômico-financeiro analisador e pagador destes serviços, em muitos dos casos.

Assim, segue uma lista sucinta das produções científicas selecionadas que buscam fundamentar o conceito e referendar a metodologia e consequente prática dos SE em todo o mundo (Quadro 1).

Quadro 1 - Referencial Teórico dos Serviços Ecossistêmicos

| Referência                                   | Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Resultado/Conclusão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MEA - Millennium Ecosystem Assessment (2007) | Este artigo trabalha a ideia de uma dicotomia entre a valoração dos serviços ecossistêmicos atrelada ao mercado, onde quem define são entes distantes da realidade do lugar de produção e os principais e diretos beneficiados, que são os agricultores, indígenas e outros comunitários ligados aos serviços ecossistêmicos direto. | O Artigo defende que o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), sobre SE deva implicar escolhas políticas, classes de pessoas, e suas localizações geográficas. Onde estes deverão ter acesso aos recursos naturais e seus benefícios, tanto agora quanto no futuro. Neste caso, defendendo uma contraposição dos verdadeiros proprietários dos SE, e no geral alijado da mercantilização, no formato elitista, do PSA. |
| BROOKSHIRE <i>et al.</i> (2010)              | Examinar como incorporar modelos hidrológicos, de vegetação, aves e outros meios econômicos de menor impacto sobre uma estrutura integrada para determinar o valor das mudanças nos sistemas ecológicos em regiões semiáridas dos EUA                                                                                                | Este artigo traz uma discussão de modelo comparativos, com transferência de tecnologias entre as regiões teste, avaliando os benefícios hidro-bioeconômicos aplicados.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| EGOH <i>et al.</i> (2010)                    | Examinar a dependência das populações pobres africanas aos serviços de aprovisionamento, e como garantir o a preservação destes recursos básicos a sobrevivência                                                                                                                                                                     | O artigo examinou, não somente a dependência, mas a política de uso e ocupação das terras no local e algumas alternativas de uso do lugar em serviços ao ar livre, como o turismo e o pastoreio são alternativas para salvaguarda dos serviços ecossistêmicos.                                                                                                                                                          |
| MCAFEE & SHAPIRO (2010)                      | Este livro apresenta a metodologia MEA, enquanto avaliação dos vínculos entre os ecossistemas e o bem-estar humano, com foco nos serviços ecossistêmicos.                                                                                                                                                                            | O MEA não é gerador de dados primários e sim, adicionador de valores e informações já existentes. Tendo o trabalho de agrupar, avaliar, resumir, interpretar e comunicar os resultados de uma forma útil.                                                                                                                                                                                                               |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOUVEL <i>et al.</i> (2013)   | <p>Este artigo discute a participação dos geógrafos na busca do conceito de serviços ecossistêmicos. Ressaltando que, sendo um modelo global cada vez mais dominante para a política e o gerenciamento ambiental, os Geógrafos não podem ficar de fora. Ao mesmo tempo em que defende a participação como agente que vai se contrapor a noção convencional dos SE como estratégia econômica ou ambiental. Ou seja, a natureza como estoque fixo.</p>                                                                                | O autor propõe aos geógrafos seguirem em uma direção diferente do que está posto. Buscando compreender os serviços dos ecossistemas, tornando-o legível. Dando destaque principalmente aos que já trabalham nessa troca dos serviços ecossistêmicos com seu bem-estar de forma harmônica.                                                                                             |
| ADAMS <i>et al.</i> (2013)    | <p>Este artigo discute o termo ciência do ecossistema, identificando o mesmo como um guarda-chuva abrigando outros termos dispersos, ou mesmo já enraizadas no pensamento socioecológicos, gerando distintas terminologias como: abordagem ecossistêmica, serviços ecossistêmicos, estrutura de serviços ecossistêmicos e capital natural.</p>                                                                                                                                                                                      | O artigo se propõe a organizar o pensamento da ciência do ecossistema, com o fim de poder unificar e produzir uma metodologia capaz de agregar a função pública. O que não acontece quando se tem diversos conceitos e métodos de abordagem diferente.                                                                                                                                |
| EUROPEAN UNION (2014)         | <p>Integrar a contabilidade ambiental a contabilidade econômica, de forma a promover uma relação direta entre as diversas unidades administrativas regionais. Incluindo comparações entre regiões diferentes.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | O estudo aponta para a questão tanto da imprecisão de conceito contábil desta contabilidade ambiental, quanto a divergência dos gestores públicos em aceitar aumento de receitas e despesas a partir da inclusão da contabilidade ambiental nas contas públicas. ressaltando a importância em se continuar o debate                                                                   |
| COSTANZA <i>et al.</i> (2014) | <p>Neste artigo é identificado, dentre várias inconsistências na classificação dos serviços ecossistêmicos, dois desafios principais. Sendo o caso dos conceitos, terminologia e definições, e outro a mistura de processos e benefícios, ou fluxos e ativos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                   | Os autores falam que é necessário abordar esta dicotomia, como instrumento para se chegar a um consenso. E defende o uso do referencial em cascata como referência, e a ecologia de sistemas como base teórica.                                                                                                                                                                       |
| MCNAIR & TOMAS (2014)         | <p>Este artigo é para apresentar o <i>Final Ecosystem Goods and Services Classification System/ FEGS-CS</i> como sendo o primeiro sistema de classificação abrangente para serviços ecossistêmicos, projetado para facilitar a medição e a avaliação. é escrito para indivíduos, comunidades ou empresas do setor público, setor privado e organizações sem fins lucrativos que desejam medir, quantificar, mapear, modelar e/ou valorizar um conjunto padrão, mas completo, de serviços ecossistêmicos em qualquer lugar Terra</p> | Este artigo discute o sistema de classificação criado, como útil para identificar os tipos de bens e serviços do ecossistema, os ambientes em que eles ocorrem e as pessoas que se beneficiam deles. Delineia de forma clara a distinção entre os benefícios comerciais e sociais, com o fim, inclusive de ser considerado enquanto impactos, e consequentes dependências ambientais. |
| JACKSON & PALMER (2015)       | <p>Este artigo destaca a metodologia do <i>Common International Classification of Ecosystem Services/CICES</i> como sendo uma organização de pesquisadores, pensadores, técnicos e executores de SE, imbuídos de ampliar os indicadores e reforçar sua prática para benefício da natureza e da qualidade de vida humana.</p>                                                                                                                                                                                                        | Este artigo mostra os indicadores de SE em quantidade significativa, em formato de cascata ou hierarquizado e aberta a novas contribuições.                                                                                                                                                                                                                                           |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HEIN <i>et al.</i> (2016)     | Este livro trata da questão dos serviços ecossistêmicos trabalhados a partir da necessidade de vida de uma comunidade de montanha, com o apoio ou produção do laboratório de ecologia alpina.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | A discussão que valida este livro, para este apanhado bibliográfico é a forma de entender que as trocas de serviços ecossistêmicos também são válidas. Como fertilização orgânica e o uso das mudanças climáticas na promoção de novos serviços ecossistêmicos. |
| LA NOTTE <i>et al.</i> (2017) | O livro tece críticas a chamada “contabilização verde”, afirmando ser um modelo de desenvolvimento baseado em crescimento econômico e destruição da natureza. O argumento é que a economia ao precificar o valor dos serviços da natureza, dando visibilidade econômica, levaria as grandes corporações a reconhecerem o valor do estoque de capital da natureza. O autor aposta ainda que esta postura é passível de modificar inclusive a legislação ambiental, analisando alguns exemplos de PSA para SE já existentes. | A autora defende uma maior aplicação da legislação ambiental existente e o uso de recursos públicos para preservar os serviços ecossistêmicos de uso e propriedade pública                                                                                      |
| CZÚCZ <i>et al.</i> (2018)    | Descreve a metodologia do <i>European Nature Information System Web Site/EUNIS</i> , para determinação de Habitats e seus SE, adaptado da Metodologia Corine Biótopos. Construído com diagramas sintéticos que podem ser usados para facilitar o uso da classificação.                                                                                                                                                                                                                                                     | Esta metodologia separa os habitats, classifica os bióticos e culturais existentes, e nomeia os SE, discutindo os impactos.                                                                                                                                     |

Fonte: Elaboração própria.

### ***Da Geodiversidade***

O trabalho com a geodiversidade, diz respeito, em muito, a necessidade humana na busca por qualidade de vida, de manter intactos alguns elementos da geologia e geomorfologia que compõe, com a biodiversidade, uma cadeia produtiva de serviços naturais, servíveis ao homem. Sendo destacado, enquanto partícipe importante da vida na Terra, sua história natural, contada a partir dos elementos minerais, fósseis, geoformas e distribuição, reveladoras do nosso passado e presente, assim como, projetora do nosso futuro.

Neste caso, a bibliografia selecionada (Quadro 2) revela uma discussão de conceitos, indicadores e metodologias, as quais encontram-se em uso por diversos profissionais em localidades distintas.



Quadro 2. Referencial Teórico da Geodiversidade

| Referência                 | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Resultado/Conclusão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BRILHA (2002)              | O autor parte da ideia de que a biodiversidade, enquanto conceito e importância, vem sendo ressaltada a mais de 30 anos. E a Geodiversidade somente a cerca de 20 anos é que vem sendo trabalhada a sua singularidade.                                                                                 | Neste caso, o autor defende a questão do trabalho crescente e diversificado com a Geodiversidade e Geoconservação, atrelado a Biodiversidade como algo diverso porem dependente. Destacando a questão da preservação ou degradação de um, impactar diretamente na conservação ou degradação do outro. Assim, torna-se importante não somente conhecer mais disseminar o conhecimento da geodiversidade. |
| SHARPLES (2007)            | Este artigo apresenta a discussão em torno do termo geodiversidade, até esta data, buscando uma ampliação na definição usada. Visando melhorar suas propostas para medir e quantificar a geodiversidade em contextos aplicados, tirando conclusões para desenvolvimento nesta área.                    | O autor resalta a importância da geodiversidade para formação da paisagem, interação dos ecossistemas e para a educação e estudo da vida como um todo.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ENRIQUE (2007)             | Geoconservação visa manter a diversidade de características geológicas, geomorfológicas e do solo, sistemas e processos. Apoiando a ideia de que os múltiplos usos de dado lugar com importância geológica, levará a sua destruição, caso não existe uma visão do valor ecológico local e seu entorno. | O autor defende como proposta ao uso da Geoconservação, uma ferramenta a mais aliada ao gestor de florestas ou administrador de terras, enquanto conhecimento, a mais, agregado a sua busca pela valorização da área e preservação do lugar.                                                                                                                                                            |
| GRAY <i>et al.</i> (2013)  | O autor defende uma maior preocupação com o tema, dado alguns avanços obtidos com a temática da biodiversidade e a crescente preocupação em também proteger aspectos geológicos da igual destruição fortuita. Desenvolvendo, discutindo e aplicando termos e metodologias.                             | A discussão resalta o quão importante é integrar a geologia como palco e modelador e a biodiversidade como cenário e atrativo maior, ambos como necessário a preservação e uso sustentável.                                                                                                                                                                                                             |
| DINIZ <i>et al.</i> (2015) | Este artigo destaca os geótopos como testemunhos que ajudam a entender a evolução espacial e temporal de uma região. Destaca, com isto, a importância dos processos superficiais, bem como, da importância das rochas como parte da construção da paisagem.                                            | Realiza um comparativo entre geótopo, biótopo, e outras formas de geossistêmicas, ecossistêmicas e biossistêmicas. Eles devem proteger ações que danifiquem seu conteúdo, sua estrutura, sua forma ou sua futura evolução natural.                                                                                                                                                                      |
| BRILHA (2016)              | Este artigo defende, basicamente, o trabalho dos geocientistas como importante construtor e guardião da história da Terra, assim como pesquisador dos usos e práticas corretas desta temática. Necessitando disciplinar as diversas linhas, linguagens, conceitos e métodos de trabalho.               | Este autor deixa claro que, nem todo elemento da geodiversidade é merecedor de estratégias de conservação. Sendo apenas aqueles com valor científico e histórico para a Terra. Embora todas as evidências geológicas sejam relevantes em escala local ou regional.                                                                                                                                      |

Fonte: Elaboração própria.

## ***Do Uso e Ocupação no Cariri Paraibano***

Neste tópico, a seleção bibliográfica (Quadro 3) principia pela necessidade de apontar autores e dados já coletados sobre a problemática ambiental histórica e atual encontrada e destacada para a região em tela. Neste caso, é possível realizar uma (re)leitura destas questões de impacto sobre a natureza semiárida, concebendo-as como ponto de partida para uma discussão acerca das potencialidades e questões ambientais no Cariri Paraibano.

Quadro 3. Referencial Teórico do Cariri Paraibano

| Referência          | Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Resultado/Conclusão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MARIANO NETO (1999) | Este autor, em sua tese, defende a ideia de uma natureza adaptada e de uma sociedade formada e conformada com a semiaridez. Incluindo, neste caso, a sabedoria popular ou mesmo, sensibilidade para leitura natural das condições e necessidades de agir no local, de acordo com a sua realidade e condição de intervenção.                                                                                                                         | Esta tese, apesar de valorizar a sabedoria e toponímia do morador local, também levanta e aponta que, muitas das políticas forçadas a acontecer, assim como, a busca por incorporar bens e serviços estranhos a realidade local, tem contribuído para a destruição e desertificação.                                                 |
| SILVA (2006)        | Esta tese aborda, para o contexto do Cariri Paraibano, não somente os baixos indicadores humanos existentes, mas também a própria base de ocupação e construção política regional a partir das suas relações de poder local e regional. Incluindo, neste escopo, o uso degradador do lugar.                                                                                                                                                         | Esta tese, em sua base, destaca a questão, não somente do sujeito participando das discussões e decisões, sobre seu ambiente de morada, mas como tomador de decisão das intervenções sobre seu ambiente e território. Procurando apropriar-se da sua própria propriedade e força de trabalho construindo se próprio ambiente.        |
| SOUZA (2008)        | O autor destaca a questão do processo histórico e cultural de uso e ocupação da região semiárida, com foco no Cariri Paraibano, contribuindo para o processo de degradação ambiental. Fruto de sucessivas intervenções de políticas públicas contrárias a vocação econômico-ecológica do lugar.                                                                                                                                                     | O autor aponta a perda dos serviços ecossistêmicos do solo não manejado e da vegetação subtraída irracionalmente, aliado as questões climáticas e políticas públicas contrárias, como fatores a serem trabalhados para a melhoria do bem-estar humano no lugar.                                                                      |
| SANTOS (2009)       | Esta tese, que trabalha a arqueologia dos primeiros habitantes do Cariri, traz a questão do ambiente natural encontrado. Destacando o fato de a região não sofrer modificações por vulcanismos ou tectonismos por exemplo. Tendo seu bioma tanto estabilizado quanto dinâmico, por sua própria, e atual, condição climática, edáfica, ou natural como um todo. Tendo sua modificação brusca ocorrendo, quando da fixação do homem e uso irracional. | No caso, esta tese, destaca a questão de ter sido encontrado uma megafauna presente na região, denotando a existência de condições para sobrevivência destes grandes animais. Sendo destaque inclusive, a questão da degradação, tanto pelas mudanças climáticas, quanto pela ação humana, está ameaçando os resquícios da história. |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARAUJO (2010) | A autora trabalha com a ideia de busca por um Cariri que funciona agropecuariamente, inclusive com a seca e a estiagem. Entendendo que muitos agricultores têm usado de tecnologias sociais para vencer as adversidades ambientais regionais.                           | A tese apesar de apontar para os usos e costumes voltados a resiliência, também corrobora para uma falta de assistência técnica e hábitos predatórios por parte de muitos agricultores e dinâmica econômica local. |
| LEAL (2012)   | Esta tese, tendo como área de estudo, o Cariri Paraibano, e como tema a educação do campo, mostra tanto a influência de poder político na adoção do curso e sua aplicação, como as relações de poder, influenciando na prática de todo aprendizado, e de seu resultado. | Esta tese, em seu todo, ajuda na compreensão, não somente dos novos conceitos e temas, assimilados a cultura regional e local. Também, a necessidade de extensão rural e educação no campo para as novas gerações. |

Fonte: Elaboração própria.

### ***Mapeamento dos Serviços Ecossistêmicos e da Geoconservação Referenciada Pelos Impactos Ambientais***

Avaliar os impactos ambientais associados aos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade é uma necessidade que se configura mais que atual, pela questão mesma da inclusão, nas pautas de discussão públicas e privada, da natureza e sua relação como produtora do bem-estar humano. Desta forma, dando a considerar que, mesmo não sendo precificados, quando identificados e catalogados, estes recursos naturais, vistos em forma de serviços ecossistêmicos, sendo localizados cartograficamente e apontados seus impactos negativos, fruto das ações humanas, deverão produzir um efeito positivo na política de preservação. Deste caso, tendo em vista a linguagem utilizada na Matriz de Impacto e nos mapas cartográficos, enquanto elementos que facilitam a leitura e a visualização dos SE e da geodiversidade para os leigos, bem como, destaca os resultados quando analisado sob o prisma das intervenções humanas nos elementos, conjunto ou no todo natural.

Desta forma, foram selecionados alguns poucos artigos, porém de estudo e conhecimento dos mais importantes para o assunto em questão (Quadro 4).

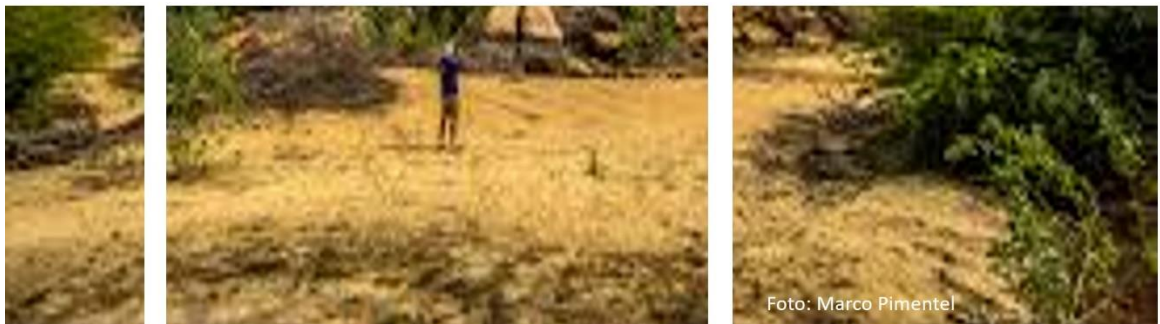
Quadro 4. Referencial Teórico do Mapeamento Ecosistêmico e dos Impactos Ambientais

| Referência                           | Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Resultado/Conclusão                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CREMONEZ (1961)                      | Existe, de acordo com este artigo, atualmente uma necessidade crescente de ferramentas que possam ser usadas para analisar os impactos sobre os serviços ecossistêmicos.                                                                                                                                                                                                                                               | Apresenta várias matrizes de decisão combinadas ao uso dos serviços ecossistêmicos.                                                                                                                      |
| LEOPOLD (1971)                       | Este autor propôs nos idos dos anos 60, uma Matriz de Impactos (Matriz de Leopold) sobre os recursos minerais e naturais para avaliar a ação de uma mineradora sobre a natureza, sendo utilizada hoje, como referência para tal.                                                                                                                                                                                       | Neste caso, quando se propões estudar os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, a partir do uso humano, esta matriz deverá ser avaliada e adaptada para fins desta tese.                           |
| GENELETE (2004)                      | Este livro destaca a metodologia de mapeamento ecossistêmico, com base na <i>European Nature Information System/EUNIS</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Esta metodologia adotada para cartografia dos ecossistemas, com ocorrência em áreas definidas de uso agrícola, agroflorestal e florestal.                                                                |
| DEFRA (2007)                         | O livro destaca uma ferramenta de modelagem espacial, em escala de paisagem nos atuais padrões de uso da terra, aponta oportunidades para aumentar a adaptação da biodiversidade frente às mudanças climáticas e as oportunidades. Separadamente ou em conjunto, com ao fornecimento de três serviços ecossistêmicos (produtividade agrícola, redução do escoamento das águas superficiais e do armazenamento do solo) | Destaca a necessidade da existência de mapa, pela facilidade em atualizar e alterar os dados apresentados.                                                                                               |
| BURKHARD <i>et al.</i> (2012)        | Este artigo apresenta como crescente os mapeamentos de SE. Traçando uma revisão mais detalhada das abordagens recentes aplicados ao mapeamento de serviços ecossistêmicos em diferentes escalas.                                                                                                                                                                                                                       | Os mapas, neste artigo, podem ajudar na visualização da incompatibilidade entre os SE e a demanda e o consumo. Principalmente em projeto de cenário futuro.                                              |
| SANCHEZ (2014)                       | Este livro, traz uma associação dos impactos ambientais com os SE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Em se tratando de uma referência nos estudos de impacto ambiental, o autor, quando associa a questão dos SE, acaba norteando nossa busca por produzir uma matriz de impacto dos serviços ecossistêmicos. |
| ROSA & SÁNCHEZ (2014)                | Este artigo discute vantagens e consequências de se pensar a questão dos impactos ambientais associados aos SE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Neste caso, apresenta algumas matrizes de impacto associado aos SE.                                                                                                                                      |
| ANDERSSON-SKÖLD <i>et al.</i> (2016) | Este artigo focou nos impactos do clima sobre as pessoas, o ecossistema e a economia em um ambiente de montanha (na Ásia Central).                                                                                                                                                                                                                                                                                     | A proposta é que se faça um reconhecimento dos SE previamente existentes, aqueles modificados pelo clima e adaptados, bem como, as legislações contributivas do desenvolvimento sustentável.             |

|                                |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LASSEUR (2017)                 | Este artigo discute o mapeamento dos SE, tornando predominante, em muitas avaliações de sustentabilidade, sendo fato que a vários desafios, Ou pontos de estrangulamento, como se referem. | Neste caso, este artigo deixa claro, a necessidade da busca por formas novas e consistentes de mapeamento dos ecossistemas e serviços.              |
| MADUREIRA <i>et al.</i> (2017) | Este livro contribui para entender, descrever, valorizar e mapear os SE, a partir de um exemplo de caso em Serra de Estrela, Portugal.                                                     | Oferece um exemplo real de levantamento e mapeamento dos SE em um ambiente de montanha na Serra de Estrela em Portugal.                             |
| PALOMO <i>et al.</i> (2018)    | O ponto focal deste artigo é uma revisão sistemática dos valores dos SE e seu mapeamento.                                                                                                  | O artigo trabalha com a questão da necessidade em considerar o espaço e os tempo, e que vêm recebendo atenção considerável a cada dia dentro do SE. |

Fonte: Elaboração própria.

# CAPITULO 1



## OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE DO CARIRI PARAIBANO



## **CAPÍTULO 01: OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE DO CARIRI PARAIBANO**

### **1.1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, os problemas socioambientais têm sido cada vez mais abordados principalmente pela perspectiva dos serviços ecossistêmicos. Permeando os diversos setores da sociedade, a abordagem ecossistêmica sob a ótica dos seus serviços está cada vez mais sendo incorporada nas agendas políticas, nos planejamentos setoriais e nos debates da sociedade civil organizada, reconhecendo também a importância e o debate que corre em paralelo da discussão sobre a geodiversidade. O aumento do interesse e da repercussão dessa área do conhecimento surge da melhor compreensão de que a humanidade e a natureza são intimamente conectadas e interdependentes (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018).

Considerando que a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2007) define os Serviços Ecossistêmicos (SE) como os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas (serviços de provisão, tais como alimentos e água; regulação, tais como a regulação de inundações, secas, degradação do solo; serviços de suporte, tais como formação do solo e ciclagem de nutrientes; e serviços culturais, como de lazer, espiritual, religioso e outros benefícios não materiais), e que o Serviço Geológico do Brasil (LAGES *et al.*, 2018) define a geodiversidade como sendo a natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem a paisagens (rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na terra), tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico, o Cariri Paraibano é uma região que oferece uma natureza complexa no tocante a caracterização do que demanda bem-estar e qualidade de vida humana.

Com enfoque na gestão e no ordenamento territorial, este geoterritório semiárido, apresenta situação edafoclimática situada entre o estado árido e o estado úmido, sendo portanto caracterizado como possuindo uma situação intermediária entre essas duas situações (SOUZA, 2008).

Em condição ainda mais particularizada geograficamente, a área estudada para esta tese se posiciona no chamado Polígono das Secas, na porção mais xérica do semiárido brasileiro. Esta realidade ainda é acrescida da intervenção antrópica e dos desastres naturais relacionados a condição das secas históricas e as cíclicas estiagens. Com permanência, neste caso, da ameaça

constante de extinção das espécies florestais e animais nativas e domesticadas existentes no local, assim como a sua consequente implicação negativa na qualidade de vida e bem-estar humano.

Esta região do Cariri Paraibano, em termos de produção científica do conhecimento, possibilita revelar o conflito acentuado da convivência humana no semiárido em sua relação direta com os recursos naturais existentes. Principalmente, neste caso, quando diversas alterações antrópicas, visando a busca por melhorias na condição de vida, acabam muitas vezes acarretando o aceleração de seu estado de desertificação, revelando um processo de uso e ocupação não condizente com suas limitações naturais (SOUZA, 2008).

A linguagem adotada para descrever a natureza, não somente com o fim de assimilação científica, mas didática igualmente, os recursos naturais e as suas funções, uma vez descritas neste viés de leitura propostas, se apresenta como atividade científica inovadora para a região em tela, servindo como teste de aplicação para algumas das principais ferramentas que vem sendo utilizadas por organismos da Organização das Nações Unidas (ONU), como a IUCN e OCDE, entre outros, com o fim de registrar os ambientes e recursos naturais proporcionadores de bem-estar e qualidade de vida, com as suas potencialidades e fragilidades, em todo o mundo. Neste caso, o Cariri Paraibano passa a compor este cenário mapeado e escriturado dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade registrados.

## **1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### *1.2.1. Área de Estudo*

A área objeto desta pesquisa compreende os municípios de Cabaceiras, São João do Cariri, Boa Vista e Boqueirão, perfazendo uma área total de 1.957,084 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2019). Os três primeiros municípios pertencem a Região Geoadministrativa do Cariri Paraibano e o último, apesar da forte ligação física, social e cultural com o Cariri, localizado na Região Administrativa de Campina Grande.

A área da pesquisa está inserida na Bacia Hidrográfica do Paraíba, rio que nasce na Serra de Jabitacá, divisa do município de Monteiro (PB) e Sertânia (PE). Percorre a região centro-sul da Paraíba até seu estuário, na cidade de Cabedelo, onde deságua no Oceano Atlântico (LAGES *et al.*, 2018).



A escolha da área (Figura 3) para a realização da pesquisa, possui apelos científicos de relevância acadêmica, social e ambiental, sendo foco da proposta para criação do Geoparque Cariri Paraibano (PGCP) e atualmente encontra-se em processo de cadastramento e catalogação pela Serviço Geológico do Brasil (LAGES *et al.*, 2018), acompanhada das organizações sociais e políticas locais, para posterior homologação pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), como regra internacional a ser seguida. Relevância confirmada pela diversidade geomorfológica, estética e cultural. Sendo cenário de diversas atividades humanas a exemplo do rebanho de caprinos, de mineradoras e de um fluxo constante de turistas com base nos geossítios encontrados na região.

Não obstante, tem em seu território uma Unidade de Conservação (UC) de Uso Sustentável, a Área de Proteção Ambiental (APA) do Cariri, instituída pelo Decreto nº. 25.083/2004 (PARAÍBA, 2004), estando sob jurisdição da autarquia Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA). A UC foi criada com o intuito de proteger o meio físico, biológico e social dos arredores de um maciço rochoso, com aproximadamente 16 km de comprimento e 2 km de largura.

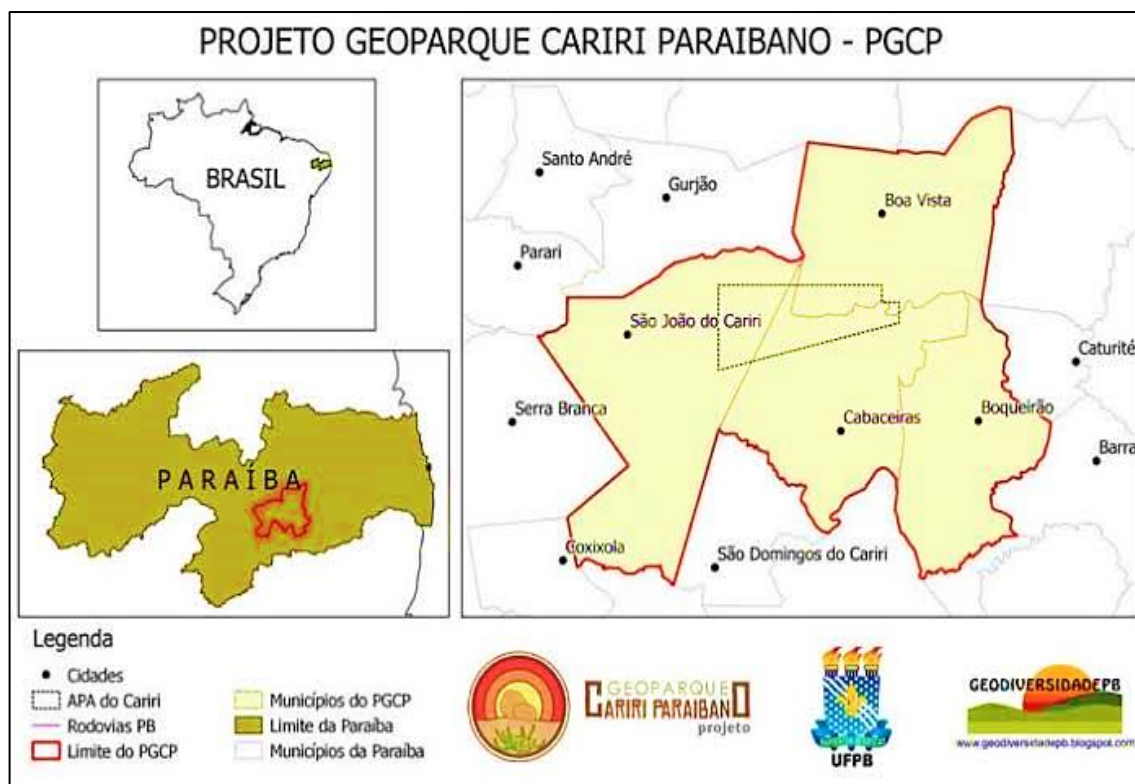


Figura 3 - Localização da área de estudo.

Fonte: <https://geoparquecariri.org.br/> (Pesquisado em 15/10/2019)

De acordo com a descrição de regionalização do território brasileiro descrito pelo IBGE (2019), os municípios inseridos na área de estudo são constituídos por grande extensão territorial e baixo censo populacional (Quadro 5).

Quadro 5. Dados sobre os municípios envolvidos na pesquisa

| Municípios da área de estudo | Território (km <sup>2</sup> ) | Densidade Demográfica | População |        |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|--------|
|                              |                               |                       | Rural     | Urbana |
| <b>Boa Vista</b>             | 476,542                       | 13,07                 | 3.019     | 3.205  |
| <b>São João do Cariri</b>    | 653,094                       | 6,65                  | 1.997     | 2.347  |
| <b>Cabaceiras</b>            | 452,925                       | 11,12                 | 2.818     | 2.217  |
| <b>Boqueirão</b>             | 374,523                       | 45,40                 | 4.881     | 12.008 |
| <b>Total</b>                 | 1.957,084                     | -                     | 12.715    | 19.787 |

Fonte: IBGE (2019)

A leitura desse cenário de uso e ocupação ilustrado no Quadro 5 direciona para o entendimento de uma área com bastante concentração urbana e uma dispersa ocupação rural. Nesse contexto, o que efetivamente ocorre, conforme referido por Souza (2008) são grandes concentrações de terras em mãos de poucos, seguidos por extensas áreas com solos pedregosos e ondulados, rios intermitentes e terras em grande escala no estado elevado de desertificação, tendo ainda um território dominado por afloramentos rochosos limitando, mesmo no meio rural, as áreas propícias ao uso e ocupação (MENESES, 2020).

Do ponto de vista geológico, encontra-se no Domínio da Zona Transversal, que, de acordo com o LAGES *et al.* (2018), é subdividida na Faixa Piancó-Alto-Brígida, e nos Terrenos: Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe. Salienta-se, no entanto, que apenas os três últimos é que efetivamente podem ser observados na área de estudo. Litologicamente a base da área é composta por rochas magmáticas (granitos e ocorrências localizadas de basaltos) e metamórficas (gnaisses, filitos, xistos e migmatitos), possuindo notável beleza cênica derivada da presença de batólitos, *inselbergs* e diques associados ao magmatismo ocorrido no Neoproterozóico (MENESES; SOUZA 2017).

Destacamos ainda a Bacia Sedimentar de Boa Vista – BBV, onde ocorrem *pillow* lavas, depósitos sedimentares bentoníticos e fósseis de restos vegetais, como troncos de árvores, folhas, sementes e outros. Interessante também é destacar ser associado a este inventário geopatrimonial, o grande potencial arqueológico existente na área, podendo-se identificar dezenas de sítios arqueológicos, constituídos principalmente de artes rupestres na forma de gravuras (itacoatiaras) e de pinturas em rochas.

Em termos geomorfológicos, a área se encontra sob uma considerável superfície aplainada dos Cariris, com distribuição por toda a área dos chamados “campos de lajedos”, *inselbergs*, serras e cristas isoladas, conforme descreve Carvalho (1982). Estes ambientes possuem uma variação de altitudes entre 400 e 500 metros, sendo esta paisagem resultante dos processos de desnudação encontrados na atualidade e formadas ao longo de sua história geológica.

Os ciclos históricos de produção do lugar tem base na agropecuária desde sua ocupação e colonização: bovinocultura, caprinocultura, agricultura, cultivo de palma forrageira, além do pequeno comércio local (AZEVEDO 2012; BARACUHY 2001; BRASIL 2005; DERMEVAL *et al.*, 2014; LAGES *et al.*, 2018). Outra área de destaque é o ramo da mineração com a extração mineral dos tipos bentonita, mármore e calcário dolomítico (FARIAS, 2003), sendo expressiva a extração, de acordo com Meneses (2020), no município de Boa Vista. No restante da área, a extração de areia em leitos de rios, assim como da argila tipo piçarra é uma constante, além de minas de extrações do granito atualmente desativados (MENESES, 2020).

#### 1.2.2. Mapeamento de uso e cobertura da terra

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra foi utilizada uma imagem do satélite LANDSAT-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*) de abril 2015, órbita ponto 215/65, bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, e 9.

Foi desenvolvido e adicionado uma chave interpretativa para a identificação dos diferentes indicadores ambientais presentes na imagem, com as classes de uso e cobertura da terra em destaque para este trabalho. Estas Classes identificadas, anteriormente referidas, foram: Caatinga Aberta e Densa (CA e CD, respectivamente), Área Desenvolvimento Agropastoril (ADA), Área Urbana (AU), Corpos d'Água (CDA), Leito Seco (LS), Solo Exposto (SE) e Planície Fluvial (PL).

O método utilizado para classificação, com mapeamento de uso e cobertura da terra, foi processado a partir dos *softwares*: *Exelis Visual Information Solutions* - ENVI 5.1 (2014) na etapa de pré-processamento. O *software* *Cognition* 8.0 (DEFINIENS IMAGING, 2000), utilizado posteriormente, baseado nas técnicas de classificação orientada ao objeto, ou OBIA (*object-based image analysis*), nas etapas de segmentação e classificação dos recursos ambientais referidos (CA, CD, ADA, AU, CDA, LS, SE e PL).

Para a elaboração do processo classificatório das imagens, foram realizadas três etapas, vistas como fundamentais para efetivação do resultado: I) Pré-processamento, II) segmentação e III) classificação. Para a identificação das feições geológicas e geomorfológicas, como os lajedos e as serras, considerados de extrema importância para o estudo, foi efetuada uma vetorização a partir de imagens de alta resolução do *Google Earth* no formato kml, tanto para o formato *shapefile* (*SHP*), quanto para a sobreposição das classes de uso e cobertura, antes classificadas no *software ArcGIS 10.1* (ESRI, 2012).

#### *1.2.3. Identificação dos Serviços Ecossistêmicos (SE)*

Esta pesquisa, na busca de resultados prévios e práticos, optou por utilizar uma ferramenta difundida internacionalmente, como sendo de utilidade para ajudar as pessoas na navegação pelos diferentes sistemas de busca por entender e classificar os SE. A Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos, comumente chamada de CICES, foi desenvolvida para complementar o trabalho de contabilidade e economia dos ecossistemas (HAINES-YOUNG; R. POTSCHIN, 2013), realizado na Europa, sendo adotado com foco no mapeamento e avaliação de SE (BURKHARD; MAES, 2017).

A ferramenta CICES não se destina a substituir os demais sistemas de classificação já existentes, mas possibilita uma fácil aglutinação das informações entre todos. O programa CICES, enquanto ferramenta de uso e trabalho comum em nível mundial, passou por vários estágios evolutivos desde a sua criação em 2009, até a mais recente V5.1, finalizada em 2017 (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018), utilizada como a base para este trabalho. Este modelo de estrutura hierarquizada, mostra que os estudos realizados em diferentes resoluções temáticas e espaciais, podem ser lidos e comparados de forma prática, uma vez que os SE são mostrados através de uma estrutura de classificação onde, os resultados dos SE finais fornecidos ao bem-estar humano, dependem de processos vivos e da geodiversidade.

#### *1.2.4. Catalogação da Geodiversidade*

A ferramenta CICES V5.1, se apresentando como evolução de sua versão anterior, disponibiliza para cada “Secção”, referências ao fator “Abiótico”, fazendo alusão as “Classes” e “Tipos de Classes” da geologia a partir de seus resultados ou, neste caso, dos seus SE. Adota, com isto, para serviços oriundos de uma base geológica, os mesmos pressupostos colocados para uso em diferentes biomas ou ecossistemas. Sendo assim, possibilita este entendimento e

atendimento das necessidades desta proposta de pesquisa em incluir os serviços da geodiversidade nesta planilha contábil dos serviços da natureza CICES V5.1. Deixa evidenciado, portanto, para esta proposta de discussão e inclusão da geodiversidade na ferramenta de contabilização dos SE, os serviços ofertados de forma direta originado da base geológica, a exemplo das pinturas rupestres que não são produções geológicas, não entrando na contabilidade do abiótico, assim como as denominadas marmitas, cujos serviços ofertados têm base diretamente na geologia.

#### *1.2.5 Mapeamento de Uso e Ocupação da Região Pesquisada*

A atual forma de uso e ocupação do Cariri Paraibano, e da região foco desta pesquisa em particular foi gestada, como procura destacar Souza (2008), no “silêncio do lugar”. Silêncio este, para Mariano Neto (1999) traduzido pela “morte e a vida” constante nas cíclicas e históricas secas marcadas pelas “vontades e caprichos da natureza”.

Para Souza (2008) o quadro atual desenhado para o Cariri Paraibano tem sua formação, na condição de ignorância ou do que fazer quanto as cíclicas estiagens, assim como, nas políticas públicas aplicadas contrárias as condições climáticas, vegetativas e edáficas do lugar, se apresentando como grande contribuinte da atual paisagem de desertificação hora apresentada, em grande parte, nesta região.

No caso do mapeamento proposto, além de se buscar demonstrar um pouco deste ambiente silencioso e desertificado, apresentado por Souza (2008), também frágil e abandonado a sua própria sorte, tendo em sua paisagem natural e histórico cultural, uma população extremada em resiliência e resistência a vontade de permanecer em seu ambiente histórico e cultural.

Neste caso, da apresentação ou representação das condições de uso e ocupação geral e específica a partir dos indicadores de serviços ecossistêmicos, realizou-se em primeiro plano, a partir de um formato shapfile (SHP) utilizando o *software* ArcGIS 10.1 (ESRI, 2012), a partir da metodologia adotada por Madureira *et al.* (2017), em trabalho desenvolvido para valorizar e preservar os ecossistemas de montanha em Portugal.

A metodologia de trabalho adotado para representar cartograficamente os SE, buscou adotar um quadro metodológico com base na classificação e definição proposta do CICES para a contabilidade de ecossistemas. Com isto, atendendo a necessidade de padronizar os serviços e métodos de mapeamento a partir das convencionais definições. Considerando e promovendo

uma oportunidade de comparação dos resultados obtidos nesta pesquisa, com outras, em diferentes Estados Membros da União Europeia e demais regiões mundiais.

A produção cartográfica tomou por base, para este trabalho, uma das seis variáveis visuais que compõe a representação gráfica, a cor que segundo Martinelli (1971): “(...) é uma realidade sensorial sempre presente. Sem dúvida alguma, tem grande poder na comunicação visual, (...)”. A cor, como elemento de destaque, tem a sua própria expressão e assim pode ser representada na cartografia. Neste caso, do uso da cor como elemento de destaque para representar as diferentes classes de SE, valendo lembrar antes do uso da distinção dos serviços pelas cores, o que fala Carvalho & Araújo (2008. p.9):

*“Algumas regras têm que ser consideradas; o uso de cores muito próximas dificulta a diferenciação; cores claras são difíceis de distinguir e mesmo de enxergar, quando utilizadas em implantações pontuais e lineares; a mesma cor é percebida de forma diferente em manchas de tamanhos diferentes e as dificuldades serão maiores se as manchas forem inferiores a 1 ou 1,5 mm.” (CARVALHO; ARAÚJO, 2008. p.9)*

Com esta metodologia pretendeu-se identificar as cores conforme uma preocupação sistemática em definir, a partir de cada serviço ecossistêmico, uma cor específica de forma que as informações lidas através das cores, não ficassem repetitivas. Neste caso, ao se desenhar os mapas buscando analisar e descrever neles os serviços ecossistêmicos, notou-se que a dificuldade em encontrar uma série degradê da mesma cor, com o fim de sinalizar visualmente os diferentes serviços ecossistêmicos e da geodiversidade entre si: a) *Serviço de Provisão* – Vermelho; b) *Serviço de Regulação e Manutenção* – verde; *Serviço Cultural* – Amarelo. Seguido de uma busca por utilizar um degradê de cores, referir-se a sua cor definidora do serviço, de cores próximas para cada serviço ecossistêmico e da geodiversidade existente.

Portanto, buscou-se uma sistematização simples, porém, eficaz para a proposta utilizando da ferramenta facilitadora denominada de Colorbrewer2, onde a mesma mostra uma interface objetiva e facilitadora da utilização de cores em mapas (Figura 4). Sua função é facilitar a escolha dos esquemas de cores, possibilitando sua visualização antecipada, para assim, no ato de se produzir um mapa, o autor já partir de uma base previamente escolhida.

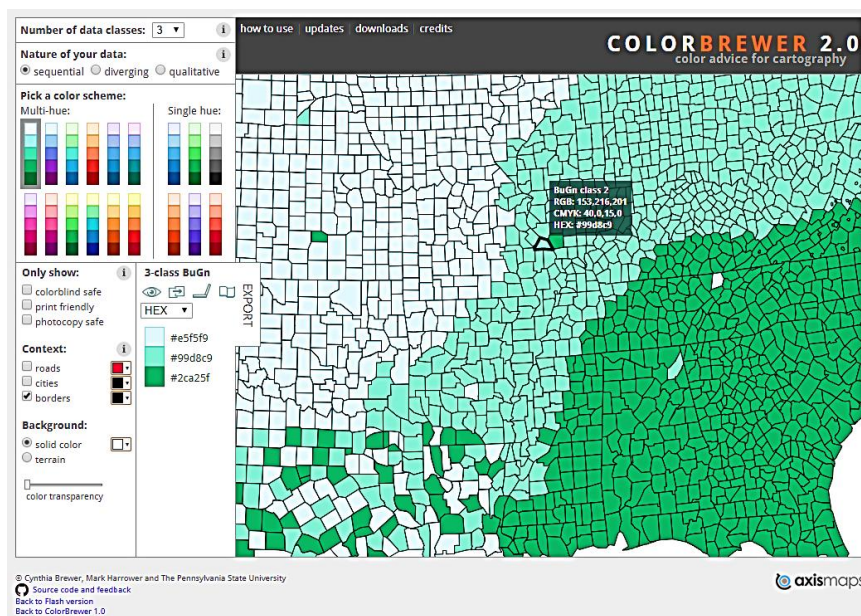


Figura 4 - Ferramenta de Colorbrewer  
 Fonte: <http://colorbrewer2.org/> (pesquisado em 10/11/2019)

Neste caso, demonstrado na Figura 4, a aplicação desta forma de cartografia dos serviços ecossistêmicos reproduz a descrição de serviços ecossistêmicos e da geodiversidade posta pela ferramenta CICES, quando da sua demonstração em formato cascata, aqui exposto.

### 1.3. RESULTADOS

#### 1.3.1. Identificação dos Serviços Ecossistêmicos

Como resultado preliminar dos SE relacionados ao local da pesquisa, podemos destacar os Quadros 6 a 8 produzidos fazendo uso da Planilha CICES V5.1 reformulada em 2017.

Quadro 6. Serviços Ecossistêmicos de Provisão.

| CICES V5.1 |                           |                                                                   |                                                                                |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Filter     | Section                   | Division                                                          | Group                                                                          | Class                                                                                                                                       | Class Type                                                                                                                                                                                                         |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia              | Plantas terrestres cultivadas (incluindo fungos, algas) cultivadas para fins nutricionais                                                   | Feijão, milho, palma doce, frutas, jerimum, capim para forragem, melancia, fava, maxixe, macaíba, coco, catole, quiabo, caju, pinha, umbu, Juazeiro, Maracujá, tomsyr, pimentão, cenoura, macaxeira, inhame, cara. |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia              | Fibras e outros materiais de plantas, fungos, algas e bactérias cultivadas para uso ou processamento direto (excluindo materiais genéticos) | Sorgo, Carnauba, Sisal, Capim Elefante, Carua, Macambira, Umburana, Xique Xique, Pau Ferro, Angico, Jurema, Quixabeira, Faveleira,                                                                                 |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia              | Plantas cultivadas (incluindo fungos, algas) como fonte de energia                                                                          | Angico, Sabiá, jurema, mororo, imburana, cumaru, pau darco, mimosa, barauna.                                                                                                                                       |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia              | Plantas cultivadas por aquicultura in situ para fins nutricionais                                                                           | XXX                                                                                                                                                                                                                |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia              | Fibras e outros materiais da aquicultura in situ para uso ou processamento direto (excluindo materiais genéticos)                           | Mulungu, Junco, Ninfea                                                                                                                                                                                             |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia              | Plantas cultivadas por aquicultura in situ como fonte de energia                                                                            | xxx                                                                                                                                                                                                                |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais criados para nutrição, materiais ou energia                            | Animais criados para fins nutricionais                                                                                                      | Galinha e Codorna, Caprino e Bovino, Coelho e Moco, Avestruz                                                                                                                                                       |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais criados para nutrição, materiais ou energia                            | Fibras e outros materiais de animais criados para uso ou processamento direto (excluindo materiais genéticos)                               | Bode,                                                                                                                                                                                                              |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais criados para nutrição, materiais ou energia                            | Animais criados para fornecer energia (incluindo mecânica)                                                                                  | Jumento                                                                                                                                                                                                            |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais aquáticos criados para nutrição, materiais ou energia                  | Animais criados por aquicultura in situ                                                                                                     | Peixe e Camarão                                                                                                                                                                                                    |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais aquáticos criados para nutrição, materiais ou energia                  | Fibras e outros materiais de animais cultivados por aquicultura in-situ para uso ou processamento direto (excluindo materiais genéticos)    | Peixe (tilápia)                                                                                                                                                                                                    |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais criados para nutrição, materiais ou energia                            | Animais criados pela aquicultura in situ como fonte de energia                                                                              | xxx                                                                                                                                                                                                                |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas selvagens (terrestres e aquáticas) para nutrição, materiais ou energia | Plantas selvagens (terrestres e aquáticas, incluindo fungos, algas) utilizadas na nutrição                                                  | Feijão, milho, palma doce, frutas, jerimum, capim para forragem, melancia, fava, maxixe, macaíba, coco, catole, quiabo, caju, pinha, umbu, Juazeiro, Maracujá, Taboa, Taioba                                       |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas selvagens (terrestres e aquáticas) para nutrição, materiais ou energia | Fibras e outros materiais de plantas selvagens para uso ou processamento direto (excluindo materiais genéticos)                             | Mulungu, Junco, Ninfea                                                                                                                                                                                             |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Plantas selvagens (terrestres e aquáticas) para nutrição, materiais ou energia | Plantas selvagens (terrestres e aquáticas, incluindo fungos, algas) utilizadas como fonte de energia                                        | XXXXXX                                                                                                                                                                                                             |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais selvagens (terrestres e aquáticos) para nutrição, materiais ou energia | Animais selvagens (terrestres e aquáticos) utilizados para fins nutricionais                                                                | Tejuacu, Moco, Tatu, Codorna, Arriaba,                                                                                                                                                                             |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais selvagens (terrestres e aquáticos) para nutrição, materiais ou energia | Fibras e outros materiais de animais selvagens para uso ou processamento direto (excluindo materiais genéticos)                             | Veado, Gato do Mato,                                                                                                                                                                                               |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Biomassa                                                          | Animais selvagens (terrestres e aquáticos) para nutrição, materiais ou energia | Animais selvagens (terrestres e aquáticos) utilizados como fonte de energia                                                                 | xxx                                                                                                                                                                                                                |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Material genético de toda a biota (incluindo produção de gametas) | Material genético de plantas, algas ou fungos                                  | Sementes, esporos e outros materiais vegetais recolhidos para manter ou estabelecer uma população                                           | Sementes Crioulas, raquetes de palma,                                                                                                                                                                              |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Material genético de toda a biota (incluindo produção de gametas) | Material genético de plantas, algas ou fungos                                  | Plantas superiores e inferiores (organismos inteiros) usadas para criar novas estirpes ou variedades                                        | Enxertias Frutíferas                                                                                                                                                                                               |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Material genético de toda a biota (incluindo produção de gametas) | Material genético de plantas, algas ou fungos                                  | Genes individuais extraídos de plantas superiores e inferiores para o projeto e construção de novas entidades biológicas                    | xxx                                                                                                                                                                                                                |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Material genético de toda a biota (incluindo produção de gametas) | Material genético de animais                                                   | Material animal recolhido para efeitos de manutenção ou estabelecimento de uma população                                                    | Bovino                                                                                                                                                                                                             |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Material genético de toda a biota (incluindo produção de gametas) | Material genético de animais                                                   | Animais selvagens (organismos inteiros) utilizados para criar novas estirpes ou variedades                                                  | xxx                                                                                                                                                                                                                |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Material genético de toda a biota (incluindo produção de gametas) | Material genético de animais                                                   | Genes individuais extraídos de animais para a concepção e construção de novos direitos biológicos                                           | Bode,                                                                                                                                                                                                              |
| CICES      | Provisionamento (Biotico) | Outros tipos de serviço de provisionamento de fontes bióticas     | Outros                                                                         | Outros                                                                                                                                      | XXX                                                                                                                                                                                                                |



|                |                            |                                                         |                                                                                                                           |                                                                                             |                                                                      |
|----------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia                                                              | Água de superfície para beber                                                               | Açudes, Nascentes,                                                   |
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia                                                              | Águas superficiais utilizadas como material (fins não alcoólicos)                           | Açudes, Nascentes, Barreiros                                         |
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia                                                              | Água de superfície de água doce utilizada como fonte de energia                             | XXX                                                                  |
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia                                                              | Água costeira e marinha usada como fonte de energia                                         | XXX                                                                  |
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Água subterrânea para uso em nutrição, materiais ou energia                                                               | Água subterrânea (e subsuperfície) para beber                                               | Tanques Pedra, Cacimbas e marmitas                                   |
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Água subterrânea para uso em nutrição, materiais ou energia                                                               | Água subterrânea (e subsuperfície) usada como material (não potável)                        | Água de Poço Salitre                                                 |
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Água subterrânea para uso em nutrição, materiais ou energia                                                               | Água subterrânea (e subsuperfície) usada como fonte de energia                              | Poços e Barragens Subterrâneas                                       |
| CICES          | Provisionamento (abiótico) | Água                                                    | Outras saídas aquosas do ecossistema                                                                                      | Outros                                                                                      | veios, fendas e correios                                             |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias minerais usadas para nutrição, materiais ou energia                                                           | Substâncias minerais utilizadas para fins nutricionais                                      | Salitre                                                              |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias minerais usadas para nutrição, materiais ou energia                                                           | Substâncias minerais utilizadas para fins materiais                                         | Betonita e mineração em geral                                        |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias minerais usadas para nutrição, materiais ou energia                                                           | Substâncias minerais utilizadas como fonte de energia                                       | XXX                                                                  |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Substâncias não minerais ou propriedades dos ecossistemas utilizadas para fins nutricionais | XXX                                                                  |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Substâncias não minerais usadas para materiais                                              | XXX                                                                  |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Energia eólica                                                                              | vento presente nas partes altas do relevo                            |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Energia Solar                                                                               | Presença do sol na maior parte do dia e no período prolongado do ano |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Geotérmico                                                                                  | Calor constante, permitindo maior atividade humana, vegetal e animal |
| CICES Extended | Provisionamento (abiótico) | Produção de ecossistemas abióticos naturais não aquosos | Outras substâncias minerais ou não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia | Outros                                                                                      | XXX                                                                  |

Fonte: Adaptado de Potschin (2010)

Quadro 7. Serviços Ecossistêmicos de Regulação e Manutenção

|       |                                  |                                                                       |                                                                                         |                                                                                                      |                                                                                                                                   |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas      | Mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogênica por processos vivos | Filtração / sequestro / armazenamento / acumulação por microorganismos, algas, plantas e animais     | Moringa, Atriplex, Aguape e Rabo de Raposa                                                                                        |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas      | Mediação de perturbações de origem antrópica                                            | Redução de olfato                                                                                    | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas      | Mediação de perturbações de origem antrópica                                            | Atenuação de ruído                                                                                   | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas      | Mediação de perturbações de origem antrópica                                            | Triagem visual                                                                                       | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                   | Controle de taxas de erosão                                                                          | Gramíneas, Capim, Braqueária, Marmeleiro, Catingueira, Guandu, Mororo, Sabiá, Angico, Quixabeira                                  |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                   | Amortização e atenuação do movimento de massa                                                        | Gramíneas, Capim, Braqueária, Marmeleiro, Catingueira, Guandu, Mororo, Sabiá, Angico, Quixabeira, feijão, Fava, Palma, Cactaceas, |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                   | Ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água (incluindo controle de enchentes e proteção costeira) | Arbustos, matas ciliares e Florestas Deciduais                                                                                    |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                   | Proteção contra o vento                                                                              | Sub arboreas, arbustivas e arboreas com altura entre 3 e 20 metros                                                                |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                   | Proteção contra fogo                                                                                 | Aceiros e reservas hídricas                                                                                                       |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                   | Polinização (ou dispersão de 'gameta' em um contexto marinho)                                        | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Manutenção do ciclo de vida, habitat e proteção de banco genético                       | Dispersão de sementes                                                                                | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Manutenção do ciclo de vida, habitat e proteção de banco genético                       | Manutenção de populações e habitats de viveiros (incluindo proteção de banco genético)               | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Controle de pragas e doenças                                                            | Controle de pragas (incluindo espécies invasoras)                                                    | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Controle de pragas e doenças                                                            | Controle de Doenças                                                                                  | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação da qualidade do solo                                                          | Processos de intemperismo e seus efeitos na qualidade do solo                                        | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Regulação da qualidade do solo                                                          | Processos de decomposição e fixação e seus efeitos na qualidade do solo                              | Áreas Aluvionais, Leitos de rios intermitentes, vales, baixios,                                                                   |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Condições da Água                                                                       | Regulação da condição química das águas doces por processos vivos                                    | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Condições da Água                                                                       | Regulação da condição química das águas salgadas por processos vivos                                 | Atriplex                                                                                                                          |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Composição e condições atmosférica                                                      | Regulação da composição química da atmosfera e oceanos                                               | XXX                                                                                                                               |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                 | Composição e condições atmosférica                                                      | Regulação de temperatura e umidade, incluindo ventilação e transpiração                              | Reservas Legais, Matas de Topos de Morros, Unidades Conservação,                                                                  |
| CICES | Regulação e Manutenção (Biótica) | Outros tipos de regulação e serviço de manutenção por processos vivos | Outros                                                                                  | Outros                                                                                               | XXX                                                                                                                               |

|                |                                   |                                                                         |                                                                             |                                                                                                                |                                                    |
|----------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas        | Mediação de resíduos, tóxicos e outras perturbações por processos não vivos | Diluição por ecossistemas de água doce e marinhos                                                              | XXX                                                |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas        | Mediação de resíduos, tóxicos e outras perturbações por processos não vivos | Diluição por atmosfera                                                                                         | XXX                                                |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas        | Mediação de resíduos, tóxicos e outras perturbações por processos não vivos | Mediação por outros meios químicos ou físicos (por exemplo, filtração, sequestro, armazenamento ou acumulação) | XXX                                                |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas        | Mediação de perturbações de origem antrópica                                | Mediação de perturbações por estruturas ou processos abióticos                                                 | XXX                                                |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                   | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                       | Fluxos de massa                                                                                                | Áreas de maior altitude no relavevo                |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                   | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                       | Fluxos líquidos                                                                                                | Áreas distribuindo águas, principalmente de chuvas |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                   | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                       | Fluxos Gasosos                                                                                                 | XXX                                                |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                   | Manutenção de condições físicas, químicas e abióticas                       | Manutenção e regulação por processos químicos e físicos naturais inorgânicos                                   | XXX                                                |
| CICES Extended | Regulação e Manutenção (Abiótico) | Outro tipo de regulação e serviço de manutenção por processos abióticos | Outros                                                                      | Outros                                                                                                         | XXX                                                |

Fonte: Adaptado de Potschin (2010)

Quadro 8. Serviços Ecossistêmicos Culturais.

|       |                    |                                                                                                             |                                                                               |                                                                                                                                                           |                                               |
|-------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente           | Interações físicas e experienciais com o ambiente natural                     | Características dos sistemas vivos que possibilitam atividades que promovem saúde, recuperação ou prazer por meio de interações ativas ou imersivas       | Trekking, Mountain Bike e Rapel               |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente           | Interações físicas e experienciais com o ambiente natural                     | Características dos sistemas vivos que possibilitam atividades que promovem saúde, recuperação ou prazer através de interações passivas ou observacionais | loga, Relaxamento                             |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente           | Interações intelectuais e representativas com o meio ambiente natural         | Características dos sistemas vivos que permitem a investigação científica ou a criação do conhecimento ecológico tradicional                              | Uso das Unidades de Conservação               |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente           | Interações intelectuais e representativas com o meio ambiente natural         | Características dos sistemas vivos que permitem educação e treinamento                                                                                    | Ecossistemas preservados ou em áreas remotas  |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente           | Interações intelectuais e representativas com o meio ambiente natural         | Características dos sistemas vivos que são ressonantes em termos de cultura ou herança                                                                    | Ambientes de vegetação preservada da Caatinga |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente           | Interações intelectuais e representativas com o meio ambiente natural         | Características dos sistemas vivos que permitem experiências estéticas                                                                                    | XXX                                           |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações indiretas, remotas, muitas vezes internas com sistemas vivos que não exigem presença no ambiente | Interações espirituais, simbólicas e outras interações com o ambiente natural | Elementos de sistemas vivos que possuem significado simbólico                                                                                             | XXX                                           |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações indiretas, remotas, muitas vezes internas com sistemas vivos que não exigem presença no ambiente | Interações espirituais, simbólicas e outras interações com o ambiente natural | Elementos de sistemas vivos que têm significado sagrado ou religioso                                                                                      | Jurema Preta, Pinhão Roxo                     |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações indiretas, remotas, muitas vezes internas com sistemas vivos que não exigem presença no ambiente | Interações espirituais, simbólicas e outras interações com o ambiente natural | Elementos dos sistemas vivos utilizados para entretenimento ou representação                                                                              | lajedos, Açudes                               |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações indiretas, remotas, muitas vezes internas com sistemas vivos que não exigem presença no ambiente | Outras características bióticas que têm um valor sem uso                      | Características ou características de sistemas vivos que possuem um valor de existência                                                                   | Vegetação de Caatinga                         |
| CICES | Cultural (Biótico) | Interações indiretas, remotas, muitas vezes internas com sistemas vivos que não exigem presença no ambiente | Outras características bióticas que têm um valor sem uso                      | Características ou características de sistemas vivos que têm um valor de legado                                                                           | XXX                                           |
| CICES | Cultural (Biótico) | Outras características dos sistemas vivos que têm significado cultural                                      | Outros                                                                        | Outros                                                                                                                                                    | XXX                                           |

|                   |                        |                                                                                                              |                                                                                                         |                                                                                                                     |                                                   |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| CICES<br>Extended | Cultural<br>(Abiotico) | Outro tipo de regulação e serviço de manutenção por processos abióticos                                      | Interações físicas e experienciais com componentes naturais abióticos do meio ambiente                  | Características naturais e abióticas da natureza que permitem interações físicas e experienciais ativas ou passivas | Rapel e Escalada                                  |
| CICES<br>Extended | Cultural<br>(Abiotico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas físicos naturais que dependem da presença no ambiente | Interações físicas e experienciais com componentes naturais abióticos do meio ambiente                  | Características naturais e abióticas da natureza que permitem interações intelectuais                               | XXX                                               |
| CICES<br>Extended | Cultural<br>(Abiotico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas físicos naturais que dependem da presença no ambiente | Interações espirituais, simbólicas e outras interações com os componentes abióticos do ambiente natural | Características naturais e abióticas da natureza que permitem interações espirituais, simbólicas e outras           | Ambientes isolados no alto dos lajedos (mirantes) |
| CICES<br>Extended | Cultural<br>(Abiotico) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas físicos naturais que dependem da presença no ambiente | Outras características abióticas que têm um valor de não uso                                            | Características ou características naturais e abióticas da natureza que têm um valor de existência ou de legado     | XXX                                               |
| CICES<br>Extended | Cultural<br>(Abiotico) | Outras características abióticas da natureza que têm significado cultural                                    | Outros                                                                                                  | Outros                                                                                                              | XXX                                               |

Fonte: Adaptado de Potschin (2010)

Os serviços ecossistêmicos listados nos Quadros 06 a 08, demonstram a existência destes recursos próprios ou apropriados para existir no local. No caso do Cariri Paraibano, foi possível listar uma série de benefícios para o “bem-estar” e “qualidade de vida humana” (*Class Type*), a partir dos SE gerados (*Class*), em sua forma demonstrada (*Group*), dentro do ambiente gerador (*Divison*) da categoria destacada (*Section*) nos quadros apresentados, não se esgotando toda a listagem nesta planilha, mas destacando a importância desta publicação para a contribuição da contabilidade ambiental mundial.

### 1.3.2 Identificação de Existência da Geodiversidade Local

O lugar pesquisado, conforme pode ser observado na Figura 5, demonstra uma base geológica bastante diversificada, apresentando diversas unidades estratigráficas: Cenozoica, Neoproterozoica e Paleoproterozoica. Temos assim, a presença da Bacia do Boa Vista, Complexo São Caetano, Complexo Sertânia e Suíte Metamórfica Cabaceiras, formando com isto, uma paisagem geomorfológica propiciadora de variados ecossistemas e geossistemas espacialmente organizada neste ambiente estudado de semiárido. Como destaque, temos os *plutons* formados pelas intrusões magmáticas, as falhas e fraturas. Dentre elas a chamada Muralha do Meio do Mundo e os mares de Bolas do Lajedo do Pai do Mateus e do Marinho (CARVALHO, 1982).

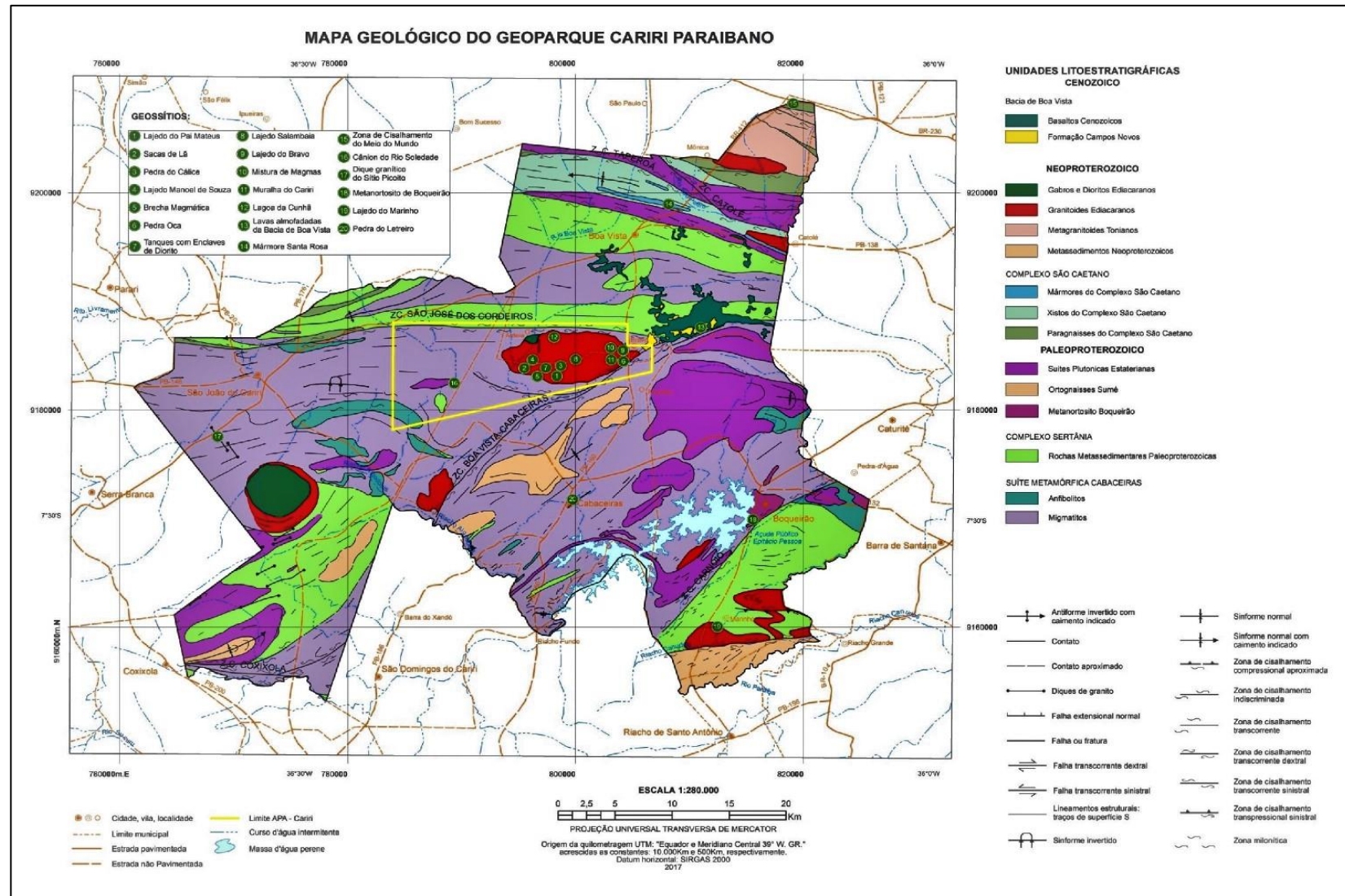


Figura 5 - Mapa Geológico  
Fonte: Lages et al. (2018)

Com esta constituição da base geológica de rochas cristalinas do Pré-Cambriano, na sua grande maioria aflorada, o resultado é a dificuldade ou impedimento exposto pelo ambiente para infiltração da pouca água existente no solo, capaz de formar um estoque hídrico.

A importância e contribuição da geodiversidade vista nos estudos de busca para consolidação do Geoparque Cariri Paraibano, foram destacados por Lages *et al.* (2018) através de 20 geossítios (Tabela 1), apresentados em sua distribuição na área no mapa da Figura 6.

Tabela 1 – Principais geossítios locais.

| Ponto | Relevo de destaque                      |
|-------|-----------------------------------------|
| 1     | Lajedo do Pai Mateus                    |
| 2     | Saca de Lã                              |
| 3     | Pedra do Cálice                         |
| 4     | Lajedo do Manoel de Souza               |
| 5     | Brecha Magmática                        |
| 6     | Pedra Oca                               |
| 7     | Tanques com Enclaves de Diorito         |
| 8     | Lajedo da Salambaia                     |
| 9     | Lajedo do Bravo                         |
| 10    | Mistura de Magmas                       |
| 11    | Muralha do Cariri                       |
| 12    | Lagoa do Cunhã                          |
| 13    | Lavas Almofadadas da Bacia de Boa Vista |
| 14    | Mármore Santa Rosa                      |
| 15    | Zona de Cisalhamento do Meio do Mundo   |
| 16    | Cânion do Rio Soledade                  |
| 17    | Dique Granítico do Sítio do Picoito     |
| 18    | Metanortositio de Boqueirão             |
| 19    | Lajedo do Marinho                       |
| 20    | Pedra do Letreiro                       |

Fonte: Adaptado de Lages *et al.* (2018)



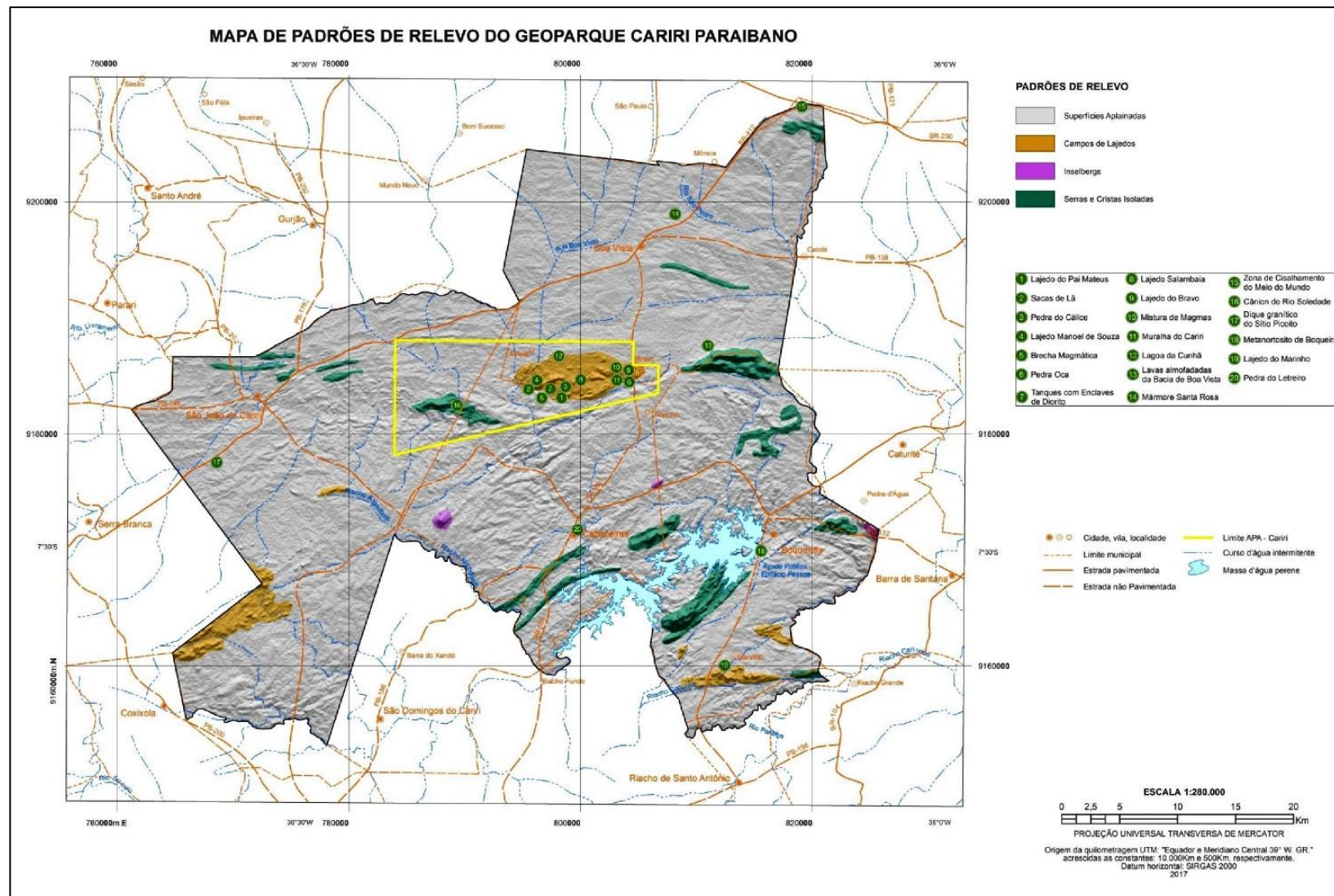
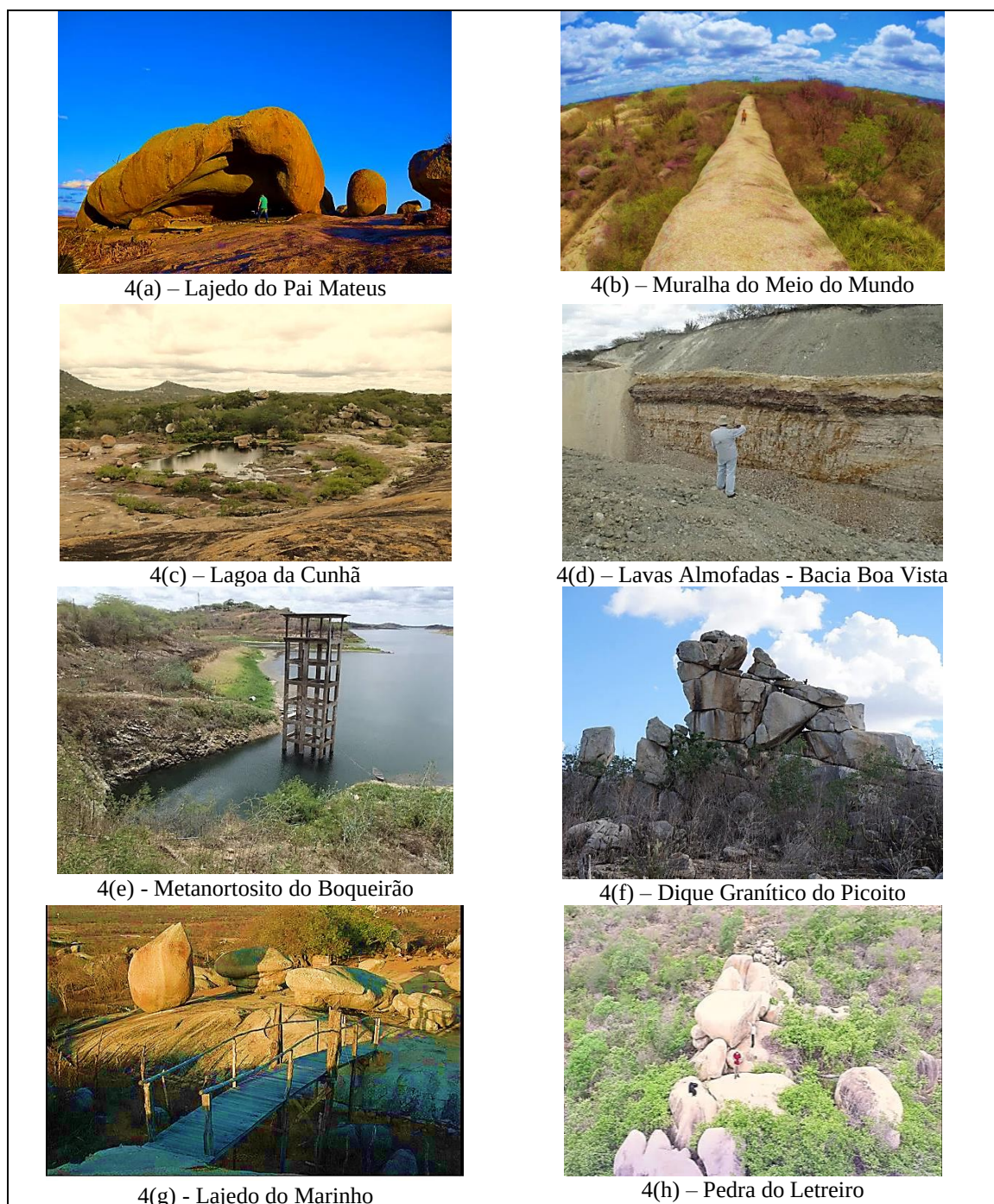


Figura 6 - Padrões de Relevo do Geoparque Cariri.  
Fonte: Lages et al. (2018)

Muitos destes geossítios, alguns representados por afloramentos rochosos (lajedos), geomorfossítios e outras formações espalhadas pelo ambiente de pesquisa, foram denominadas pela comunidade ao longo dos anos, conforme pode ser observado na Figura 7.



*Figura 7 - Imagens ilustrativas de partes da paisagem local*

Fonte: Lages *et al.* (2018)



### 1.3.3 Mapeamento de Uso e Ocupação da Região Pesquisada

Com base na classificação geomorfológica proposta por Carvalho (1982), a área de estudo faz parte da Superfície Elevada Aplainada do Maciço da Borborema, podendo-se dividir a área em duas grandes unidades: Superfície Aplainada dos Cariris, que apresenta altitudes variando entre os 400 e 500 metros (CGEE, 2016), e relevo predominantemente plano, fruto dos processos denudacionais que atuam sobre a área ao longo do tempo geológico. Apresenta assim, maciços residuais compostos por serras e *inselbergs*, constituídos em sua grande maioria por granitoides e dioritos (CARVALHO, 1982) e altitudes podendo ultrapassar os 600 metros.

Do ponto de vista hidrográfico, a região apresenta-se recortada por rios e riachos, em sua maioria, temporários, formados e orientados na sua maior parte pelos afloramentos rochosos (Figura 8).

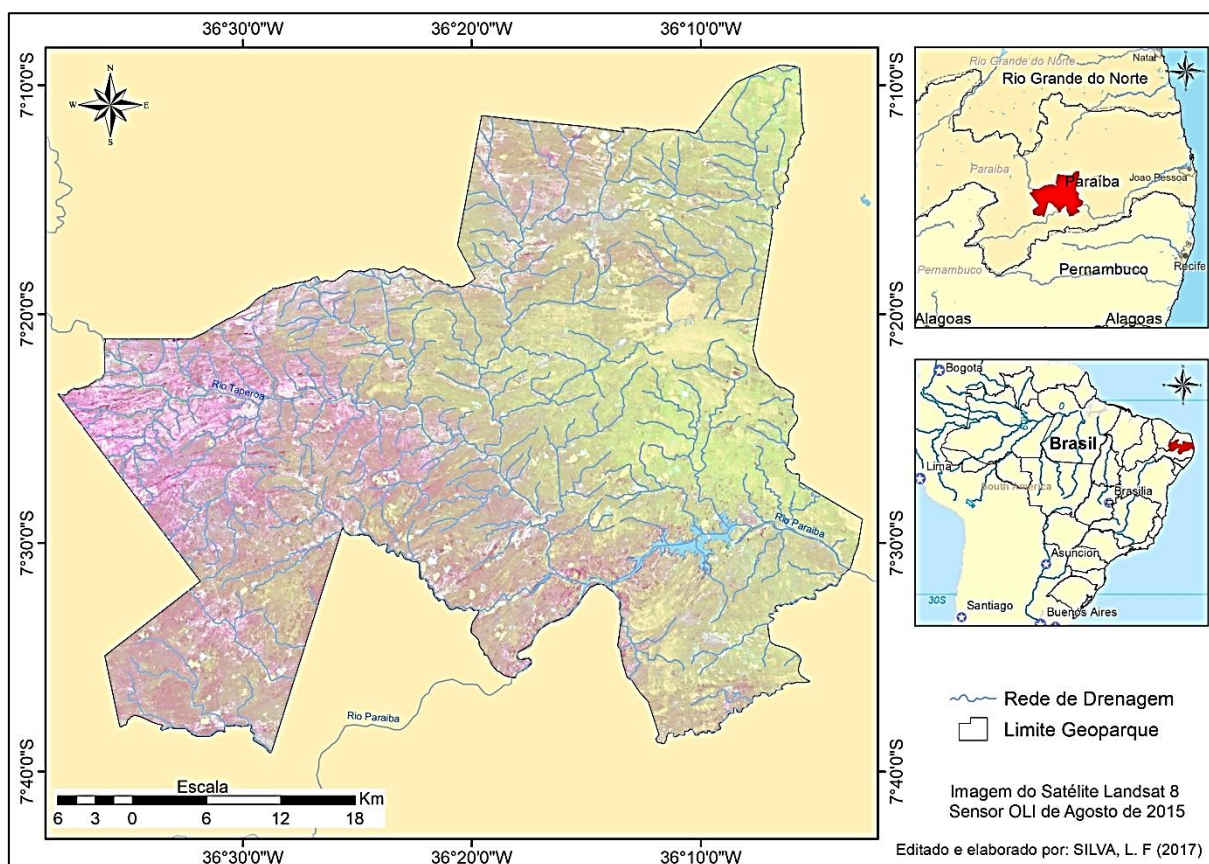


Figura 8 - Mapa da hidrografia da área de estudo  
Fonte: Leandro Silva, Rogério Ferreira, Leonardo Meneses.

A Figura 9 demonstra o fator uso e ocupação do solo como base para a localização da produção dos serviços ecossistêmicos, podendo este mapa ser comparado as Figuras de números 10 a 12 que buscam demonstrar a localização, separadamente, dos seguintes serviços:

- Provisão – serviços fornecedores de biomassa, água e energia;
- Regulação – serviços e bens gerados pela própria natureza visando seu próprio uso (polinização/dispersão, retenção de carbono, etc);
- Cultural – uso do ambiente natural para ecoturismo, práticas religiosas, estudo, e outros usos geradores de conhecimento e guarda da história e memória em seu próprio contexto de existência local.

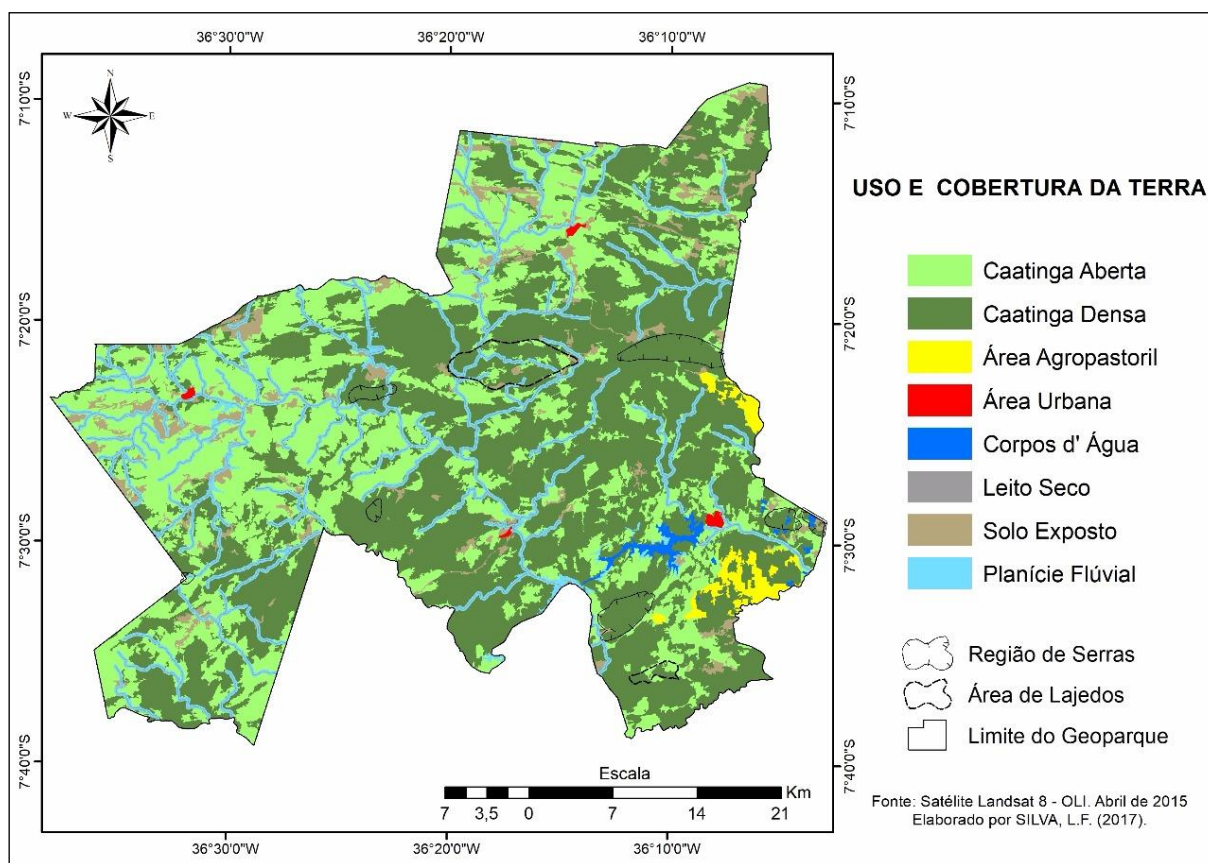


Figura 9 - Uso e ocupação da terra no local pesquisado  
Fonte: Leandro Silva, Rogério Ferreira, Leonardo Meneses.

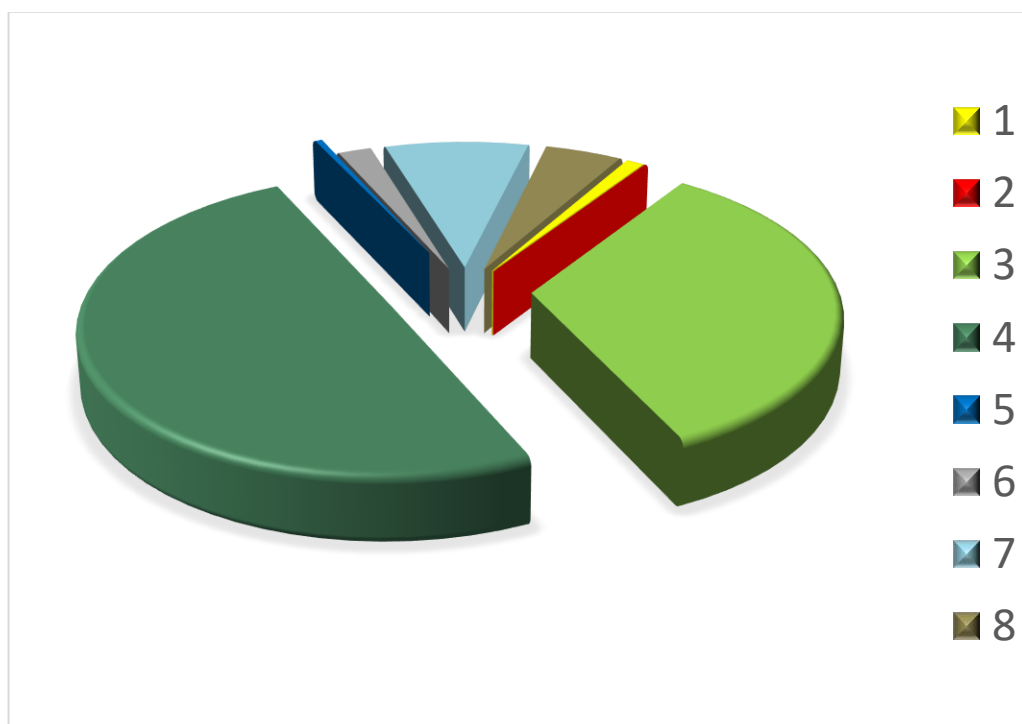
A partir do levantamento cartográfico realizado em 2018, foi possível mapear (Figura 9) e valorar (Quadro 9 e Gráfico 1) as classes de uso da terra na área pesquisada. Podendo ser destacado os ambientes de maior e menor produção dos SE e da geodiversidade.

Quadro 9 - Valores atribuídos as Classes de Uso da Terra

| Item | Classes            | Km <sup>2</sup>  | Valor %    |
|------|--------------------|------------------|------------|
| 1    | Área Agropastoril  | 20.753           | 1,060      |
| 2    | Área Urbana        | 0.481            | 0,025      |
| 3    | Caatinga Aberta    | 658.464          | 33,645     |
| 4    | Caatinga Densa     | 974.706          | 49,804     |
| 5    | Corpos d'Água      | 8.310            | 0,425      |
| 6    | Leito Seco         | 38.492           | 1,967      |
| 7    | Planície Fluvial   | 166.458          | 8,505      |
| 8    | Solo Exposto       | 89.421           | 4,569      |
|      | <b>Valor Total</b> | <b>1.957.048</b> | <b>100</b> |

Fonte: Rogério Ferreira, Leandro Felix e Leonardo Meneses

Gráfico - 1 . Uso e Ocupação da paisagem



O Quadro 9, que representa em números a Figura 9, demonstra as classes de Caatinga (vegetação densa e esparsada), como ocupante de 80% do território em questão, nesse caso, mostrando que o território estudado está com uma cobertura vegetal fechada e aberta cobrindo a maior parte da área em questão (itens 3 e 4 do Gráfico 1). Em contrapartida, as áreas agricultáveis e aglomerados urbanos, causadores de maior impacto sobre os serviços em questão (itens 1 e 2 do Quadro 9 e Gráfico 1), ocupam um volume em área e percentual de presença podendo ser considerado como baixa quando relacionado ao todo da área pesquisada.

### 1.3.4 Mapeamento dos Serviços de Provisão

A Figura 10 ilustra os Serviços de Provisão, considerados quando a área é reconhecida como fornecedora de madeira, água, frutos, raízes, fibras, entre outros produtos disponibilizados pela natureza na região. A paisagem, para melhor identificação dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, foi dividida por localidades geográficas como: Planície Fluvial, Meio Aquático, Afloramentos de Lajedo, Floresta de Caatinga Densa, Floresta de Caatinga Aberta, Agropecuária e Leito Seco de Rio. Sendo levantado e mapeado os serviços da geodiversidade, ecossistêmicos e mistos em cada localidade.

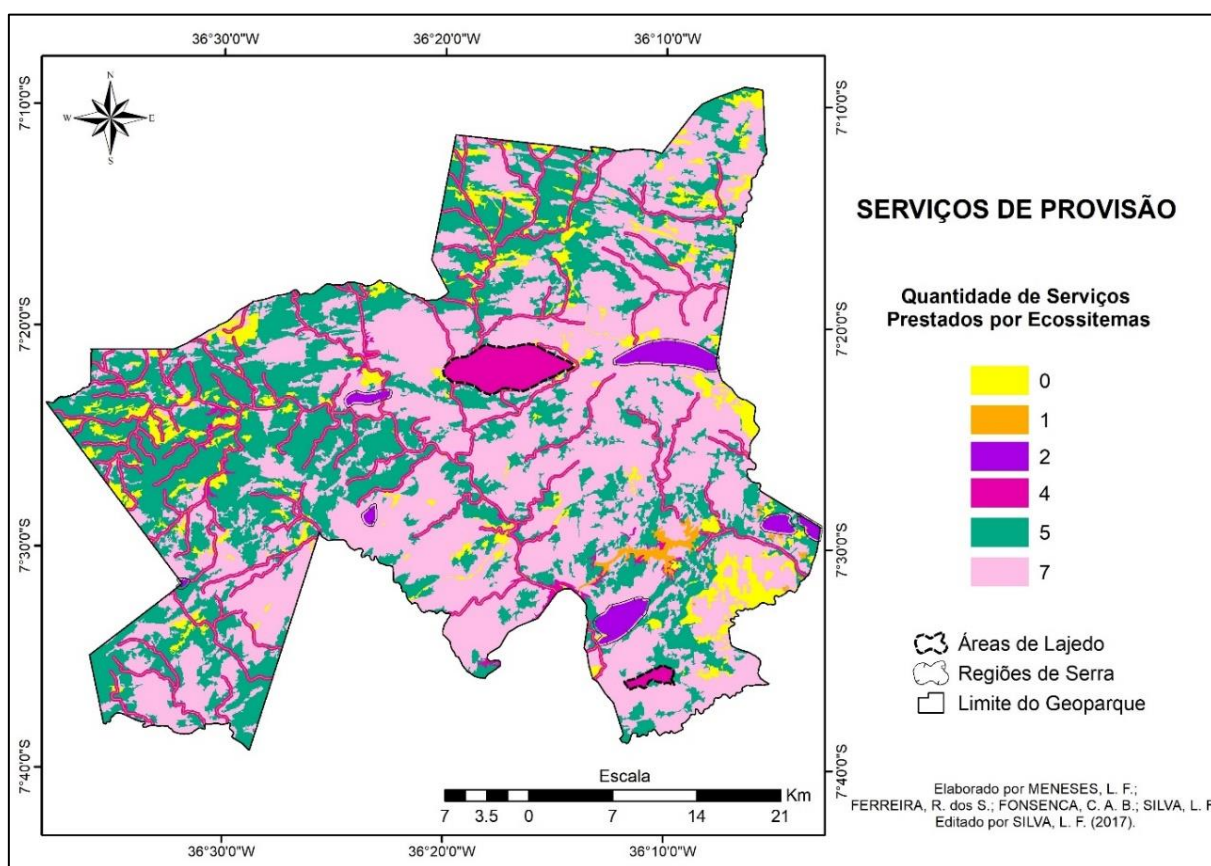
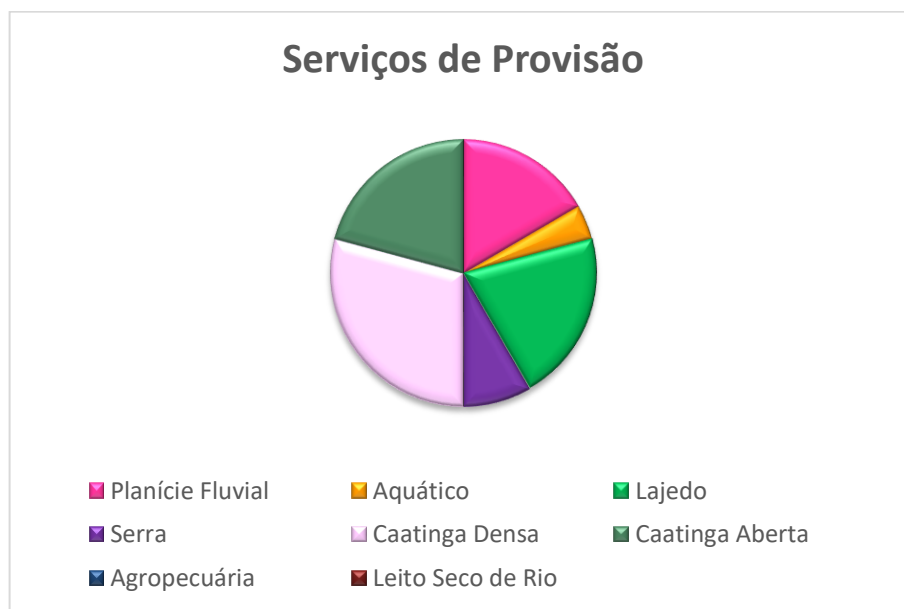


Figura 10 - Serviços de Provisão.  
Fonte: Leandro Silva, Rogério Ferreira, Leonardo Meneses.

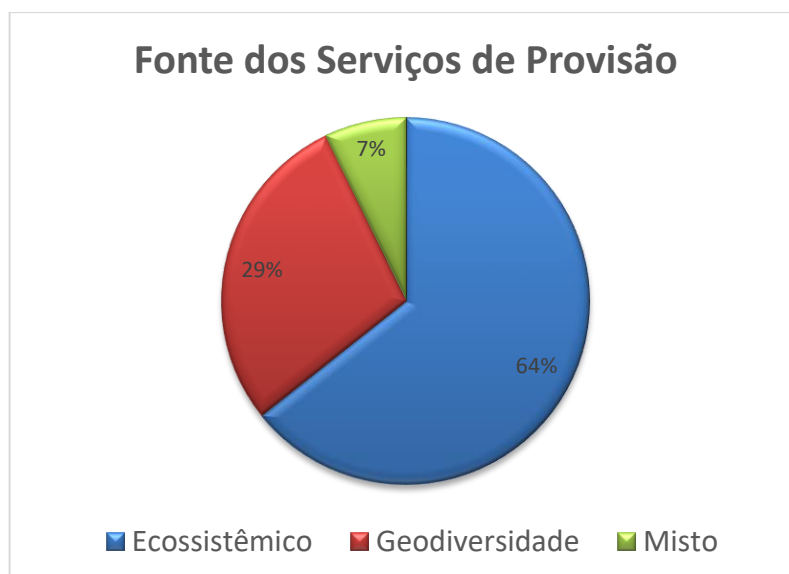
Os Gráficos 2 e 3 indicam a quantificação dos serviços por ecossistema e por fonte geradora levantadas na região pesquisada.

Gráfico 2 . Quantificação dos serviços de provisão por ecossistema



A Caatinga Densa, no caso dos serviços de provisão, apresenta a maior contribuição para a localidade, seguida das áreas de Caatinga Aberta e dos ambientes de Lajedo (Gráfico 2), demonstrando a importância do cuidado que se deve ter com o manejo destas áreas principalmente pelos serviços ecossistêmicos ofertados (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Quantificação dos serviços de provisão por fonte de geração



Interpretado o mapa (Figura 10) acompanhado dos Gráficos 2 e 3, o que se tem como resultado é o entendimento tácito de que as áreas de Caatinga densa e aberta, assim como os lajedos e as planícies fluviais, são os principais e maiores fornecedores de Serviços de Provisão.



O inverso desta provisão de serviços ocorrendo com as áreas identificadas a partir da imagem de satélite utilizada, como desnudada ou mesmo em processo de desertificação.

### 1.3.5. Mapeamento dos Serviços de Regulação

A Figura 11 mostra o mapa dos serviços de regulação e manutenção, onde podemos destacar o armazenamento de carbono, a regulação do ciclo da água, qualidade do ar e do clima, entre outros. Igualmente no que ocorreu para os serviços de provisão, os ambientes fornecedores da regulação e manutenção se concentram na Caatinga Densa, Caatinga Aberta e Lajedos. Sendo as áreas de leitos secos e ambientes desflorestados ou desertificados como de baixa produção destes serviços.

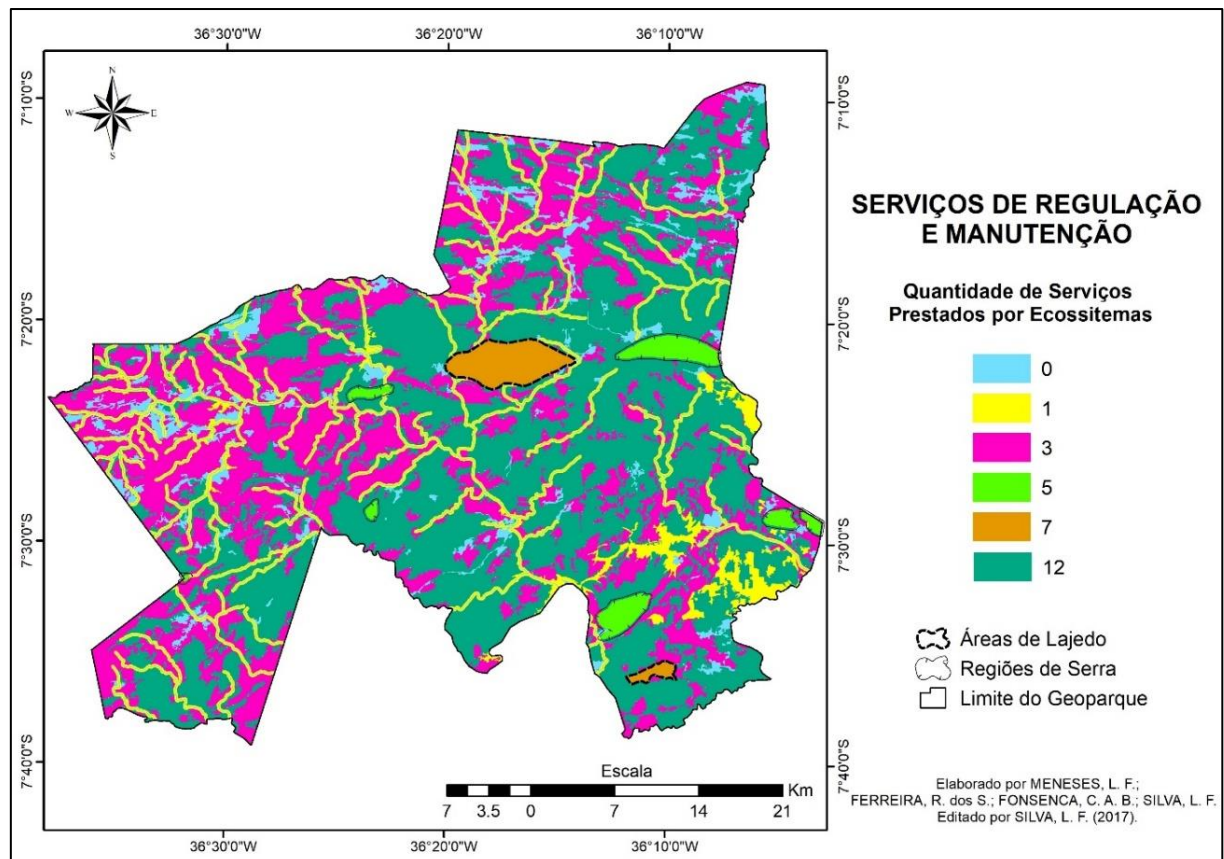
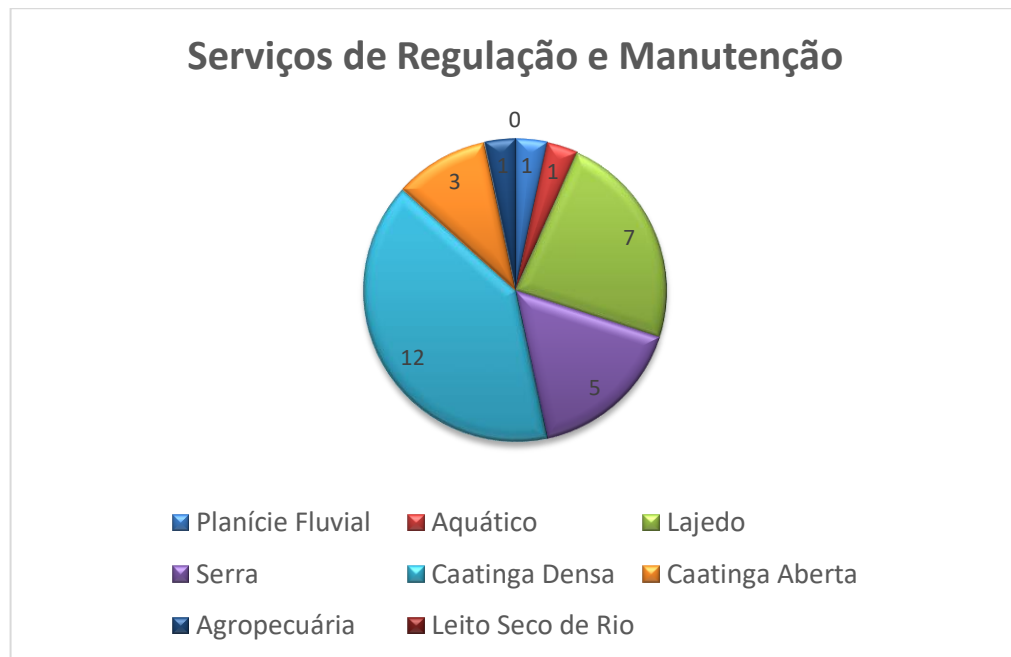


Figura 11 - Serviços de Regulação e Manutenção  
Fonte: Meneses et al. (2018).

Os serviços de regulação e manutenção que diz respeito ao equilíbrio ambiental local, no caso da área em estudo, se apresenta distribuído de forma irregular por todo território, variando de acordo com o estado de conservação do ambiente em que o mesmo é formado.

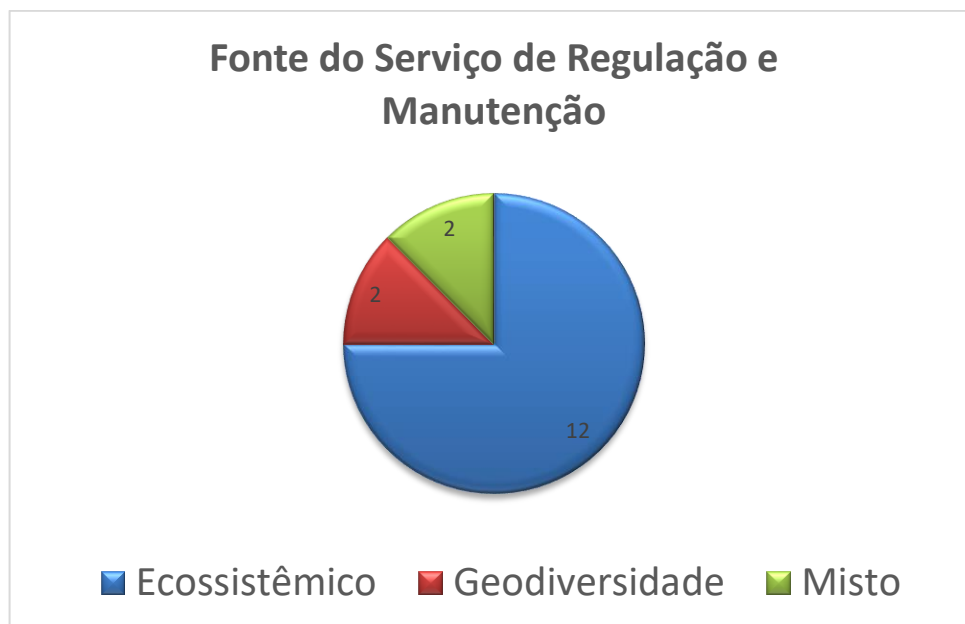
Os Gráficos 4 e 5 destacam os quantitativos de serviços ecossistêmicos reguladores e mantenedores levantados na região pesquisada.

Gráfico 4 - Quantificação dos serviços de regulação e manutenção por fonte de geração



De acordo com o Gráfico 4, é possível destacar a importância da Caatinga Densa, seguida dos Lajedos e das Serras, como ambientes promotores dos serviços de regulação e manutenção. Mostrando ainda a Caatinga Aberta produzindo um nível menor, mas, de fato, contributivo para estes serviços necessários a existência do ambiente fornecedor de recursos naturais local.

Gráfico 5 - Quantificação dos serviços de regulação e manutenção por ecossistema



A Caatinga Densa, enquanto floresta, por ser um ambiente produtivo em regulação e serviços úteis a promoção do bem-estar e qualidade de vida humana (regulação do clima, captura de carbono, qualidade do ar, entre outros), como bastante presente no mapeamento (Figura 11 e Gráfico 4) tem maior destaque no Gráfico 5, sobre os demais serviços da geodiversidade e dos ambientes mistos. Neste caso, apesar de apresentarem relevância no aprovisionamento e regulação, acabam sendo superados pela existência de uma dinâmica de produção maior dos ambientes florestados.

#### *1.3.6. Mapeamento dos Serviços Culturais*

Neste caso da Figura 12, o demonstrativo de SE quando relacionados às questões culturais na região estudada, destaque o turismo de natureza e histórico cultural disperso por todo o território, assim como as manifestações espirituais ligadas a oratórios, capelas e casas de benzedoiras e cruz ao longo de estradas e sobre lajedos. Estando concentrados a maior parte destes serviços sobre os lajedos, sendo destaque o Lajedo do Pai Mateus e o Lajedo do Marinho com maior número de visitas.



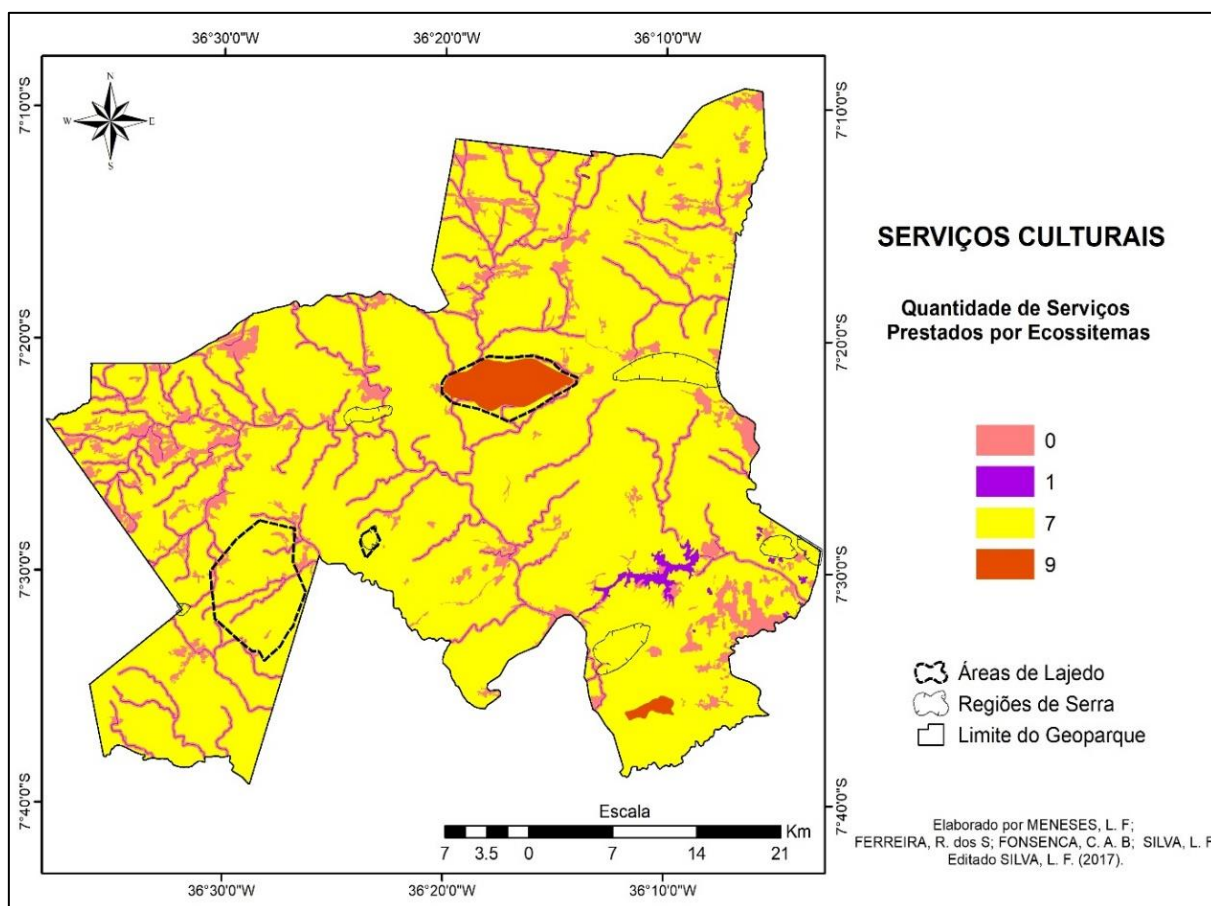
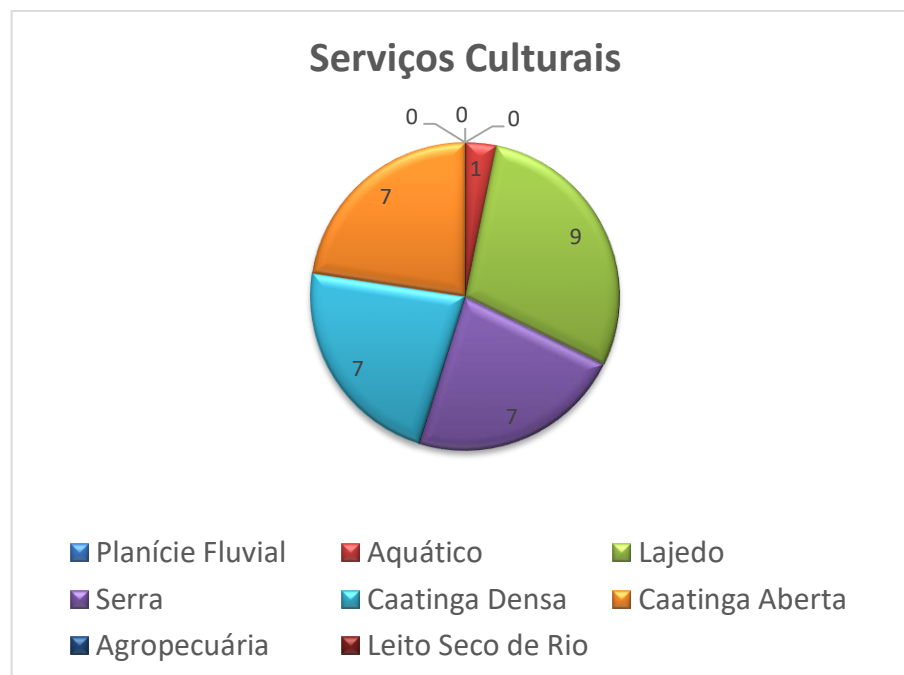


Figura 12 - Serviços Culturais.  
 Fonte: Leandro Silva, Rogerio Ferreira, Leonardo Meneses

Os Gráficos 6 e 7, complementando as informações cartográficas, demonstram uma concentração dos serviços culturais nos ambientes de afloramentos rochosos, seguidas pelas áreas de Caatinga Densa, Aberta e Serras.

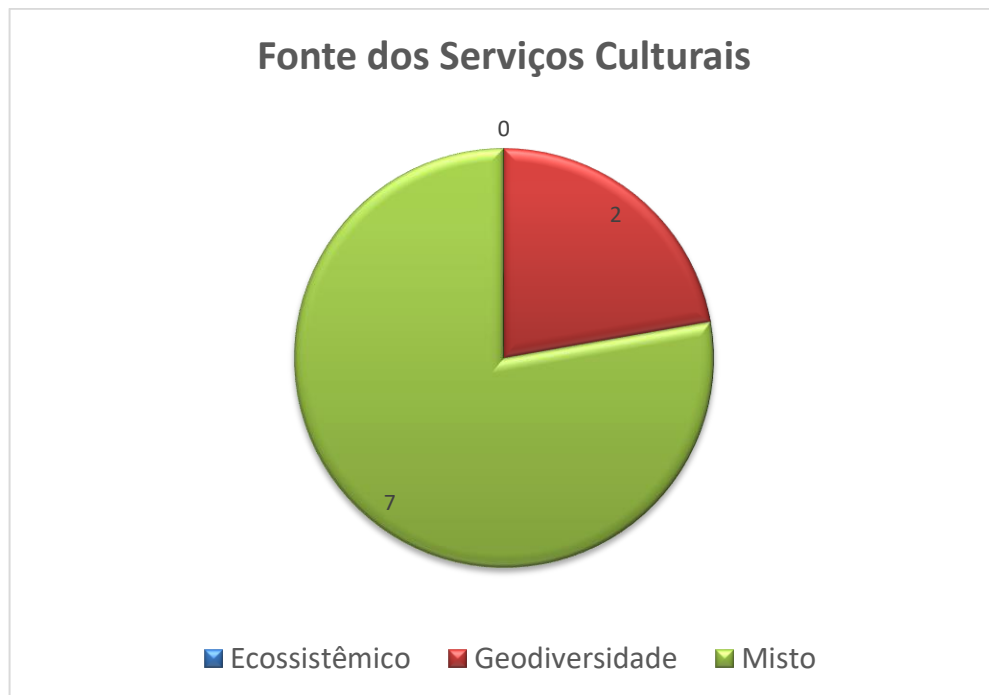
Gráfico - 6 Quantificação dos serviços culturais por ecossistema



De acordo com o Gráfico 6, fica claro a contribuição dos lajedos, seguidos das serras, para o turismo. Tendo uso em rituais religiosos, cenário de contemplação e outros meios de identidade local, marcam a geodiversidade como maior contribuinte neste ponto dos serviços.

Neste caso, como aponta o Gráfico 7, em complemento a leitura feita no Gráfico 6, os ambientes considerados típicos da geodiversidade (Lajedo e Serras), apesar de serem a base para as práticas turísticas, religiosas, de contemplação e outros usos humanos, tem seus acessos diretamente ligados tanto a grandes áreas de Caatinga Densa e Aberta, assim como os meios aquáticos secos ou cheios. Apontando para uma leitura e interpretação, de forma mais precisa, como sendo um ambiente de composição mista entre a geodiversidade e os serviços ecossistêmicos pela complementariedade de paisagem assistida e vivenciada mesmo com os atrativos sendo apontados diretamente sobre os lajedos e serras.

Gráfico - 7 Quantificação dos serviços culturais por fonte de geração



#### 1.4. DISCUSSÃO

A hierarquia na estrutura da ferramenta CICES para a descrição dos serviços ecossistêmicos, propõe cada nível fornecendo uma descrição mais detalhada que a anterior do referido serviço que está sendo considerado. A Figura 13, mostra como funciona com culturas cultivadas.

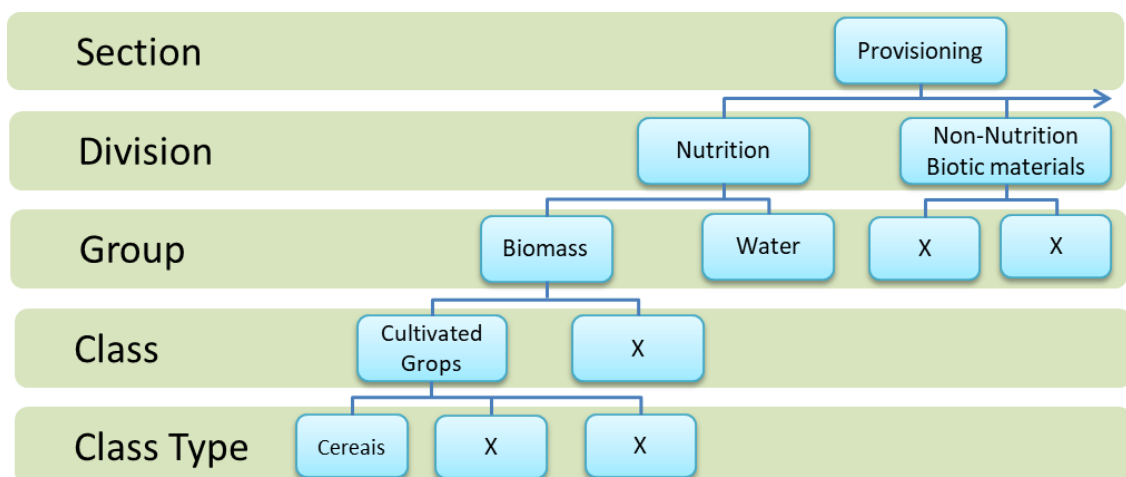


Figura 13 - Hierarquia Estrutural CICES  
Fonte: Haines-Young e Potschin (2018)

A personalização ou adaptação no uso da CICES, apesar de refletir o caráter e a terminologia de todos os ecossistemas onde está sendo útil, possibilita ao mesmo tempo, uma “confusão” neste estágio inicial de sua construção (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018). Neste caso, as abordagens adotadas e estendidas em vários ecossistemas diferentes, sendo útil em um contexto de avaliação local, deveria considerar a necessidade de referência cruzada, destacam Haines-Young e Potschin (2013), para globalizar o conhecimento local e agregar os levantamentos em diferentes biomas a contabilidade dos serviços ecossistêmicos mundiais.

Os SE são os benefícios para a população, produzidos direta ou indiretamente pelas funções ecossistêmicas (COSTANZA *et al.*, 2014), consistindo em fluxos de materiais, energia e informações dos seus estoques com o fim de produzir qualidade de vida e bem-estar humano (DAILY, 1997), representando com isto, dado a monetarização destas aquisições, considerando a questão da oferta e procura, ou de disposição no mercado, parte do valor econômico total do planeta (COSTANZA *et al.*, 2014).

Para Costanza *et al.* (1997) o foco desta ação é: “(...) estimates of the total global extent of the ecosystems themselves.(...)”. Seguindo um esquema de classificação com potencial para representar o uso global atual da terra. Sendo foco deste trabalho de tese, fazendo uso de uma de suas metodologias empregadas para tal fim, contribuir para este inventário. Neste caso a planilha CICES V5.1, que de acordo com os autores Haines-Young & Potschin (2018) pode ser entendida como: “*The Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) is widely used for mapping, ecosystem assessment, and natural capital ecosystem accounting*”.

Para construir esta discussão teórica e fazer uso de uma metodologia apropriada na leitura, escrituração e mapeamento dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, foi buscado compreender a forma como os moradores e usuários tem utilizado estes recursos naturais existentes na região em tela, através de leituras diversas que enfocam ao mesmo tempo, o ecossistema, os elementos deste ecossistema, a interação deste ecossistema e sua forma de utilização pelos moradores locais (AB’SÁBER 1999; ARAUJO 2010; CGEE 2016; LEAL 2012; MARIANO NETO 1999; SANTOS 2009; SOUZA 2008 e outros).

Este aporte teórico acerca da natureza do lugar pesquisado, demonstra de forma direta, através do conteúdo de leitura, que os recursos da natureza local, nestes casos, não são vistos ou citados, em qualquer das publicações, enquanto serviço ecossistêmico ou da geodiversidade. Termos usados nestes casos, para o entendimento e reconhecimento da natureza na Economia Ecológica, Capital Natural ou mesmo Mercado Verde, enquanto termos direcionados ao debate

público da conservação ou dos investimentos em pesquisas de conservação (MILLER JR. 2007).

Neste caso, a própria questão das mudanças climáticas, enquanto impacto ambiental negativo sobre a qualidade de vida e bem-estar humano, são ligadas as políticas e debates da ONU através dos mecanismos e ferramentas de leitura criadas pela IUCN, OCDE, OMS e outros organismos que vem buscando este novo olhar sobre as questões dos recursos naturais. Portanto, uma nova postura das relações econômicas, estas por sua vez, geradoras de uma necessidade do cuidar das questões ambientais em atrito com a qualidade de vida humana, assim como da busca por alternativas de uso e ocupações sustentáveis. Sendo esta, uma nova forma de refletir sobre a relação sociedade-natureza. Como dito por Denardin & Sulzbach (2002), este entendimento e apresentação dos recursos da natureza como bens ambientais finitos, limitados e totalmente comprometidos com a qualidade produtiva do meio ambiente, tem despertado interesses em todas as escalas da sociedade, principalmente dos atores tomadores de decisão.

De acordo com Costanza (2009 p.89):

*“[...] os sistemas econômicos atuais não possuem métodos integrados preocupados com a sustentabilidade do nosso sistema ecológico e não levam em conta o valor que esse sistema tem na contribuição para o nosso bem-estar”.*

Desta forma, esta escrituração ambiental ou cartografia da natureza produzindo serviços, ou mesmo outra linguagem de promoção da natureza estudada que identifique como sendo um serviço ecossistêmico, ou da geodiversidade. A existência de políticas públicas para preservação dos SE, tem surgido nestes últimos anos de forma crescente, uma vez reconhecido que sua negligência vem gerando um significativo impacto negativo à humanidade em sua qualidade de vida. Sendo apontado de forma constante nos debates ambientais atuais, a necessidade em multiplicar gastos financeiros e esforços técnicos, para garantir o estoque natural de serviços no seu ambiente gerador. Nesse caso, garantindo o seu ecossistema natural próprio de produção, não sendo mais compatível a racionalidade comum produzida de outrora, ou da existência dos recursos e serviços ofertados pela natureza como infinitos e gratuitos (SCHMID; ACEVEDO, 2009).

No caso do Cariri Paraibano, inserido em terras semiáridas e de paisagem desertificada para grande parte do seu território, carece de mecanismos de medição e publicização da sua fragilidade e modos de intervenção. Proteger o capital natural significa que a sociedade deve

resguardar grande parte do bioma, com o fim de tornar viável a provisão de serviços ecossistêmicos. Uma estratégia de proteção dos recursos naturais locais deve ser mantida até que existam substitutos similares aos serviços ora fornecidos pelo capital natural atualmente existente.

Neste caso a discussão sobre geoconservação especificamente, expõe uma necessidade de preservar, ainda que tardiamente, quando da existência prévia de uma exploração mineral, por exemplo, atributos humanizados, históricos e culturais, valiosos agregados a formação rochosa. A conservação geológica e geomorfológica (geoconservação) tem uma longa história. Para Gray (2013), a proteção da biodiversidade acontece com maior intensidade e proporcionalidade, ganhando intensidade a medida em que cresce as discussões, principalmente sobre mudanças climáticas e escassez de recursos naturais. Sendo somente nos primeiros 20 anos do século XIX, que segundo Gray (2013), deu início a preocupação com a parte geológica e geomorfológica da Terra. Tendo como bandeira, a extração de pedra de Salisbury Crags em Edimburgo, na Escócia, onde o impacto produzido na paisagem da cidade gerou uma ação legal, ocorrida em 1819, para evitar um dano maior a qualidade de vida local.

Gray (2004) acredita que é importante conservar e gerenciar a geodiversidade do planeta, com razões evidentes para “tratar a base física do nosso ambiente com cuidado e respeito” (GRAY, 2013. p.66). Sharples (2007) coloca que a geodiversidade engloba 4 (quatro) diversidades geológicas a saber: 1. Rocha (*rock*); 2. Geomorfologia (*landform*); 3. Características do solo (*assemblages*) e; 4. Sistemas e Processos. Sendo posto por Sharples (2007) a geodiversidade como ponto para a geoconservação de valores intrínsecos, ecológicos e (geo) patrimoniais. Brilha (2002) coloca o patrimônio geológico como estando relacionado tanto à importância geográfica (local, regional, nacional e internacional), quanto ao uso pedagógico (educacional, científico e recreativo), integrados todos à necessidade da conservação. Sendo posto, de acordo com Brilha (2002), seguir um roteiro de busca e identificação, conforme Figura 13.

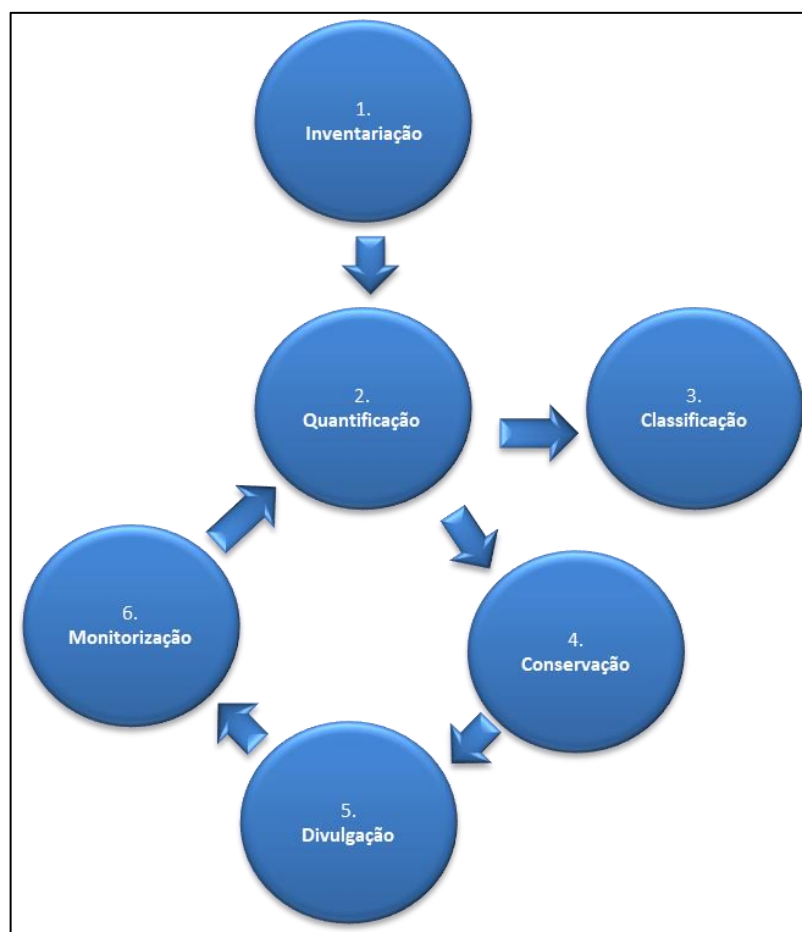


Figura 14 - Esquema da Geoconservação  
Fonte: Adaptado de Brilha (2002)

Os dados obtidos dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade na região do Cariri Paraibano dialogam com a comunidade científica, dos estudos e pesquisas sobre a relação sociedade-natureza, demonstrando os ambientes de afloramentos rochosos e da caatinga densa e aberta como sendo os principais lugares a prover serviços para a qualidade de vida e bem-estar humano.

No contexto geral, de acordo com a teoria dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, o potencial natural existente no local para gerar bem-estar e qualidade de vida deve ser conhecido e valorizado. Potencial este, tornado estoque para uso moderado ou mesmo para ser preservado em nome de um benefício maior, ou de alcance generalizado, como o estoque hídrico ou a regulação do clima, ambos de benefício difuso.

Em muitos casos, para controlar o uso sustentável dos recursos da natureza, principalmente aqueles mais utilizados ou exigidos pela sociedade, faz necessário ampliar o conhecimento sobre sua oferta e demanda dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade. Isto posto, enquanto fator estratégico de políticas públicas, principalmente na ausência destes



recursos, a exemplo da água que desperdiçada em tempos de abundância, passa a ser reivindicada em tempos de escassez.

Nesse sentido, vislumbra-se que os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade listados e cartografados em seus ambientes de origem possa demonstrar as vantagens destas ferramentas aqui utilizadas, relacionando tanto a dependência de seus componentes quanto o benefício direto para a vida humana. A destruição, por exemplo, de uma colmeia de abelhas (serviço de provisão) pode representar o fim de um polinizador especializado (serviço de manutenção e suporte) de determinadas sementes não dispersas pelo vento, afetando diretamente o serviço de regulação. Sendo bastante comum na área estudada: (i) uso de água em excesso para diversos fins; (ii) assoreamento, esgotamento e aterramento de rios; (iii) desmatamento irracional; (iv) mineração despropositada; (v) criatório e plantio não manejados, entre outras práticas de resultado negativamente impactante sobre os recursos naturais necessários a qualidade de vida e bem-estar humano.

Entre as vantagens de uso da linguagem cartográfica para demonstrar os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, o de tornar visível não somente o serviço, mas o ambiente onde ele é gerado torna-se o mais evidente, até por relacioná-lo ao todo territorial tratado. Quando se trata de um ambiente com condição prévia natural, caso do semiárido, de forma reduzida ou comprometida, o destaque dado por um meio de leitura comum, caso dos mapas já presentes nos livros didáticos escolares, surte maior resultado em termos de propagação.

Apesar das vantagens, deve-se ter cautela na construção, tanto em termos de informações quanto de escala, para que os diferentes serviços da natureza, fornecidos pelo território em estudo possam ser reproduzidos da forma mais fidedigna possível. Cabendo a construção de uma estrutura organizativa para empreender esforços na coleta de dados o máximo possível. Sendo destacado que para esta pesquisa de tese, tornou-se inviável cronologicamente a catalogação e medição de todos os serviços ofertados, tanto por limitação de tempo quanto de recursos para visitar todos os lugares e recantos do território em questão.

Deve-se, portanto, como discurso, considerar os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade como uma necessidade de pauta formal das políticas públicas governamentais. Servindo, com isto, para a tomada de decisões sobre o uso e ocupação dos recursos naturais no Cariri Paraibano. O reconhecimento desses serviços pode fornecer indicadores de desempenho e sustentabilidade ambiental tanto para orientar o uso dos recursos naturais, quanto para pensar a compensação ambiental apropriada ao substituir um bem natural difuso por uma ação antrópica.

Evidencia-se assim que no contexto socioeconômico e ambiental, dos recursos naturais encontrados no Cariri Paraibano, reconhecido como de uso para o bem-estar e a qualidade de vida humana no local, os mesmos mostram-se relevantes para serem propagados. Inclusive pelo uso da cartografia temática e incluídas nas políticas públicas enquanto bem ambiental, a exemplo de diversos lugares no Brasil e no mundo que aderiram a estas ferramentas de gerenciamento.

Sendo exemplo destas práticas de mapeamento para uso na gestão territorial o “Mapeamento de serviços ecossistêmicos no território - cartilha metodológica segundo a experiência de Duque de Caxias – RJ” (PROJETO TEEB, 2018), “Serviços Ecossistêmicos na APA Ibirapuitã, Rio Grande do Sul” (WOLF *et al.*, 2019), exemplos práticos ocorridos no Brasil. As experiências exitosas desta metodologia de gestão, citada como base prática, podem ser vistas dentro do trabalho técnico científico intitulado “Estudo da Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade para o Parque Natural da Serra de São Mamede” (MARTA-PEDROSO, 2014) publicado em Portugal, assim como no “*Mapping Ecosystem Services for China’s Ecoregions with a Biophysical Surrogate Approach*” (ZHANG, L., LÜ, Y., FU, B., DONG, Z., ZENG, Y., WU, B., 2016) na China, e também no “*Mapping Ecosystem Services in New York City: Applying a Social-Ecological Approach in Urban Vacant Land*” (MCPHEARSON *et al.*, 2013) nos EUA, entre outros modelos de uso e resultado para análise e comprovação da ferramenta em análise.

## CAPITULO 2



**GEODIVERSIDADE APLICADA NOS ESTUDOS  
DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA REGIÃO  
DO CARIRI PARAIBANO**

## **CAPÍTULO 02: GEODIVERSIDADE APLICADA NOS ESTUDOS DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA REGIÃO DO CARIRI PARAIBANO**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

O ponto de partida para criar um diálogo entre geodiversidade e serviços ecossistêmicos é pensar que ambas as temáticas trabalham com a necessidade de tornar público os benefícios ao bem-estar e qualidade de vida humana. Para Gray (2004), pesquisador referência mundial no assunto, a geodiversidade passa a ser entendida como: “gama natural (diversidade) de geologia (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (relevo, processos) e solo características, bem como suas assembleias, relacionamentos, propriedades, interpretações e sistemas”.

Trata-se de representar o assunto geodiversidade como uma diversidade de produtos abstraídos da Terra nos seus processos geológicos, considerando os biosféricos e atmosféricos inteirados numa leitura estendida e direta com o ser humano. Gray (2004, 2013) observa e destaca os atributos excepcionais, ou mesmo únicos, em relação a geodiversidade. Nesse caso, esta área assim vista, passa a ser um patrimônio geológico, ou geopatrimônio, merecedor da sua conservação, ou mesmo de uma geoconservação.

Para Martini (1994), discutindo a Declaração dos Direitos da Memória da Terra, os mesmos citam os progressos obtidos neste documento escrito em 1991, na França, com um valioso reconhecimento do valor da geoconservação e do patrimônio geológico. Sendo a partir de então tratado como tema relevante tanto para a UNESCO como para diversos pesquisadores, a exemplo de: Brilha (2005), Eder & Patzak (2004), Fisher *et al.*, (2009), Mochiutti *et al.* (2011, 2012), Natural England (2006), entre outros. Todos realizando estudos e projetos com o objetivo de revelar o potencial do patrimônio geológico, para contar a história da Terra e deixar a explicitar o seu aproveitamento pela sociedade humana nas mais diversas situações.

Nesta busca de entendimento do assunto para esta tese do diálogo entre os saberes e os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, vale destacar igualmente as observações de estudos feitos por Fassoullas (2001), acrescentando os geótopos, dentro da sistemática da geodiversidade. Para Fassoullas (2011) existe um valor ecológico subdividido em duas categorias: (i) Impacto Ecológico: que representa a contribuição do geótopo para o desenvolvimento de ecótopos particulares ou à existência de espécies endêmicas dentro da área e; (ii) Status de Proteção: referindo-se ao estado de proteção e conservação real do sítio” ou

geótopo. Fassoulas (2001) acrescenta alguns critérios que devem fazer parte desta inventariação, tais como: (1) científico, (2) ecológico e de proteção, (3) cultural, (4) estético, (5) econômico e (6) potencial para uso.

Ao analisar os serviços ecossistêmicos em suas funções de provisão, regulação, manutenção ou suporte e cultural, com os seus devidos resultados voltados a qualidade de vida e bem-estar humano, verificamos que o patrimônio geológico não somente está presente em parte significativa destes serviços, mas se coloca como sendo fundamental para o estabelecimento e desenvolvimento da vida planetária. Sendo parte estruturante dos serviços ecossistêmicos, a geodiversidade conjugada a biodiversidade, valoriza o discurso necessário a preservação dos recursos naturais da Terra, utilizados e, ao mesmo tempo ignorados pela própria sociedade beneficiada.

Para Cozine (2004), que analisou toda a documentação produzida pela UNESCO referindo-se aos Sítios Históricos Mundiais (WHS), esse observou que o componente geológico não havia sido contemplado, ou mesmo demonstrado, no seu real e complexo valor como capital natural. Fato não ocorrido com a leitura dos recursos naturais entendidos como serviços ecossistêmicos, que passaram a compor o estoque natural de bens ambientais necessários a vida humana. Desta forma, em razão de um discurso hierarquizado de saberes, bastante comum na sociedade global, as abordagens científicas e políticas diferenciadas sobre geodiversidade e serviços ecossistêmicos conduzem a políticas e procedimentos diferenciados.

Mesmo tratados os assuntos em separado no cotidiano das instituições acadêmicas e nos organismos oficiais de Estado, a Organização das Nações Unidas tornou as mesmas convergentes e relevantes ao pensar a questão da saúde dos ecossistemas globais (ANDRADE, 2007; MEA, 2007; MCDONOUGH *et al.*, 2017), ao pautar estes assuntos como necessários nas tomadas de decisões públicas pelos mesmos governos. Neste caso, unir os dois temas em um único estudo, é destacado por Fassoulas (2001) quando o mesmo diz ser necessário quantificar e documentar a valor do patrimônio geológico, usando um método padrão de avaliação da geodiversidade que venha a ser aceito tanto pelos geocientistas quanto por outros pesquisadores das questões ambientais, principalmente reunidos em comunidades de pesquisa.

A aplicação dos valores ecológicos de Fassoulas (2001), neste caso, acrescentados a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) versão mais recente V5.1, orientou a oferta aos usuários de uma ferramenta para catalogação universal facilitada de uso, alimentadora do banco de dados mundial referente ao estoque de ambientes, alimentos e beneficiários dos serviços da natureza (FASSOULAS, 2008). Sendo esta opção vista não apenas

como simples inclusão da geodiversidade na planilha contábil CICES em questão, mas como metodologia possibilitadora da inclusão de um maior número de informações, incluindo todas as principais leituras do patrimônio geológico proposto por Fassoulas (2008) para a geodiversidade.

Vale destacar que importa para esta tese aproximar as metodologias utilizadas, adaptadas ou renovadas dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade para o fazer geográfico, entendendo que uma pesquisa ambiental em Geografia deve objetivar as relações “sociedade-natureza” pelo método sistêmico, destacando os elementos formadores da paisagem como sendo as inter-relações entre: elementos físicos, biológicos e antrópicos (BERTRAND, 1971, GEORGE, 1972, MARTINELLI, 1971, MONTEIRO, 2001, PISSINATI; ARCHELA 2009). Reforçamos assim a ideia no que para Sotchava (1977), Romero & Jiménez (2002), no uso do conceito de paisagem, passa a existir uma combinação sistêmica de elementos da biodiversidade e da geodiversidade, acompanhado também da sua relação com a diversidade cultura e ação humana, o que para Bertrand (1971) são listados como sendo: geológicos, geomorfológicos, pedológicos e da geodiversidade propriamente.

Desta forma, para este entendimento, a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos CICES V5.1, oferece a possibilidade de construção classificatória somativa em acréscimos de dados e crescente em escalas e temas. Para Czúcz *et al.* (2018), o “*design*” da CICES V5.1 considerou o fato dos pesquisadores poderem desenvolver seus estudos em diferentes escalas geográficas e temáticas, sendo apresentada uma estrutura hierárquica dividida em três principais seções: (i) Divisões, (ii) Grupos e (iii) Classes. Com esse tipo de estrutura, os usuários das mais diversas ciências, incluindo a geográfica, poderiam fazer seus níveis de detalhamento, denominar grupos e combinar resultados (CZÚCZ *et al.*, 2018). Realiza-se, com isto, uma consolidação dos indicadores de análise e descrição da geodiversidade posta por Fassoulas (2001) e por Gray (2004), na planilha contábil CICES V.5.1, descrevendo o seu resultado como útil para a gestão pública na área estuda.

## **2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Estudos de levantamentos sistematizados da geodiversidade, presentes em ambientes de abundantes serviços ecossistêmicos, já foram aplicados principalmente na avaliação de paisagens para proposição de geoparques (BRILHA, 2005; SERRANO, 2007; GRAY, 2013;

McKEEVER & ZOUROS 2005; SHARPLES, 2007), sendo vistos também em outras situações de manejo da natureza, como para avaliação de unidades de conservação, assim como em impactos ambientais e até na busca pela valoração turística ou na quantificação de geótopos (BRUSCHI & CENDRERO, 2005; CORATZA & GIUSTI, 2005; GRANDGIRARD, 1997; PRALONG, 2005; RIVAS *et al.*, 1997; SERRANO & GONZÁLEZ-TRUEBA, 2005).

Os dados indicadores de gerenciamento do patrimônio geológico proposto por Fassoulas (2008), possibilitou ser contemplado pela metodologia CICES V5.1, acrescentado aos serviços ecossistêmicos, defendido neste artigo, por sua melhor aplicação de resultado como gestão da paisagem (CHERNYKH *et al.*, 2018), tendo neste acréscimo de informações uma planilha aperfeiçoada e tornada sua interpretação mais completa para uma gestão ambiental pautada nos valores, atributos e qualidades de um meio ambiente voltado para a vida humana.

Este estudo está se propondo a apresentar argumentos técnicos discursivos, com possibilidades de agregar informações da região caririzeira paraibana do Nordeste brasileiro, a partir de um conjunto de serviços ecossistêmicos e da geodiversidade. Nosso objetivo, neste contexto, é favorecer um encontro da geodiversidade com os serviços ecossistêmicos de forma direta, saindo do campo conflituoso de debate entre as respectivas metodologias de coleta de dados e levantamentos patrimoniais geológicos e dos recursos naturais. Servindo, inclusive, como mostruário de mais oportunidades, ou de oportunidades variadas, para o trabalho dos geógrafos, dentro do campo de estudo da paisagem geográfica. Sendo o caso, da conservação de habitats dentro da geopolítica da biodiversidade.

## **2.3. RESULTADOS**

### ***2.3.1. Descrevendo a paisagem do Cariri Paraibano***

A seguir, é apresentado na Figura 15 um mapa com os padrões de relevo da área estudada, sendo esta um ambiente com considerável quantidade de afloramentos rochosos e planícies disformes recortadas por inúmeros rios, riachos e córregos (Figura 15), apresentando, portanto, uma espacialidade de elevada importância no contexto paisagístico local.



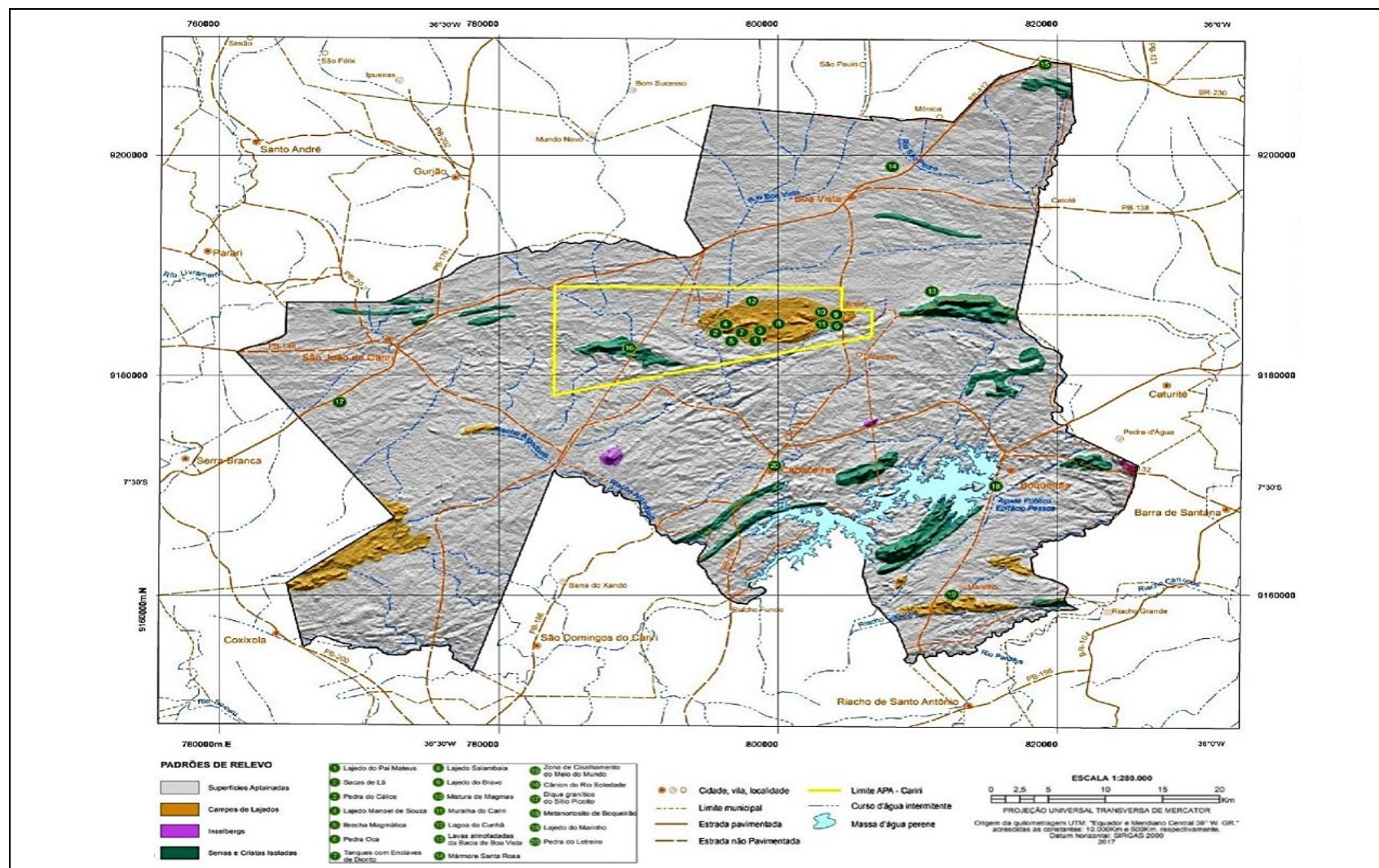


Figura 15 - Mapa de Relevo.  
Fonte: Lages et al. (2018)



A estrutura da metodologia CICES facilita a identificação dos serviços ecossistêmicos em qualquer escala, tornando possível listar e escriturar os recursos naturais vistos a partir de suas classificações para toda e qualquer realidade. Isso torna, inclusive, visível ou compreensível, aqueles benefícios produzidos pelo homem ou para o homem, daqueles que são produzidos pelo ecossistema para alimentar o próprio ecossistema. Neste sentido, tomando por exemplo a Figura 16, podemos extrair algumas informações importantes, como veremos a seguir.

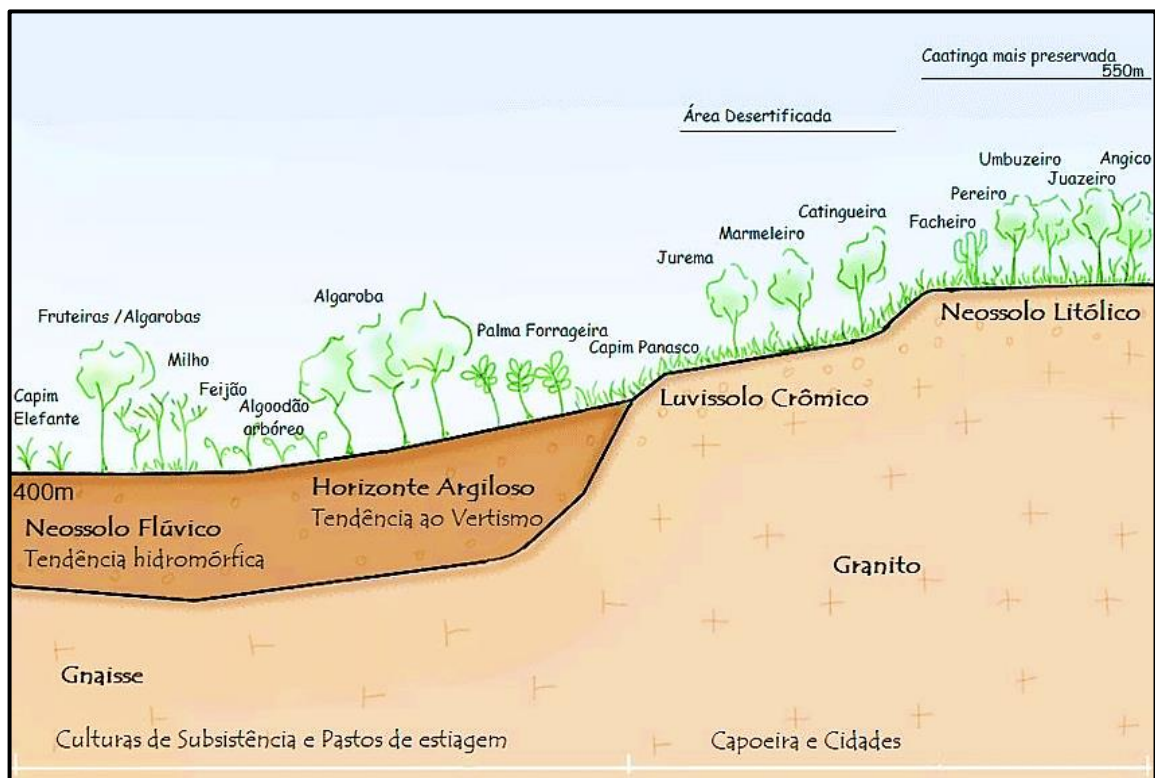


Figura 16 - Perfil de uso e cobertura vegetal atual na região dos Cariris Velhos, destacando as espécies mais representativas.

Fonte: Souza & Souza (2016).

No esquema da Figura 16 é possível destacar: (i) **Topo do Perfil** - Serviços de provisão: Nutrição, Material e Energia – Vista no topo do perfil. Por conter a Caatinga Densa produzindo biomassa e concomitante provisão de alimentos, assim como o equilíbrio do meio ambiente e, como abiótico, funcionando como filtrador; (ii) **Baixa do Perfil** - Serviços de manutenção e regulação: regulador do microclima, manutenção do fluxo de água, diminuir os processos erosivos, qualidade da pedogênese e do solo, serviço de berçário e refúgio para diversas espécies, processos biogeoquímicos e desenvolvimento de substratos e manutenção do ciclo da vida e do habitat, entre outros. (iii) **Todo o Perfil** - Serviços Culturais: Quando demarca o apego ou a identificação do homem com o lugar. Neste caso, temos desde a vegetação nativa e agrícola

típica do lugar, como um ambiente propício a educação ambiental identificada com o ambiente de semiárido (cenário local).

### 2.3.2. Os ecossistemas de lajedos

A topografia dos lajedos, como procura apontar Lunguinho (2018): “é norteadora para a determinação do potencial de umidade nos compartimentos geomorfológicos contidos nos relevos residuais.(...)” (Fig. 17 a 18). Sendo de acordo com Souza & Xavier (2013): “*Na paisagem geomorfológica do Cariri Paraibano é comum a ocorrência de extensos lajedos graníticos*”, estando, neste caso, diretamente relacionado a atuação dos processos intempéricos e, consequentemente, também dos processos erosivos. Tanto para Souza & Xavier (2013) quanto para Lages *et al.* (2018) o que se denomina por lajedos, são extensas áreas rochosas com altimetria não ultrapassando os 100 m, assumindo, de acordo com Lages *et al.* (2013), um formato dômico assimétrico, com aparência pareidólica de um “dorso de baleia”, ou como aponta Aguilera *et al.* (2014) expressando este tipo de relevo, denominado de *whaleback*.

Lajedos podem ser classificados como um ecossistema em seu nível básico, por ser uma unidade natural, com presença evidenciada de animais, plantas e microrganismos, ou por seres vivos, interagindo sobre estes ambientes físicos (DEFRA, 2007). Esta dinâmica resulta em fornecimento de água, umidade do ar, do solo e até da posição geográfica que, de acordo com DEFRA (2007), quando funcionando de forma sistêmica e interdependente acabam por gerar abundância de vida e resultados propositivos de serviços ecossistêmicos, como pode ser observado no esquema da Figura 17.

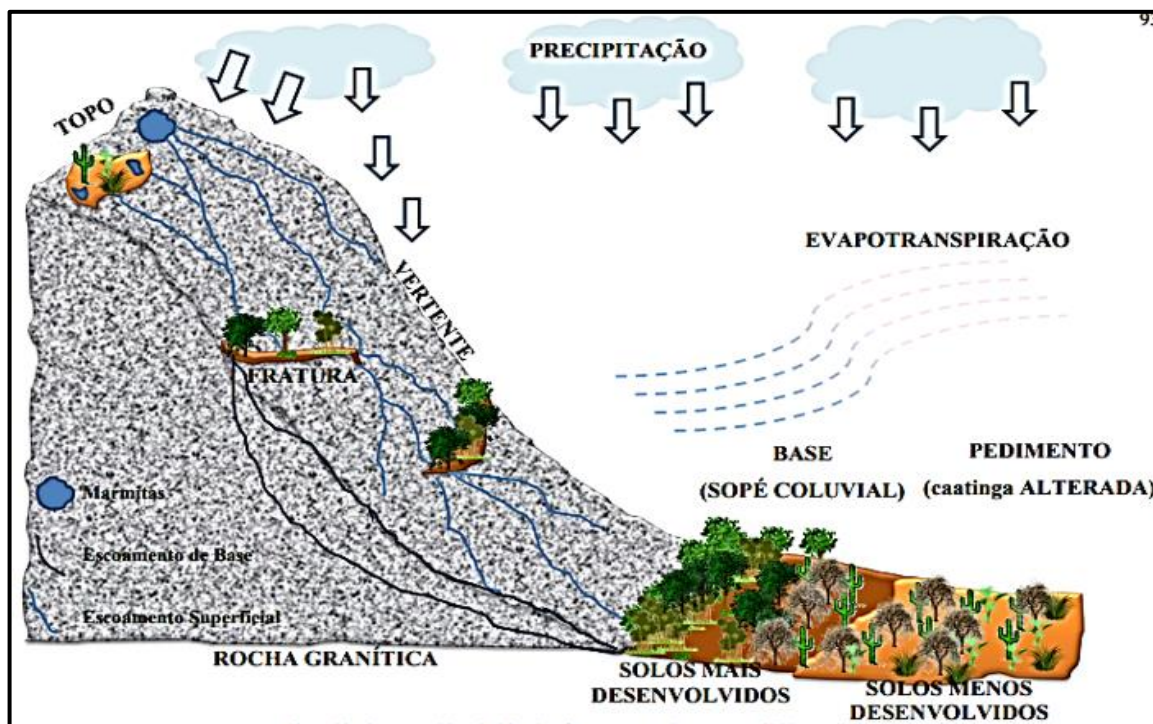


Figura 17 - Sistema ambiental físico de afloramentos rochosos do semiárido brasileiro.  
Fonte: Lunguinho (2018)

Como exemplo de serviços ecossistêmicos comprovados para os lajedos, passa a ser destaque, no caso específico do Lajedo da Salambaia em Cabaceiras, PB (Figura 18): A – **Serviço de Regulação** em um ambiente natural disponibilizador de água, armazenador de carbono, diminuidor de alagamentos, garantidor da qualidade do solo e controle biológico; B – **Serviço de Provisão** ao concentrar alimentos, matéria-prima e combustíveis, água potável e recursos genéticos; C – **Serviço de Suporte e Manutenção** com a formação de solos, habitats, ciclo de nutrientes e diversidade genética, assim como produção de oxigênio entre outros; D e E – **Serviço Cultural** ao se prestar enquanto ambiente de visitação e aulas práticas de campo.

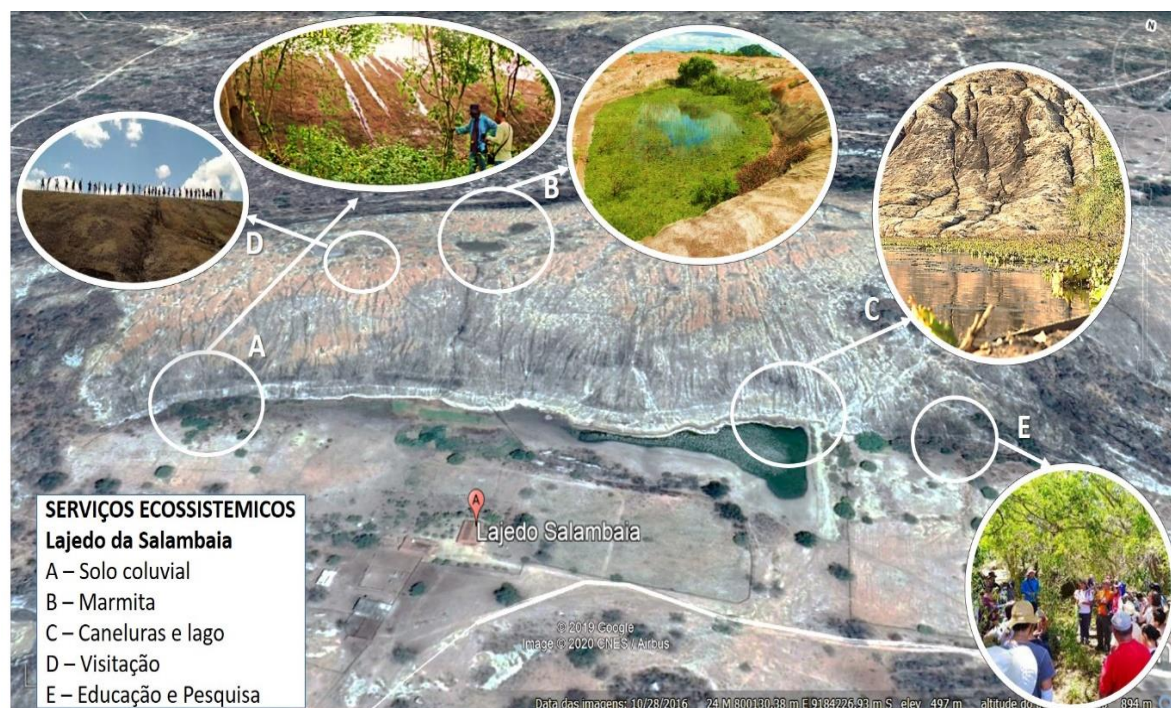


Figura 18 - Demonstração de alguns dos serviços ecossistêmicos prestado pelo Lajedo da Salambaia em Cabaceiras, PB

Fonte: Adaptado pelo autor com imagens do Google Earth e Diniz (2015).

Analizando o lajedo em seu processo de uso e ocupação, do natural ao social, torna-se relevante destacar estes serviços ecossistêmicos dos lajedos, tanto para uma maior proteção e valorização, quanto para um maior conhecimento, conforme Quadro 10.

Quadro 10 - Descrição dos Serviços Ecossistêmicos do Lajedo

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Ecossistemas de Lajedo:</b></p> <p>Os ecossistemas de lajedo são definidos aqui como afloramentos residuais de baixa altitude, ou inferior a 100m, porém em situação de localização geográfica no semiárido nordestino, e funcionalidade geossistêmica, paisagística, ecológica e histórica cultural, que acaba por fornecer ao ambiente onde se localiza, um importante acervo de elementos naturais individuais e conjugados geossistêmicos, propício ao desenvolvimento de plantas e animais com interação, reprodução e manutenção de serviços ecossistêmicos, com valores de destaque ainda para a geodiversidade.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>Serviços de provisionamento:</b></p> <p>Os ecossistemas de lajedos podem fornecer uma quantidade significativa de resultados aprovionados a partir da:</p> <p>(i) Água: reserva hídrica para beber; biodegradação; bioindicador; sustentar a biodiversidade local; armazenamento de calor e frio; produção de queijo; produção de leite; curtume; produção de horticultura e fruticultura; polpas e derivados do suco (picolé, sucolé, sorvete, bebidas); vetor de inundação e seca; bioturbação que permite a permeabilidade do sedimento; poços artesianos e amazonas; barragem subterrânea com plantio; evaporação; radiação solar; evaporação; radiação solar; águas salobras para irrigação, hidroponia e criação; cisternas. (ii) Outros minerais: cálcio; sódio; potássio; magnésio; sulfato; cinzas presentes nos alimentos; argila; barro; sal; água salobra; leite; hortaliças, frutas, cana de açúcar; carnes; fibras, palhas, madeira; cerâmica; catavento, varal; calcário; bentonita; granito.</p> |
| <p><b>Serviços de regulação:</b></p> <p>Os ecossistemas de lajedo oferecem serviços reguladores tais como: (i) Transformação de Insumos: proteção da erosão. (ii) Físico-Química-Biológica: quebra de dinâmica hidrológica e sedimentológica; distribuição da dinâmica hidrológica e enxurradas; influência direta na emissão de gases e materiais particulados; manutenção de solos saudáveis e ecossistemas produtivos; (iii) Outros: manutenção de produtividade em terras aráveis; populações de polinizadores, sombra e abrigo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



**Serviços culturais:**

Os lajedos em variados casos, acabam servindo de palco para: caminhadas, educação, pesquisa, esportes de natureza e aventura; yoga, relaxamento, vivência e praticas experienciais; inscrições rupestres, pareidolias e referência socio-históricas comunitárias.

Fonte: Elaboração própria

Na leitura de Spangenberg (2007), a prestação de serviços ecossistêmicos é determinada pela inteligência e necessidade humana, para aproveitar os resultados das funções do ecossistema, neste caso, da sua interatividade natural. Spangenberg (2007) e Fassoulas (2008), esclarecem que ao incluir a noção do potencial geológico e ecológico na geração de serviços ecossistêmicos, em formato de cascata ou de ciclo de geração, este formato apresenta-se como mais completo para uso em planejamento, por exemplo. Neste caso, se faz possível estabelecer as bases, hierarquias, desdobramentos e relações a partir de um tronco comum.

O desenvolvimento da Planilha CICES V5.1 (Quadro 11), revisada para incluir o abiótico, foi tratado neste trabalho a partir dos levantamentos feitos sobre os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade existentes na área de estudo, de forma a atender diversas necessidades humanas possíveis de serem ofertadas pelo lugar em questão (COSTANZA *et al.*, 2014).

Quadro 11 - Lista de Serviços Ecossistêmicos Abióticos dos Lajedos

| Abiotics (Ecosystem outputs) |          |                                                              |                                                                 |         |                                                                                                                                                        |
|------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Section                      | Division | Group                                                        | Class                                                           | Code    | Class type                                                                                                                                             |
| Provisionamento (Abiótico)   | Água     | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia | Água de superfície para beber                                   | 4.2.1.1 | Provisão para beber; Biodegradação; Bioindicador; Sustentar a biodiversidade local; Armazenamento de Calor e Frio.                                     |
| Provisionamento (Abiótico)   | Água     | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia | Águas superficiais utilizadas como matéria (não consumo humano) | 4.2.1.2 | Produção de Queijo; Produção de Leite; Curtume; Produção de Horticultura e Fruticultura; Polpas e Derivados do Suco (picolé, sucolé, sorvete, bebidas) |
| Provisionamento (Abiótico)   | Água     | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia | Água doce de superfície utilizada como fonte de energia         | 4.2.1.3 | Vetor de Inundação e Seca; Bioturbação que permite a permeabilidade do sedimento                                                                       |
| Provisionamento (Abiótico)   | Água     | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia | Água costeira e marinha usada como fonte de energia             | 4.2.1.4 | X                                                                                                                                                      |

|                            |                                                          |                                                                                                        |                                                                                             |             |                                                                             |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Provisionamento (Abiótico) | Água                                                     | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia                                           | Água subterrânea (e subsuperficial) para beber                                              | 4.2.2.1     | Poços Artesianos e Amazonas                                                 |
| Provisionamento (Abiótico) | Água                                                     | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia                                           | Água subterrânea (e de subsuperfície) usada como matéria (não potável)                      | 4.2.2.2     | Barragem Subterrânea com plantio; evaporação; radiação solar                |
| Provisionamento (Abiótico) | Água                                                     | Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia                                           | Água subterrânea (e subsuperfície) usada como fonte de energia                              | 4.2.2.3     | Evaporação; Radiação Solar                                                  |
| Provisionamento (Abiótico) | Água                                                     | Outras saídas aquosas do ecossistema                                                                   | Outros                                                                                      | 4.2.X.<br>X | Águas Salobras para irrigação, hidropônica e criação; Cisternas;            |
| Provisionamento (Abiótico) | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos | Substâncias minerais usadas para nutrição, materiais ou energia                                        | Substâncias minerais utilizadas para fins nutricionais                                      | 4.3.1.1     | Cálcio; Sódio; Potássio; Magnésio; sulfato; Cinzas presentes nos alimentos; |
| Provisionamento (Abiótico) | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos | Substâncias minerais usadas para nutrição, materiais ou energia                                        | Substâncias minerais utilizadas para fins materiais                                         | 4.3.1.2     | Argila; Barro; Sal                                                          |
| Provisionamento (Abiótico) | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos | Substâncias minerais usadas para nutrição, materiais ou energia                                        | Substâncias minerais utilizadas para fins de energia                                        | 4.3.1.3     | Água Salobra                                                                |
| Provisionamento (Abiótico) | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos | Substâncias minerais usadas para nutrição, materiais ou energia                                        | Substâncias não minerais ou propriedades dos ecossistemas utilizadas para fins nutricionais | 4.3.2.1     | Leite; hortaliças, frutas, cana de açúcar; carnes                           |
| Provisionamento (Abiótico) | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia | Substâncias não minerais usadas para materiais                                              | 4.3.2.2     | Fibras, Palhas, madeira; Cerâmica                                           |

|                                    |                                                                    |                                                                                                                           |                                                                                                                |         |                                                                                     |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Provisionamento (Abiótico)         | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos           | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Energia eólica                                                                                                 | 4.3.2.3 | Catavento, Varal de vestuários e alimentos                                          |
| Provisionamento (Abiótico)         | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos           | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Energia solar                                                                                                  | 4.3.2.4 | Geração de eletricidade, Varal para vestuário e alimentos                           |
| Provisionamento (Abiótico)         | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos           | Substâncias não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia                    | Geotérmico                                                                                                     | 4.3.2.5 | Secagem de grãos e estocar silagem horizontais em trincheira ou superfície.         |
| Provisionamento (Abiótico)         | Produção de ecossistem as abióticos naturais não aquosos           | Outras substâncias minerais ou não minerais ou propriedades do ecossistema utilizadas para nutrição, materiais ou energia | Outros                                                                                                         | 4.3.2.6 | Calcário; Bentonita; Granito                                                        |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Transformação de insumos bioquímico s ou físicos nos ecossistem as | Mediação de resíduos, tóxicos e outras perturbações por processos não vivos                                               | Diluição por ecossistemas de água doce e marinhos                                                              | 5.1.1.1 | Processo físico química da qualidade da água                                        |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Transformação de insumos bioquímico s ou físicos nos ecossistem as | Mediação de resíduos, tóxicos e outras perturbações por processos não vivos                                               | Diluição por atmosfera                                                                                         | 5.1.1.2 | Processo da qualidade do ar e formação do microclima local                          |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Transformação de insumos bioquímico s ou físicos nos ecossistem as | Mediação de resíduos, tóxicos e outras perturbações por processos não vivos                                               | Mediação por outros meios químicos ou físicos (por exemplo, filtração, sequestro, armazenamento ou acumulação) | 5.1.1.3 | Manutenção da vegetação e biota para remoção ou desgastes de nutrientes e compostos |

|                                    |                                                                                                              |                                                                                        |                                                                              |             |                                                                                                                                                       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas                                             | Mediação de perturbações de origem antrópica                                           | Mediação de perturbações por estruturas ou processos abióticos               | 5.1.2.1     | Proteção da Erosão                                                                                                                                    |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                                                        | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                  | Fluxos de massa                                                              | 5.2.1.1     | Quebra de dinâmica hidrológica e sedimentologia                                                                                                       |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                                                        | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                  | Fluxos líquidos                                                              | 5.2.1.2     | Distribuição da dinâmica hidrológica e enxurradas                                                                                                     |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                                                        | Regulação dos fluxos de referência e eventos extremos                                  | Fluxos Gasosos                                                               | 5.2.1.3     | Influência direta na Emissão de Gases e materiais particulados                                                                                        |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Regulação de condições físicas, químicas e biológicas                                                        | Manutenção de condições físicas, químicas e abióticas                                  | Manutenção e regulação por processos químicos e físicos naturais inorgânicos | 5.2.2.1     | Mitigação das emissões agrícolas de gases de efeito estufa                                                                                            |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Outro tipo de regulação e serviço de manutenção por processos abióticos                                      | Outros                                                                                 | Outros                                                                       | 5.3.X.<br>X | Manutenção de solos saudáveis e ecossistemas produtivos; Manutenção de produtividade em terras aráveis; Populações de polinizadores, sombra e abrigo. |
| Cultural (Abiotic)                 | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas físicos naturais que dependem da presença no ambiente | Interações físicas e experienciais com componentes naturais abióticos do meio ambiente | Manutenção e regulação por processos químicos e físicos naturais inorgânicos | 6.1.1.1     | Culturas agrícolas sustentáveis, Tecnologias sociais hídricas (cisternas, biqueiras, etc),                                                            |



|                    |                                                                                                              |                                                                                                         |                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cultural (Abiotic) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas físicos naturais que dependem da presença no ambiente | Interações intelectuais e representativas com componentes abióticos do ambiente natural                 | Características naturais e abióticas da natureza que permitem interações intelectuais                         | 6.1.2.1     | Caminhadas, Educação, Pesquisa, esportes de natureza e aventura                                                                                                                                                 |
| Cultural (Abiotic) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas físicos naturais que dependem da presença no ambiente | Interações espirituais, simbólicas e outras interações com os componentes abióticos do ambiente natural | Características naturais e abióticas da natureza que permitem interações espirituais, simbólicas e outras     | 6.2.1.1     | Yoga, Relaxamento, vivência e práticas experienciais                                                                                                                                                            |
| Cultural (Abiotic) | Interações diretas, in situ e ao ar livre com sistemas físicos naturais que dependem da presença no ambiente | Outras características abióticas que têm um valor de não uso                                            | Características ou características naturais e abióticas da natureza que têm uma existência ou valor de legado | 6.2.2.1     | Inscrições rupestres, pareidolias e referência comunitária                                                                                                                                                      |
| Cultural (Abiotic) | Outras características abióticas da natureza que têm significado cultural                                    | Outros                                                                                                  | Outros                                                                                                        | 6.3.X.<br>X | Variabilidade da natureza abiótica, os processos físicos da superfície terrestre, os processos naturais e antrópicos que compreendem a diversidade de partículas, elementos e lugares para Educação Patrimonial |

Fonte: Elaboração própria.

Essa compreensão de funcionamento dos ecossistemas locais, a partir dos seus fatores bióticos e abióticos, demonstra suas interações e relações, a partir do que se encontra escriturado na planilha CICES (Quadro 11). Torna possível, desta forma, planejar o uso e ocupação, incluindo a possibilidade de atribuir valor tanto econômico como social, percebendo de forma

direta a interferência de cada ação na oferta, avaliação e valoração dos ecossistemas, assim como, dos seus serviços (BASTIAN *et al.*, 2015).

## **2.4. DISCUSSÃO**

As metodologias científicas para contabilização do estoque de serviços naturais da Terra, ou do patrimônio natural, passaram a ser desenvolvidas em um passado recente através da economia ambiental, preocupada com a disponibilidade de alimento para os mais de 7 bilhões de habitantes deste planeta. Tendo como agravante a esta questão o crescimento imprevisível dos desastres naturais e dos efeitos antrópicos sobre os ambientes fornecedores de recursos propícios a qualidade de vida e bem-estar humano. Ainda que presente a subjetividade, os parâmetros de classificação atribuídos para apresentar um valor científico aos impactos sobre o estoque dos recursos da natureza, implica na necessidade de proteção dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade. Neste caso, tratando-se de um ambiente destacado por afloramentos rochosos, ou como destaca Bruschi & Cendrero (2005), pelo potencial de uso dos geótopos. Este conhecimento passa a ser considerado como um caminho para a preparação de planos de manejo e gestão pública inclusiva deste conhecimento e realidade historicamente ignorada (BRUSCHI; CENDRERO, 2005).

Para Potschin & Haines-Young (2011), visualizando as estruturas metodológicas e conceituais da planilha CICES e vendo-a funcionar em modelo de cascata (Fig. 19) visualiza seu atendimento à variados propósitos. Sendo aqui posto como resolvedor de um problema com uma base analítica capaz de demonstrar qual a importância que a natureza tem para as pessoas, ou, como faz entender Potschin & Haines-Young (2011) quando os ecossistemas passam a fornecer benefícios para as pessoas, incluindo a geodiversidade.

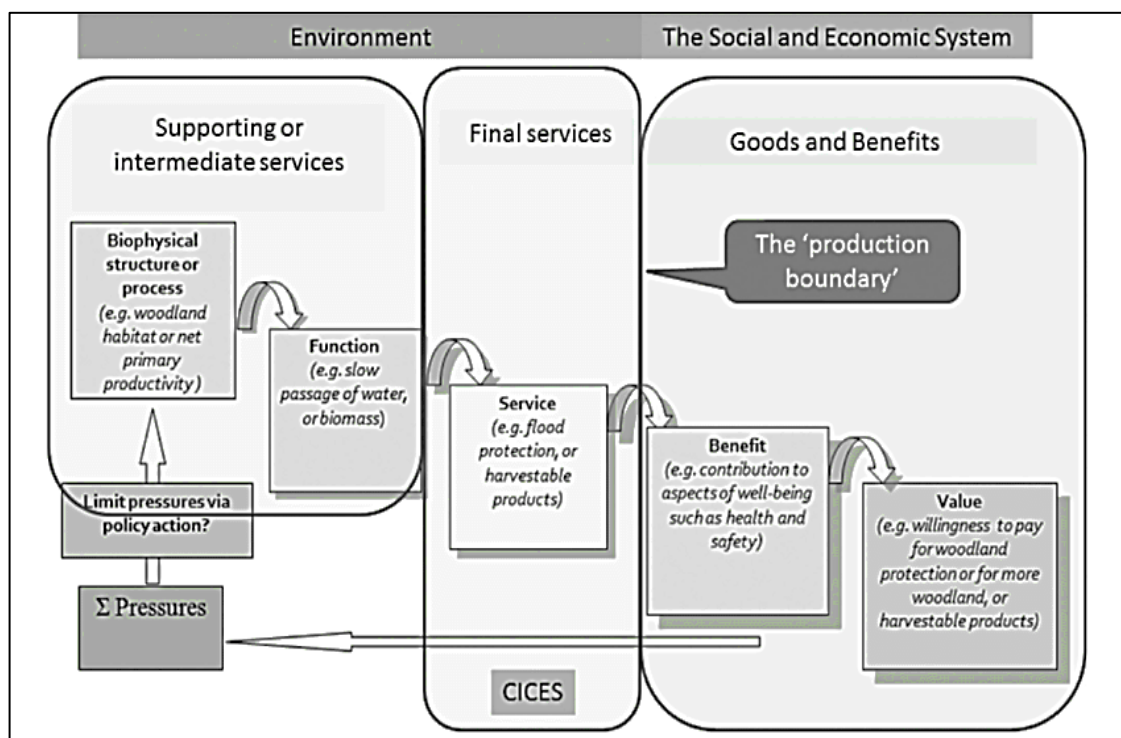


Figura 19 - Modelo de Cascata dos Serviços Ecosistêmicos  
Fonte: Adaptado de Potschin & Haines-Young (2011).

Neste caso, como demonstrado na Figura 20, a Planilha CICES, ao funcionar dentro do modelo cascata de produção de informação, prioriza uma escala hierárquica de níveis gerais até atingir o último dos desdobramentos que é o benefício adquirido pela sociedade propriamente.

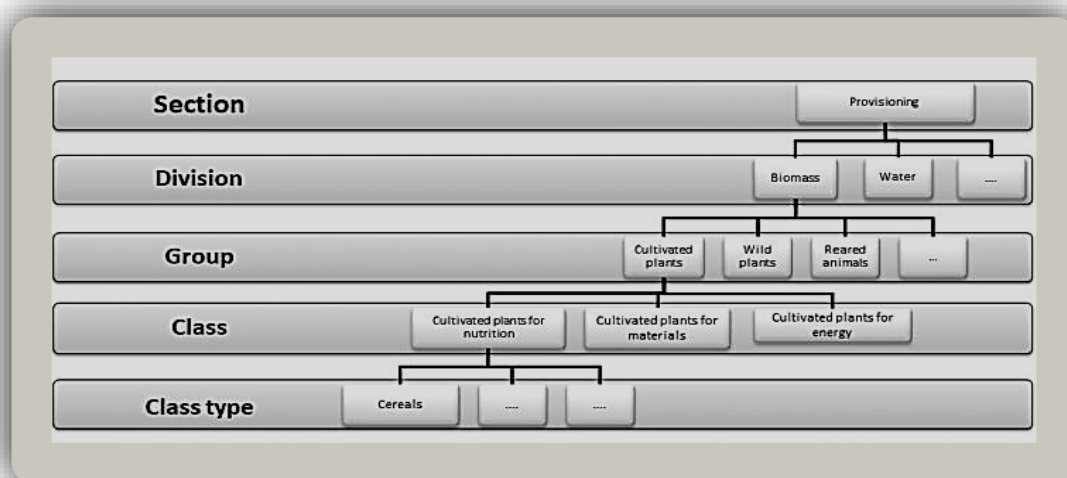


Figura 20 - Diagrama do sistema de funcionamento da Planilha CICES.  
Fonte: Adaptado de Potschin & Haines-Young (2011).

Duas convenções vieram a marcar uma abordagem mais precisa e necessária do componente abiótico na leitura dos serviços ecossistêmicos, para contemplar uma maior contextualização da paisagem. A primeira seria a “Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)” realizada em 1992. A segunda seria a “Convenção Europeia da Paisagem”, ocorrida em 2000. Ambas exigindo uma leitura de dados mais complexa e comprometida com a conservação de espécies, habitats e paisagens naturais. Estando inclusive incorporadas ao chamado “Desafio 2020 para a Biodiversidade”, contemplado dentro da Estratégia de Biodiversidade da União Europeia (FAO 2011; GRAY 2012; GRAY 2013). Sendo posto, pelos mesmos autores, a necessidade de uma abordagem que reconheça as conexões existentes entre geodiversidade, biodiversidade, paisagem e fatores socioeconômicos.

O uso da planilha CICES, como ferramenta para o trabalho de levantamento e escrituração dos serviços ecossistêmicos, passa a ser um modelo de indicadores em processo de desenvolvimento com objetivo de uso em escala global. Partindo de uma leitura em *framework*, no caso da versão antiga CICES V4.3, esta somente mostrava a importância de categorizar os serviços ecossistêmicos bióticos, sendo acrescido o fator abiótico na sua nova versão CICES V5.1 (Quadro 12).

Os serviços ecossistêmicos demonstrados estiveram todos ligados a existência dos afloramentos rochosos, e em sua maior parte a partir da existência dos chamados lajedos. Apresentando o mesmo, como um elemento de significativa importância para sua gestão pública, com vistas a uma futura valoração econômica das perdas e ganhos não somente natural, mas financeira, para a sociedade local e global por conseguinte.

Estes afloramentos rochosos se apresentam como fontes relevantes de estudos ecológicos, evolutivos, biogeográficos e, em especial, estudos comparativos de diversidade florística (OLIVEIRA e GODOY, 2007), se colocando por este sentido, como um importante objeto de estudo para os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade. Sendo destacado, por Oliveira e Godoy (2007), pelo pouco uso dessas áreas de afloramentos rochosos tanto para a agricultura quanto para a urbanização, como um último refúgio da flora ameaçada. No caso principalmente da Caatinga, em suas zonas de menor precipitação pluviométrica e maior exposição solar, estes ambientes produzem ambientes de sobrevivência para os períodos secos.

Quadro 12 - Planilha CICES elementos bióticos.

| BIOTIC ecosystem outputs          |                                                                                                                           |                                                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Section                           | Division                                                                                                                  | Group                                                                               |
| Provisioning (Biotic)             | Biomass                                                                                                                   | Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy                    |
| Provisioning (Biotic)             | Biomass                                                                                                                   | Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy                        |
| Provisioning (Biotic)             | Biomass                                                                                                                   | Reared animals for nutrition, materials or energy                                   |
| Provisioning (Biotic)             | Biomass                                                                                                                   | Reared aquatic animals for nutrition, materials or energy                           |
| Provisioning (Biotic)             | Biomass                                                                                                                   | Wild plants (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy            |
| Provisioning (Biotic)             | Biomass                                                                                                                   | Wild animals (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy           |
| Provisioning (Biotic)             | Genetic material from all biota (including seed, spore or gamete production)                                              | Genetic material from plants, algae or fungi                                        |
| Provisioning (Biotic)             | Genetic material from all biota (including seed, spore or gamete production)                                              | Genetic material from animals                                                       |
| Provisioning (Biotic)             | Other types of provisioning service from biotic sources                                                                   | Other                                                                               |
| Provisioning (Abiotic)            | Water                                                                                                                     | Surface water used for nutrition, materials or energy                               |
| Provisioning (Abiotic)            | Water                                                                                                                     | Ground water for used for nutrition, materials or energy                            |
| Provisioning (Abiotic)            | Water                                                                                                                     | Other aqueous ecosystem outputs                                                     |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems                                                            | Mediation of wastes or toxic substances of anthropogenic origin by living processes |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems                                                            | Mediation of nuisances of anthropogenic origin                                      |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                   | Regulation of baseline flows and extreme events                                     |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                   | Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection                             |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                   | Pest and disease control                                                            |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                   | Regulation of soil quality                                                          |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                   | Water conditions                                                                    |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                   | Atmospheric composition and conditions                                              |
| Regulation & Maintenance (Biotic) | Other types of regulation and maintenance service by living processes                                                     | Other                                                                               |
| Cultural (Biotic)                 | Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting         | Physical and experiential interactions with natural environment                     |
| Cultural (Biotic)                 | Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting         | Intellectual and representative interactions with natural environment               |
| Cultural (Biotic)                 | Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting | Spiritual, symbolic and other interactions with natural environment                 |
| Cultural (Biotic)                 | Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting | Other biotic characteristics that have a non-use value                              |
| Cultural (Biotic)                 | Other characteristics of living systems that have cultural significance                                                   | Other                                                                               |

Fonte: Adaptado de Potschin & Haines-Young (2011).

A Figura 21, demonstra um afloramento rochoso hipotético, reproduz amostras de diversos habitats de sobrevivência no mesmo afloramento rochoso, principalmente no período seco rotineiro do semiárido ou mesmo parte presente na história do Cariri Paraibano. No caso descrito na figura esquemática apresentada, estes diversos ambientes produzidos, como o substrato das rochas, as locas de pedras, as marmitas com e sem cobertura de vegetação aquática, ambientes florestados e mesmo os leitos secos, são ofertantes de inúmeros serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, como já demonstrado.

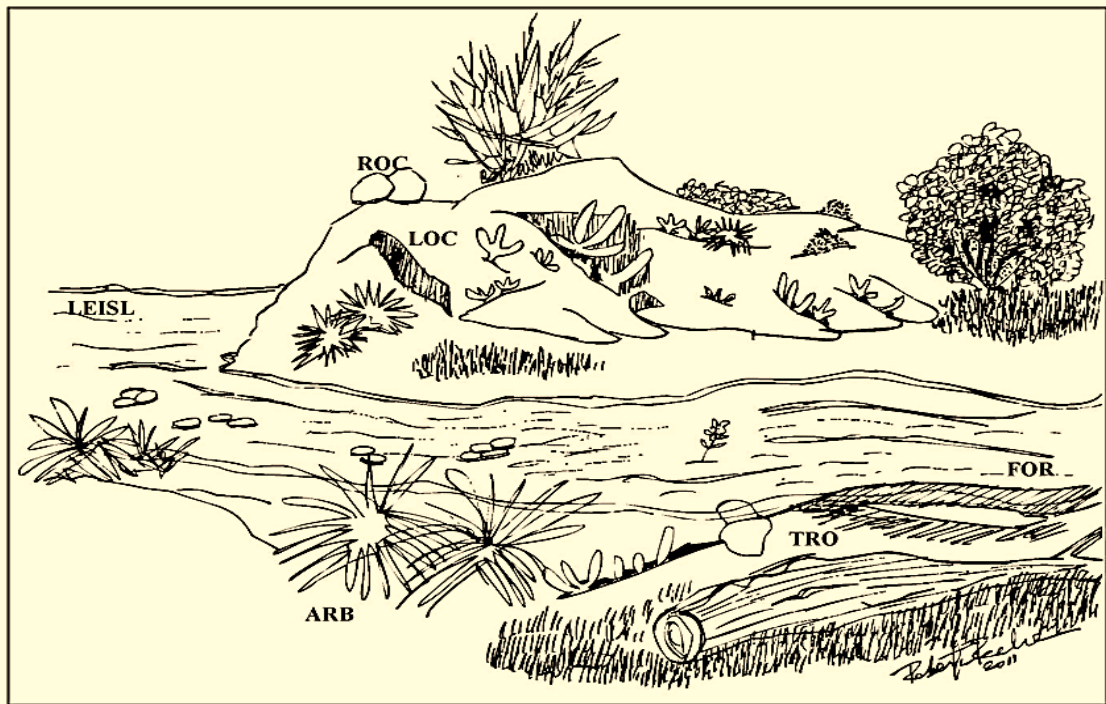


Figura 21 - Afloramento rochoso hipotético mostrando os seis locais escolhidos pelas espécies como habitats de sobrevivência durante o período seco. Legenda: ROC-Rocha dos afloramentos; LEISL-Leito Seco de Lagoas; Fonte: Roberta Rocho in: Castro (2012).

Este afloramento rochoso representado pela Figura 21, apresenta uma natural e histórica tendência em proporcionar vida, atribuindo resiliência aos elementos da natureza neles e no entorno deles existentes, valorizando, como serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, todos os processos resultantes para usufruto humano. No caso, o uso da palavra "serviço" representa, como procura demonstrar Lele *et al.* (2013), sendo esses ativos ambientais, não somente um conceito econômico para os resultados ecossistêmicos, mas principalmente uma busca por interpretar a natureza a partir de uma mudança de conceito no pensamento humano. Facilita assim, para aqueles que estudam a natureza, dialogar sobre os seus benefícios produzidos, numa linguagem compreensível aos tomadores de decisão de forma proposital ou consciente (LELE *et al.*, 2013).

Esta posição dada ao afloramento rochoso residual, reforça a necessidade de, conforme Rodriguez *et al.* (2007), tratar esta estrutura geossistêmica como sendo uma geoestrutura morfolitogênica, hidroclimatogênica, biopedogênica e geodiversidade, articulada hierarquicamente em variados níveis e ordens. Pode assim, ser diretamente descrita como uma poliestrutura iniciada a partir das fácies e geótopos, enquanto uma leitura unificada do ecossistema e do patrimônio geológico, formando uma análise geossistêmica para planejamento de paisagem, com maior número de componentes ou variáveis (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).



Assim, aportado nos fundamentos da geodiversidade por um lado e da paisagem por outro, enquanto temas de total interesse da ciência geográfica, a leitura dos serviços ecossistêmicos posto a partir da planilha CICES V5.1, torna-se uma ferramenta diferenciada de junção e análise de dados para gestão territorial, estando, com esta metodologia, contemplados os fatores abióticos: relevo, solo, clima, água e as rochas acrescidas da fauna e a flora que respondem pelos fatores bióticos, para uma leitura complexa da paisagem dos lajedos. Tendo estes fatores bióticos e abióticos, associados a uma relação social humana, um resultado de interesse não somente para o planejamento territorial privado e governamental, mas para composição de dados contabilizados dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade.

Os ecossistemas de lajedos, enquanto áreas remotas, são ecologicamente distintas e com capacidade de suportar um complexo de espécies endêmicas, estacionais e residuais, com significativa importância tanto para as comunidades caririzeiras, quanto sertanejas, em geral. Sendo destaque, estes ambientes de afloramentos rochosos, frágeis ao uso humano direto. Neste caso, os principais impactos sobre estes habitats, ou ecossistemas, são a mineração e o uso massivo dos seus recursos naturais, que de forma indiscriminada, leva a perda de vegetação, à erosão e a instabilidade do ecossistema e seus serviços.

Ao buscar compreender todo este processo a partir do olhar sistematizador do plano de contas, ou planilha contábil “*Common International Classification of Ecosystem Services-CICES*”, esta ação integra os ecossistemas de lajedos, dentro de uma leitura da natureza universalizada e contextualizada para compor a economia ecológica mundial, ou Capital Natural visto, a partir de Miller Jr. (2007), como sendo qualquer ação de pensar os recursos naturais e serviços da natureza dentro de um contexto de suporte a própria economia em direção a sustentabilidade. Sendo esta direção recomendada pela metodologia CICES, de acordo com Haines-Young & Potschin (2013), tornar esta busca contábil do Capital Natural (Figura 22), até possibilitando níveis adicionais, uma classificação mais concreta, funcional e universal.



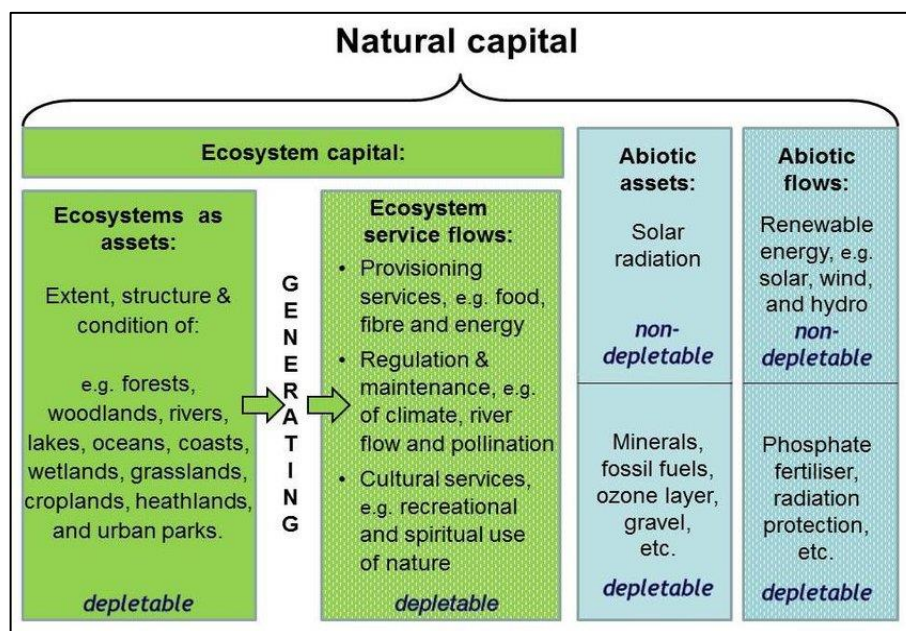


Figura 22 - Componentes do capital natural, desenvolvidos a partir da figura do capital natural na UE MAES relatório sobre o Mapeamento e Avaliação de Ecossistemas e seus Serviços.  
 Fonte: Haines-Young & Potschin (2013).

O que se deve reconhecer, a partir da Figura 22, é o acréscimo produzido pela CICES na sua recente versão, na leitura dos serviços ecossistêmicos com relação aos recursos abióticos reconhecidos. Segundo Hussain *et al.* (2015), esta inclusão, ainda que distinta entre os componentes bióticos e abióticos, ajudam na soma do Capital Natural, ao mesmo tempo, em que contribuem (EUROPEAN UNION, 2014) na diferenciação dos fatores, identificação e classificação dos diversos tipos. Desta forma, conseguindo enfatizar a natureza na totalidade, presente no serviço ecossistêmico, de modo a entender, ou deixar claro, como os produtos destes recursos naturais beneficiam direta ou indiretamente todas as pessoas. O Quadro 13, apresenta a nova versão do Plano de Contas CICES V5.1, com a inclusão dos indicadores abióticos.

Quadro 13 - Fatores abióticos na planilha CICES V5.1

| ABIOTIC ecosystem outputs          |                                                                                                                             |                                                                                                         |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Section                            | Division                                                                                                                    | Group                                                                                                   |
| Provisioning (Abiotic)             | Water                                                                                                                       | Surface water used for nutrition, materials or energy                                                   |
| Provisioning (Abiotic)             | Water                                                                                                                       | Ground water for used for nutrition, materials or energy                                                |
| Provisioning (Abiotic)             | Water                                                                                                                       | Other aqueous ecosystem outputs                                                                         |
| Provisioning (Abiotic)             | Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs                                                                               | Mineral substances used for nutrition, materials or energy                                              |
| Provisioning (Abiotic)             | Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs                                                                               | Non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy                  |
| Provisioning (Abiotic)             | Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs                                                                               | Other mineral or non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems                                                              | Mediation of waste, toxics and other nuisances by non-living processes                                  |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems                                                              | Mediation of nuisances of anthropogenic origin                                                          |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                     | Regulation of baseline flows and extreme events                                                         |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Regulation of physical, chemical, biological conditions                                                                     | Maintenance of physical, chemical, abiotic conditions                                                   |
| Regulation & Maintenance (Abiotic) | Other type of regulation and maintenance service by abiotic processes                                                       | Other                                                                                                   |
| Cultural (Abiotic)                 | Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting | Physical and experiential interactions with natural abiotic components of the environment               |
| Cultural (Abiotic)                 | Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting | Intellectual and representative interactions with abiotic components of the natural environment         |
| Cultural (Abiotic)                 | Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting | Spiritual, symbolic and other interactions with the abiotic components of the natural environment       |
| Cultural (Abiotic)                 | Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting | Other abiotic characteristics that have a non-use value                                                 |
| Cultural (Abiotic)                 | Other abiotic characteristics of nature that have cultural significance                                                     | Other                                                                                                   |

Fonte: The cascade model adapted from Potschin & Haines-Young (2011).

Os serviços abióticos para as comunidades rurais, em linha geral, são vistos como fundamentais, por nele se assentar e dele tirar total proveito. Esta dependência das comunidades e aglomerações urbanas ao meio abiótico, com destaque para os serviços dos afloramentos rochosos em se tratando de Cariri Paraibano, é bastante significativa.

Buscando referência nos trabalhos de Gadgil *et al.* (1993) e Holmes & Jampijinpa (2013), por estes discutirem as questões ligadas não somente a resiliência de povos tradicionais, rurais e indígenas, mas a prática pública negligenciada de visualizá-los convivendo em seus valores culturais numa relação cúmplice seus ecossistemas e paisagens. Ocorrendo, neste caso, não somente um levantamento dos problemas físicos ambientais nestes lugares, mas também uma análise da abordagem destes impactos sobre os serviços ecossistêmicos, numa perspectiva de integração dos elementos inerentes a construção deste espaço geográfico mais amplo, envolvendo as relações espaço-tempo que diz respeito a motivação transformadora da ação humana sobre os próprios ecossistemas, alinhando aos seus respectivos resultados postos em linguagem para os tomadores de decisão (HAINES-YOUNG; POTSCHIN 2013).

Para Costanza *et al.* (2014), existe uma necessidade premente em classificar, de múltiplas maneiras, os serviços ecossistêmicos e, no mesmo escopo incluir os da geodiversidade, conduzindo os seus resultados para um entendimento social. Ainda para os mesmos autores existem uma necessidade de apresentação dos problemas ambientais devidamente contextualizados geograficamente, considerando uma escala espaço-temporal e um formato de apresentação capaz de demonstrar a ligação precisa da dinâmica sociedade-natureza. Tendo o modelo de apresentação da planilha CICES, em seu objetivo principal, este papel de incentivar pessoas (atores sociais e tomadores de decisão) a ler esta realidade interativa e poder fazer uso de uma maneira prática. Incluindo ainda, a possibilidade em aperfeiçoar esta estrutura previamente apresentada (CORATZA & GIUSTI 2005; COSTANZA *et al.*, 2014).

A aplicação do CICES com sua apropriada estrutura para variados usos (ARMSTRONG *et al.*, 2012; LA NOTTE *et al.*, 2017), possibilitou que a mesma fosse adequada para uma avaliação dos serviços da geodiversidade e do ecossistema com base abiótica no semiárido paraibano. Integrando, neste caso, as funções do patrimônio geológico com os serviços ecossistêmicos, presenciados nos afloramentos rochosos, em geral, e naqueles denominados lajedos em particular. Descrevendo a estrutura da paisagem, serviços e funções, de forma condizente com a apresentação em cascata, descrita na metodologia CICES, possibilitando uma visão da paisagem semiárida com seus benefícios para a vida humana.

O ecossistema de lajedo, ligado diretamente a questão social de convivência com o semiárido brasileiro, ao ser colocado dentro da atual conceituação estrutural dos serviços ecossistêmicos proposto pela Estratégia de Biodiversidade da União Europeia para 2020, intitulado "O nosso seguro de vida, o nosso capital natural: Estratégia de Biodiversidade da UE para 2020", torna possíveis diversos engajamentos ao nível local, nacional e internacional, por este modelo para contabilidade do capital natural ser existente em todo o Planeta.

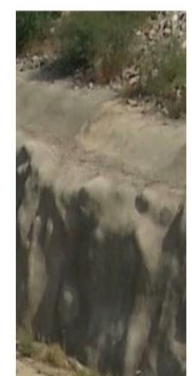
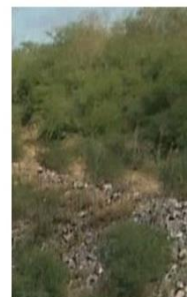
Iniciativas de conservação postas para o Cariri Paraibano, ou mesmo para o semiárido nordestino, assentados em afloramentos rochosos, necessitam reconhecer adequadamente suas contribuições para a existência de vida no lugar.

Sendo a Geografia uma ciência que integra todos os elementos presentes na dinâmica da paisagem, a partir do pensamento de Claval (2004) e Passos (2006), pensando no planejamento e desenvolvimento sustentável local, foi feita a leitura e inclusão dos serviços da geodiversidade e ecossistêmicos na ferramenta de leitura CICES. Sua orientação metodológica destacada por Fassoulas (2008), se apresenta como a mais apropriada para leitura da geodiversidade, a depender do tipo de profissional ou da dinâmica de levantamento adotado.

Sendo este o fator a resultar na aplicação de políticas públicas para gerenciamento da paisagem em questão, principalmente dos ambientes degradados.



# CAPITULO 3



**UMA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA  
OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE  
NO CARIRI PARAIBANO**

## **CAPITULO 03: UMA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DA GEODIVERSIDADE**

### **3.1. INTRODUÇÃO**

O olhar geográfico sobre a paisagem deve considerar os aspectos ecológicos e geossistêmicos a partir da produção humana, principalmente como um agente ao mesmo tempo que modelador, também produtor das suas próprias informações. Para Mendonça (1998) é próprio da ciência geográfica a realização dos estudos integrados das relações entre sociedade e natureza. Sendo uma dessas áreas profissionais de prática, a chamada Avaliação de Impacto Ambiental, um método de estudo para analisar perdas e ganhos em projetos considerados pelos órgãos licenciadores como de “significativa” intervenção humana sobre a natureza.

Para Barreiros (2018), ao interferir na paisagem, passa a existir uma necessidade de analisar o geossistema e a relação social com o intuito de revelar as fragilidades e as potencialidades no ambiente “físico-natural”. Possibilitando, com este intento, demonstrar os resultados desta interferência de forma específica e permissível de soluções para as degradações ambientais e injustiças sociais que venham a desconstruir a organização natural do espaço.

Desta forma, o estudo possibilita diretamente responder algumas questões relativas ao uso e ocupação do espaço territorial em tela, construindo e revelando um cenário presente com pleno potencial futuro, podendo responder a questões como: as atividades humanas podem ser praticadas em qualquer parte do território caririzeiro? Existem elementos naturais específicos na paisagem com necessidade de proteção especial? O estudo de impacto ambiental para os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade se mostram necessários e complementares a Matriz de Impacto Ambiental? A Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade é uma ferramenta de gestão ambiental?

Torna-se proposta deste capítulo de tese, uma abordagem demonstrativa de um sistema aglutinador de informações, composta por uma lista de ações humanas com capacidade para impactar negativamente o meio ambiente cruzando com outra lista de componentes ambientais existentes no lugar. Mensurando as partes afetadas por estas ações humanas de forma a possibilitar uma visualização da quantidade de impactos positivos, negativos e neutros (LEOPOLD, 1961). A Matriz de Impacto Ambiental, como ferramenta de Avaliação de Impacto Ambiental, bastante utilizada nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), passa a ser adaptada a leitura de impactos sobre os serviços ecossistêmicos.

Neste caso, citamos Morgan (2012 p.182) ao destacar que:

*“avaliação de impacto tem a oportunidade de desenvolver essas bases e, em particular, mudar o pensamento da AIA para longe do estágio de licenciamento e para se aproximar das decisões críticas nas organizações.”*

Contribui, portanto, para incluir a Avaliação de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos, defendido nesta produção acadêmica, como mais uma ferramenta de AIA. Isto corrobora com o uso da Teoria Geral dos Sistemas, contribuindo para o aprofundamento dos estudos sobre as organizações espaciais. Sendo importante compreender os impactos nos geossistemas modificando os fluxos de matéria e energia, a partir da ferramenta de leitura proposta “Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos”, existentes nos mesmos.

Há, portanto, uma preocupação deste capítulo de tese em contribuir para o desenvolvimento da prática científica no contexto profissional, principalmente o geográfico, atuando naquilo que busca destacar Morgan (2012) reconhecendo a chamada Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), tendo o acréscimo metodológico da Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos, como um instrumento a ganhar espaço na proporção que cresce as questões das mudanças climáticas como geradora de novos métodos e desenvolvimento profissional.

### **3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para produzir uma Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos a partir da Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental, seguimos os procedimentos metodológicos, a partir de três componentes de análise básicos (LEOPOLD, 1961):

- Uma lista dos recursos naturais e culturais existentes e que seriam impactados no ambiente mediante o desenvolvimento da ação proposta;
- Uma lista das ações pretendidas sob o ambiente natural e cultural.
- Uma sequência de combinação da magnitude e importância estimada para cada cruzamento de informação, a partir de uma avaliação sumária.

Neste caso, não é objeto aqui tratar da funcionalidade da Matriz de Impacto Ambiental, também conhecida como Matriz de Leopold, uma vez que os procedimentos para sua preparação já são comumente incorporados na maior parte dos Estudos de Impacto Ambiental





Quadro 14. Matriz de Impacto Ambiental para um areial

| COMPONENTES DO MEIO NATURAL (EFETOS) |                                         |    | MEIO FÍSICO E QUÍMICO       |                                    |                    |               |                     |                |                         |                                |     |             | MEIO BIOTICO |       |                        |           |         |      | ANTRÓPICO                  |                     |                              |                 |                |                 |                         |                      |                    |                       |    |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|----|-----------------------------|------------------------------------|--------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------------------|--------------------------------|-----|-------------|--------------|-------|------------------------|-----------|---------|------|----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----|
|                                      |                                         |    | Solo/Geologia/<br>Pedologia |                                    |                    | Geomorfologia | Recursos Hídricos   |                |                         | Clima/Condições Meteorológicas |     |             | Flora        | fauna |                        |           |         |      | Contexto Social e Cultural |                     |                              |                 |                |                 |                         |                      |                    |                       |    |
|                                      |                                         |    | Recurso Natural             | Potencialização Processos Erosivos | Cavidades Naturais |               | Topografia / Relevo | Rios e Riachos | Açudes e Corpos de Água | Lençol Freático                | Air | Micro Clima |              | Ruído | Caverna (Bioindicador) | Maníferos | Repteis | Aves | Anfíbios                   | Aumento de Impostos | Expectativa Melhoria de Vida | Emprego e Renda | Dinâmica local | Infra Estrutura | Patrimônio Arqueológico | Patrimonial Material | Patrimônio Natural | Patrimonial Imaterial |    |
| COMPONENTES DO PROJETO (CAUSAS)      |                                         |    | Y                           | X                                  | 1                  | 2             | 3                   | 4              | 5                       | 6                              | 7   | 8           | 9            | 10    | 11                     | 12        | 13      | 14   | 15                         | 16                  | 17                           | 18              | 19             | 20              | 21                      | 22                   | 23                 | 24                    | 25 |
| INSTALAÇÃO                           | Estudos Ambientais                      | 1  | 10                          | 10                                 | 11                 | 8             | 11                  | 11             | 12                      | 10                             | 10  | 10          | 11           | 11    | 9                      | 9         | 9       | 9    | 9                          | 13                  | 10                           | 9               | 12             | 9               | 13                      | 13                   | 13                 | 13                    | 13 |
|                                      | Resgate de Fauna                        | 2  | 11                          | 0                                  | 0                  | 0             | 0                   | 0              | 0                       | 0                              | 0   | 0           | 0            | 0     | 0                      | 12        | 12      | 12   | 12                         | 0                   | 0                            | 0               | 0              | 0               | 0                       | 0                    | 0                  | 0                     | 0  |
|                                      | Abertura de Faixa                       | 3  | -6                          | -6                                 | 0                  | 0             | -8                  | -8             | 0                       | 0                              | 0   | 0           | -7           | 0     | -8                     | -8        | -8      | -8   | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 0              | -10             | 0                       | -10                  | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Abertura de Clareira                    | 4  | -7                          | -6                                 | -7                 | 0             | -7                  | -7             | -7                      | 0                              | 0   | 0           | -7           | 0     | -8                     | -8        | -8      | -8   | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 0              | -10             | 0                       | -10                  | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Vias de Acesso                          | 5  | -8                          | -6                                 | 0                  | -7            | 0                   | 0              | 0                       | -8                             | 0   | -8          | 0            | 0     | -8                     | -8        | -8      | -8   | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 12             | -10             | 0                       | -10                  | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Derramameto Acidental de Efluentes      | 6  | -4                          | -3                                 | -7                 | 0             | -7                  | -7             | -7                      | 0                              | 0   | 0           | -7           | -9    | -7                     | -7        | -7      | -7   | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 0              | 0               | 0                       | 0                    | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Assoreamento de pequenos cursos de água | 7  | -9                          | -7                                 | -10                | -9            | -9                  | 0              | 0                       | 0                              | 0   | 0           | -10          | -10   | -10                    | -10       | -10     | -10  | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 0              | 0               | 0                       | -10                  | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Supressão de vegetação                  | 8  | -8                          | -8                                 | -8                 | 0             | -8                  | -8             | -8                      | -8                             | -8  | -8          | -8           | -8    | -8                     | -8        | -8      | -8   | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 0              | -9              | 0                       | -9                   | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Criação de Posto de Trabalho            | 9  | 10                          | 0                                  | 0                  | 0             | 0                   | 0              | 0                       | 0                              | 0   | 0           | 10           | 0     | 0                      | 0         | 0       | 0    | 0                          | 13                  | 12                           | 12              | 12             | 0               | 0                       | 0                    | 0                  | 0                     |    |
| OPERAÇÃO                             | Extração da Mina                        | 10 | 10                          | -9                                 | -9                 | -10           | -9                  | -9             | -9                      | -5                             | 0   | -5          | -7           | 0     | -6                     | -6        | -6      | 0    | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 0              | -10             | 0                       | -10                  | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Transporte de Material                  | 11 | 12                          | 0                                  | 0                  | 0             | 0                   | 0              | 0                       | 0                              | -8  | 0           | -7           | -7    | -7                     | -7        | -7      | 11   | 0                          | 0                   | 0                            | -8              | -8             | -9              | 0                       | -10                  | 0                  | 0                     |    |
|                                      | Resíduos Solidos                        | 12 | 10                          | 0                                  | 0                  | 0             | 0                   | 0              | 0                       | -5                             | 0   | 0           | 0            | 0     | 0                      | 0         | 0       | 0    | 0                          | 0                   | 0                            | 0               | 0              | 0               | 0                       | 0                    | 0                  | 0                     |    |

Fonte: Produzida pelo autor em trabalho técnico, 2016.

O Quadro 14 mostra a formatação da Matriz de Leopold adaptada para um estudo de Impacto Ambiental, cruzando todos os "Componentes do Meio Natural" existente no local destacado, com todos os "Componentes do Projeto" a serem postos sobre este "Meio Natural". Sendo pontuado (Quadro 14) e colorido em vermelho, verde ou amarelo, conforme a magnitude do impacto produzido. Tendo convencionado as cores: (i) Verde – Impacto irrelevante; (ii) Amarelo – Impacto visto como positivo; (iii) Vermelho – Impacto negativado sobre os recursos naturais local.

Levando-se em consideração os impactos a serem produzidos pelo empreendimento em suas fases diversas: Instalação e Operação, os valores postos, são resultantes da avaliação objetiva de cada componente do meio natural com cada componente do projeto, como exemplificado no Quadro 14. Sendo o Quadro 15, uma continuidade sequenciada do Quadro 14. Cada sequência no Quadro 15, neste caso, destaca um “Componente do Projeto” e o correlaciona através das colunas com cada “Componente dos Recursos Naturais” existentes no local da intervenção desejada.

Quadro 15. Quadro demonstrativo de algumas das análises produzidas para resultar no valor do cruzamento entre o “Efeito” e “Causa” descrito no Quadro 14.

|                    |                     |   |           |           |           |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |           |          |           |            |           |
|--------------------|---------------------|---|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|
| Estudos Ambientais | Caráter (Ca)        | - | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1         | 1          | 1         |
|                    | Importância (I)     | - | 3         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3        | 3         | 3          | 3         |
|                    | Cobertura (Co)      | - | 2         | 2         | 3         | 2        | 3         | 3         | 2         | 2         | 2         | 2         | 3         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 2         | 2        | 2         | 2        | 3         | 3          | 3         |
|                    | Duração (D)         | - | 1         | 1         | 3         | 1        | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 1         | 2        | 3         | 2        | 3         | 3          | 3         |
|                    | Reversibilidade (R) | - | 3         | 3         | 1         | 1        | 1         | 1         | 3         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 1         | 1         | 1         | 3         | 3         | 1        | 3         | 1        | 3         | 3          | 3         |
|                    | <b>Total</b>        | - | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>8</b> | <b>11</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>11</b> | <b>9</b>  | <b>9</b>  | <b>9</b>  | <b>13</b> | <b>10</b> | <b>9</b> | <b>12</b> | <b>9</b> | <b>13</b> | <b>13</b>  | <b>13</b> |
| Resgate de Fauna   | Caráter (Ca)        | - | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0         | 0          | 0         |
|                    | Importância (I)     | - | 3         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 3         | 3         | 3         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1         | 1          | 1         |
|                    | Cobertura (Co)      | - | 3         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1         | 1          | 1         |
|                    | Duração (D)         | - | 3         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3        | 3         | 3          | 3         |
|                    | Reversibilidade (R) | - | 1         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3        | 3         | 3          | 3         |
|                    | <b>Total</b>        | - | <b>11</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>   | <b>0</b>  |
| Abertura de Faixa  | Caráter (Ca)        | - | -1        | -1        | 0         | 0        | -1        | -1        | 0         | 0         | 0         | 0         | -1        | 0         | -1        | -1        | -1        | -1        | 0         | 0        | 0         | 0        | 0         | -1         | 0         |
|                    | Importância (I)     | - | 2         | 2         | 1         | 1        | 3         | 3         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 1         | 3         | 3         | 3         | 3         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1         | 3          | 1         |
|                    | Cobertura (Co)      | - | 1         | 1         | 1         | 1        | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 2         | 2          | 1         |
|                    | Duração (D)         | - | 3         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3        | 3         | 3        | 3         | 3          | 3         |
|                    | Reversibilidade (R) | - | 1         | 1         | 3         | 3        | 1         | 1         | 3         | 3         | 3         | 3         | 1         | 3         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 3        | 3         | 3        | 3         | 3          | 3         |
|                    | <b>Total</b>        | - | <b>-6</b> | <b>-6</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>-8</b> | <b>-8</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>-7</b> | <b>0</b>  | <b>-8</b> | <b>-8</b> | <b>-8</b> | <b>-8</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>-10</b> | <b>0</b>  |

Fonte: Produzida pelo autor em trabalho técnico 2016.

Da combinação de cada elemento cruzado entre as colunas “Componente do Projeto” e “Componente Natural”, item por item (Quadro 15), surge um resultado numérico e colorido de acordo com o resultado positivo, negativo ou neutro do impacto avaliado por especialistas em cada assunto cruzado. Oferece um potencial visual de interpretação da magnitude, importância e escala do impacto colorido e numerado para facilitar o entendimento da análise.

O Quadro 16, complementar aos anteriores (Quadros 14 e 15) relaciona os valores a serem atribuídos por cada especialista no assunto ao ser cruzado. Sendo dividido os níveis de intervenção em: Caráter, Importância, Cobertura, Duração e Reversibilidade. Correlacionando ao seu grau de impacto: Positivo, Neutro e Negativo. Resultando em valores a serem postos em uma fórmula (Quadro 16). De acordo com Sanchez (2015) seguindo Leopold (1961), destaca ser possível se chegar a um resultado final, em número, grau de impacto e sua respectiva coloração.

Quadro 16. Valores a serem atribuídos aos indicadores de intervenção

| <b>Valoração do Impacto</b>                                                   |                    |               |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|------------------|
| <b>Caráter ( Ca )</b>                                                         | Positivo ( 1 )     | Neutro ( 0 )  | Negativo ( -1 )  |
| <b>Importância ( I )</b>                                                      | Alta ( 3 )         | Média ( 2 )   | Baixa ( 1 )      |
| <b>Cobertura ( Co )</b>                                                       | Regional ( 3 )     | Local ( 2 )   | Pontual ( 1 )    |
| <b>Duração ( D )</b>                                                          | Permanente ( 3 )   | Média ( 2 )   | Curta ( 1 )      |
| <b>Reversibilidade ( R )</b>                                                  | Irreversível ( 3 ) | Parcial ( 2 ) | Reversível ( 1 ) |
| <b>Fórmula de Cálculo: Impacto Total ( IT ) - IT= Ca . ( I + Co + D + R )</b> |                    |               |                  |

Fonte: Adaptado de Leopold (1961).

No caso do indicador de Caráter (Ca), este será definidor das cores: VERMELHA quando expressar Negativo (-1); VERDE quando expressar Positivo (1) e; AMARELA sendo Neutro (0) o impacto sobre o ambiente interferido.

O Quadro 16 direciona para a atribuição de um conceito aos indicadores postos no Quadro 17, como forma de conduzir os avaliadores/especialistas, em um mesmo raciocínio da atribuição dos valores, independentemente de sua área de atuação, a serem atribuídos no cruzamento de cada impacto sobre o meio natural.

Quadro 17 - Referência para a atribuição de valores.

| ATRIBUTO                                                                                                                                   | PARAMETRO DE AVALIAÇÃO                                                                                                                                               | VALOR |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>CARATER</b><br><br>Expressa a alteração ou modificação gerada por uma ação antrópica sobre uma dada Classe de Serviço Ecossistêmico     | <b>ADVERSO</b><br>Quando o efeito da intervenção for negativo para o Serviço Ecossistêmico Considerado                                                               | -1    |
|                                                                                                                                            | <b>BENEFICO</b><br>Quando o resultado da intervenção melhorar o Serviço Ecossistêmico considerado                                                                    | 1     |
|                                                                                                                                            | <b>INDEFINIDO</b><br>Quando o fato gerado não pode ser definido de imediato sobre o Serviço Ecossistêmico considerado                                                | 0     |
| <b>IMPORTÂNCIA</b><br><br>Expressa a alteração ou modificação gerada por uma ação antrópica sobre uma dada Classe de Serviço Ecossistêmico | <b>INSIGNIFICANTE</b><br>A intensidade da intervenção sobre os Serviços Ecossistêmicos tem pouca alteração sobre a qualidade de vida e produz ganhos em outras áreas | 1     |
|                                                                                                                                            | <b>MODERADA</b><br>a Intensidade da intervenção sobre os Serviços Ecossistêmicos, apesar de diminuir a qualidade de vida, produz efeitos positivos em outras áreas   | 2     |
|                                                                                                                                            | <b>SIGNIFICANTE</b><br>A intensidade da intervenção sobre os Serviços Ecossistêmicos é considerado sem efeito para a qualidade de vida, com ganhos em outras áreas   | 3     |
| <b>COBERTURA</b><br><br>Expressa a extensão do impacto produzido a partir da área onde a ação antrópica acontece                           | <b>PONTUAL</b><br>Quando a ação antrópica é expressiva, porém apenas na Área Diretamente Afetada                                                                     | 1     |
|                                                                                                                                            | <b>LOCAL</b><br>quando a ação antrópica descaracteriza o Serviço Ecossistêmico na Área Indiretamente Afetada                                                         | 2     |
|                                                                                                                                            | <b>REGIONAL</b><br>Quando a ação antrópica descaracteriza o Serviço Ecossistêmicos na Área Influência Indireta                                                       | 3     |
| <b>DURAÇÃO</b><br><br>É o registro do tempo da ação antrópica sobre o Serviço Ecossistêmico                                                | <b>CURTA</b><br>a ação empreendida sobre o Serviço Ecossistêmico será retirada ou inutilizada em curto período de tempo                                              | 1     |
|                                                                                                                                            | <b>LONGA</b><br>A ação empreendida sobre o Serviço Ecossistêmico será retirada ou inutilizada em um prazo determinado a médio ou longo prazo                         | 2     |
|                                                                                                                                            | <b>PERMANENTE</b><br>A ação empreendida sobre o Serviço Ecossistêmico não tem prazo de encerramento                                                                  | 3     |
| <b>REVERSIBILIDADE</b><br><br>Expressa a grau de intervenção sobre o Serviço Ecossistêmico                                                 | <b>IRREVERSÍVEL</b><br>a ação empreendida sobre o Serviço Ecossistêmico mesmo encerrada, não resultará em recuperação do mesmo                                       | 1     |
|                                                                                                                                            | <b>PARCIAL</b><br>a ação empreendida sobre o Serviço Ecossistêmico mesmo encerrada, possibilita a recuperação em parte do mesmo                                      | 2     |
|                                                                                                                                            | <b>REVERSÍVEL</b><br>A ação empreendida sobre o Serviço Ecossistêmico quando encerrada, prevê o reestabelecimento completo do mesmo                                  | 3     |

Fonte: Adaptado de Leopold (1961)

A intenção precípua da Matriz de Leopold, é servir de ferramenta quali-quantitativa na avaliação de impacto ambiental, sendo usada basicamente para identificar o impacto potencial ainda na fase de estudo do projeto interventivo sobre o meio ambiente. Estando cada impacto ambiental específico organizado de forma a considerar suas consequências de alteração da condição específica em diversos outros fatores ambientais. Fato este que mostra a necessidade de ser avaliada mais prontamente com base em fatos, por isso de ter uma avaliação baseada no julgamento a partir do valor atribuído por um avaliador qualificado a partir da área de interesse posto na Matriz. Neste caso, para todos os valores numéricos atribuídos ao cruzamento de informações na Matriz passa a existir uma estimativa de pertinência para cada ação (LEOPOLD, 1961).

Sanchez (2014) buscou produzir uma Matriz de Leopold para os Serviços Ecossistêmicos, demonstrado no Quadro 18, propondo considerar a possibilidade de os fatores naturais e culturais fazerem parte dos elementos importantes no planejamento de projetos econômicos e da engenharia de construção acrescidos na planilha convencional da Matriz de Leopold.

Quadro 18. Matriz de Serviços Ecossistêmicos (SANCHEZ, 2014).

| Forças motoras de mudança dos ecossistemas | Serviços ecossistêmicos                         | Serviços de provisão |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                | Serviços reguladores    |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               | Serviços culturais  |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------|-------|-------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|
|                                            |                                                 | Culturas agrícolas   | Criação de animais | Pesca | Aquicultura | Alimentos não cultivados | Madeira e outros produtos | Fibras e resinas | Recursos ornamentais | Pele de animal | Areia de coral | Combustível de biomassa | Fornecimento de água | Recursos genéticos | Bioquímicos | Regulação da qualidade do ar | Regulação do clima regional | Regulação do clima global | Recarga hídrica e fluxo de água | Controle de erosão | Purificação da água e tratamento de efluentes | Regulação de pragas | Regulação da qualidade do solo | Regulação de doenças | Polinização | Regulação de desastres naturais | Recreação e ecoturismo | Valores éticos e espirituais | Valores educacionais e inspiração |  |
| Mudança no uso e cobertura do solo         | Supressão da vegetação                          |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Escavação e terraplanagem                       |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Implantação do projeto                          |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Extração do minério                             |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
| Poluição                                   | Recuperação da área degradada                   |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Construção e operação da área industrial        |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Construção e operação de instalações auxiliares |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Disposição do estéril e rejeitos                |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Transporte de pessoas e equipamentos            |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
| Consumo de recursos locais                 | Manutenção                                      |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Captação de água para diversos usos do projeto  |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
| Mudanças na economia e demografia          | Contração de mão de obra                        |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |
|                                            | Aquisição de terras                             |                      |                    |       |             |                          |                           |                  |                      |                |                |                         |                      |                    |             |                              |                             |                           |                                 |                    |                                               |                     |                                |                      |             |                                 |                        |                              |                                   |  |

Fonte: Sanchez (2014).

O modelo apresentado por Sanchez (2014) apesar de simplificado em sua busca por resultados, apresenta-se como primeira tentativa de se adaptar a Matriz de Leopold (1961) para Avaliação de Impactos Ambientais.



### 3.3. RESULTADOS

Tendo como base o potencial e a necessidade da inclusão dos serviços ecossistêmicos na Avaliação de Impactos Ambientais, reconhecendo a limitação de literatura neste campo do conhecimento, aumenta a responsabilidade dessa tese na descrição, prática e resultado de uma metodologia nova para contribuir com a leitura das intervenções humanas sobre a paisagem. Considerando a limitada literatura que aponte circunstâncias favoráveis a assertiva desta afirmação, este trabalho explora a temática dos serviços ecossistêmicos aplicados as AIAs, tendo como referência o trabalho preconizado por Sanchez (2015), limitado em seu resultado, mas de considerável potencial para construir outra abordagem.

No caso de Sanchez (2014), quando o mesmo descreve suas limitações na tentativa desta abordagem, no tocante as questões demonstradas por ele:

*“1. A classificação dos serviços não é padronizada; 2. Há dificuldade em traduzir alguns serviços para populações locais; 3. Não permite identificar todos os impactos identificados pela prática atual de AIA; 4. Dificuldade de levantamento de indicadores quantitativos para diagnóstico; 5. Dificuldade de quantificar os fluxos de suprimento dos serviços; 6. Há serviços muito complexos de serem avaliados, especialmente os reguladores e os de suporte; 7. Estes serviços têm beneficiários indiretos ou distantes da área afetada; 8. Há risco de redundância ou duplicação de informação e análise.” (Sanchez, 2014 p. 40. Traduções nossa)*

A metodologia utilizada para desenvolvimento deste Capítulo, já descrito anteriormente demonstra a superação destas questões.

#### 3.3.1. O Contexto da Avaliação

A Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos tem como objetivo principal servir de ferramenta orientadora das discussões técnicas promovidas pelas equipes, públicas e privadas, multidisciplinar do setor ambiental no contexto dos procedimentos de Licenciamento Ambiental, de Inquéritos Cíveis do Ministério Público dos Estados, assim como, dos órgãos de Governo e autarquias com interesse em promover grandes construções com alteração nos recursos naturais. No caso específico deste projeto de tese, moderar os impactos positivos e negativos de atividades humanas comuns no ambiente do Cariri paraibano.

Este estudo trata de uma construção de matriz para Avaliação de Impactos sobre os Serviços Ecossistêmicos, hora desenvolvido por Sanchez (2015), porém, limitado em algumas questões postas pelo mesmo, e que poderá ser entendida como superada nesta tese. Com ganhos potenciais tanto para a Avaliação de Impactos Ambientais, quanto para a aplicação em estudos acadêmicos e políticas públicas, assim como para a reflexão sobre o uso e ocupação do Cariri Paraibano em específico.

### 3.3.2. Síntese do Ambiente Natural Pesquisado

A área da pesquisa tem como localização os municípios de Cabaceiras, São João do Cariri, Boqueirão e Boa Vista, localizados na Região Geoadministrativa do Cariri e de Campina Grande (IBGE 2019), com uma extensão territorial total de cerca de 1.980 km<sup>2</sup> (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

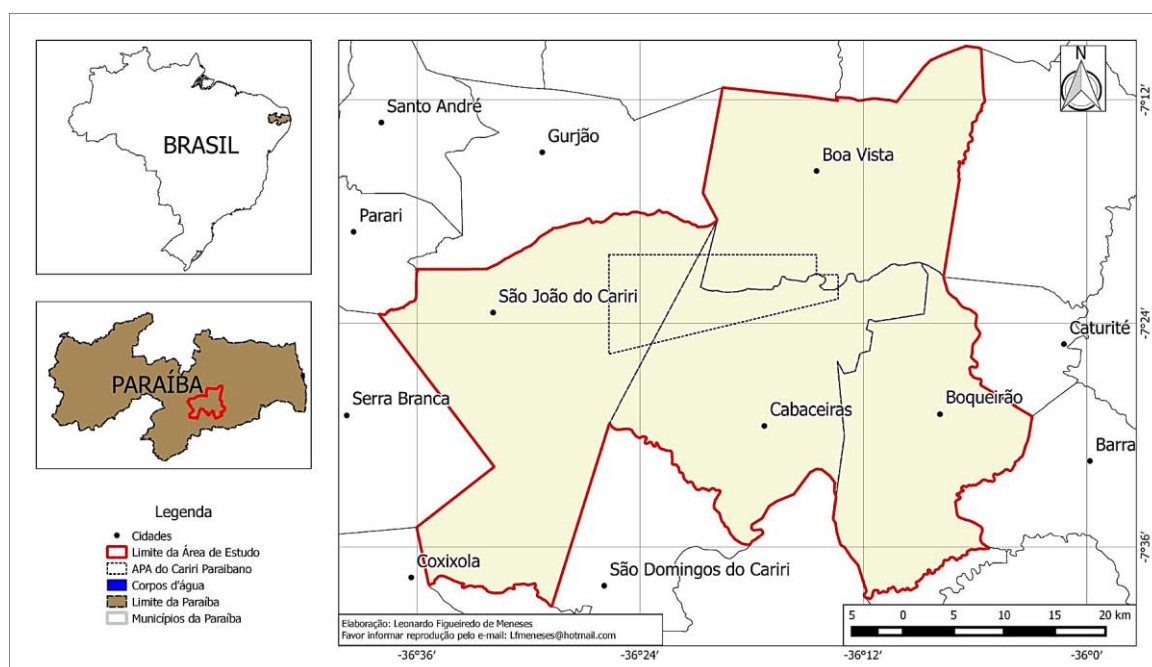


Figura 24 - Localização da área de estudo

Fonte: adaptado de Meneses (2020)

De acordo com Meneses (2020), a área limitada para estudos é composta por 14 (quatorze) unidades geológicas, compreendendo 3 (três) grupos de rochas: sedimentar, metamórfico e ígneo (Figura 25).

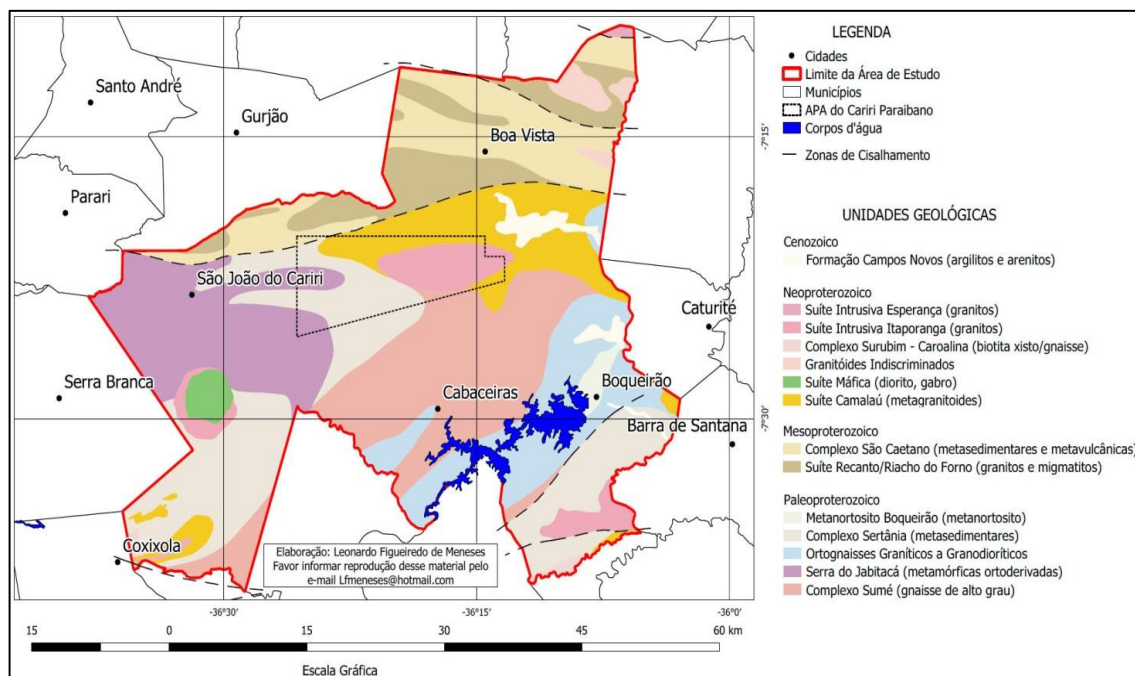


Figura 25 - Unidades geológicas da área de estudo

Fonte: adaptado de Meneses (2020)

A área em questão apresenta uma geomorfologia, de acordo com Meneses (2020) citando Mabesoone & Rolim (1973), baseada em três superfícies a saber: Campos de Lajedos, Serras e Superfícies Aplainadas (Figura 26).

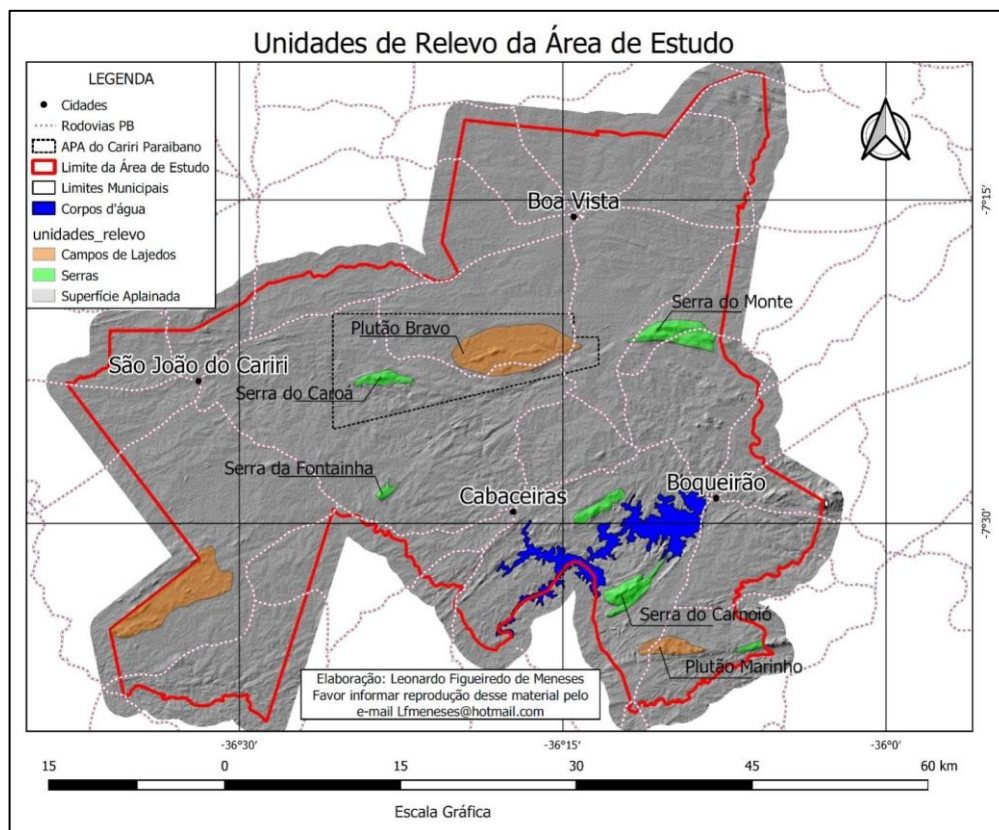


Figura 26 - Unidades de relevo da área de estudo

Fonte: adaptado de Meneses (2020)

Para Meneses (2020) as serras, de pouca frequência no território, têm origem nas zonas de cisalhamento com seus movimentos dúcteis formadores de relevos positivos a se destacar na paisagem aplainada (Fig. 25 a 27). Neste caso, a Superfície Aplainada de relevo plano a suave ondulado, apresenta-se com declividades variando entre 0% e 8% (Fig. 27). As feições referidas como lajedos, concentram-se basicamente em 3 (três) setores: a) porção central (área do Plutão Bravo); b) setor sudeste (Plutão Marinho); c) sudoeste (divisa com o município de Serra Branca) (Figura 25 a 27).

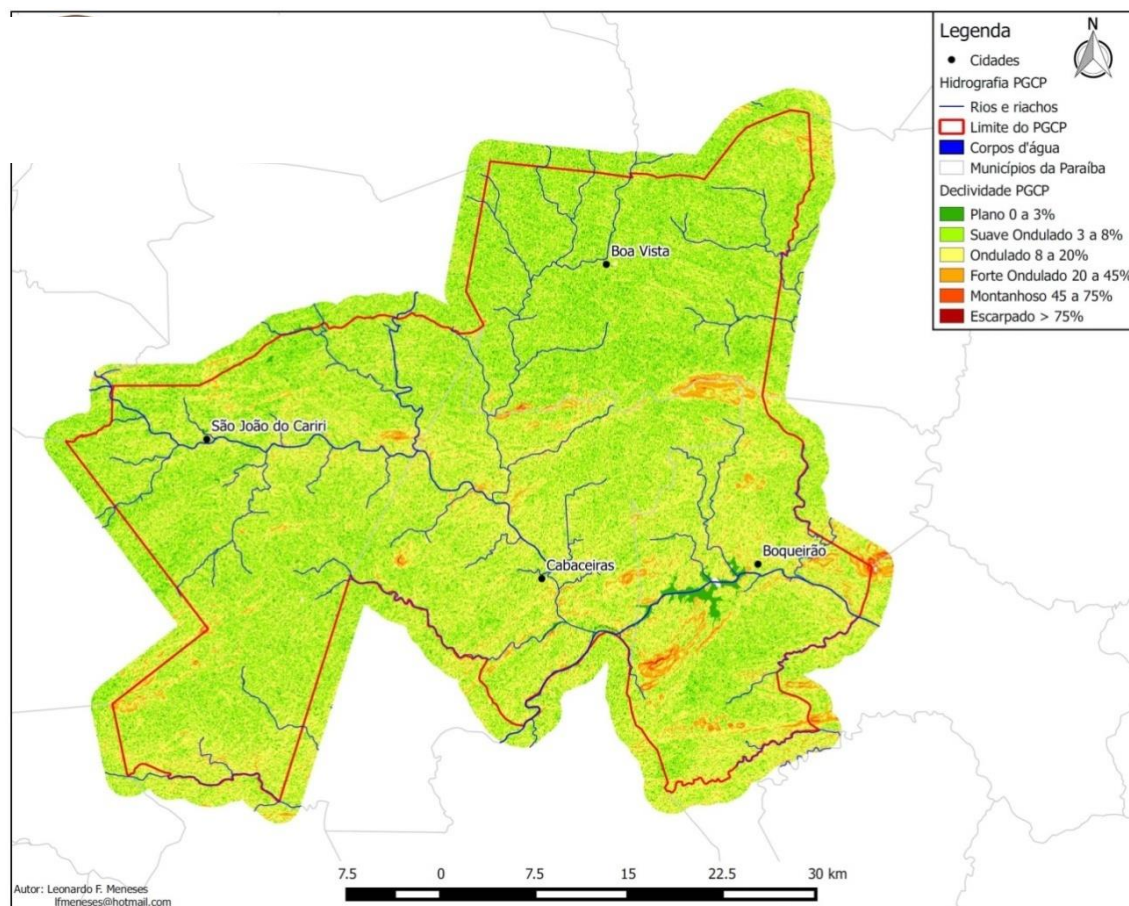


Figura 27 - Mapa de declividades da área de estudo  
Fonte: Adaptado de Meneses (2020)

Para Lunguinho (2018), dada a existência dos afloramentos rochosos, em região semiárida, passa a existir um rico sistema hidrológico. Neste caso:

*“Ao ocorrer a precipitação a água entra em contato com o afloramento rochoso granítico onde parte dessa água penetra nas fraturas sendo que a maior quantidade escoar para a bases. As partes que penetra nas fraturas pode encontrar depósitos de solos que formam pequenas áreas vegetada, favorecendo a infiltração de partes desta água, enquanto o restante escoar ou encontra escoamento de base. Após interagir com a vegetação parte da água evapora ou alcança os mananciais mais próximos.” (LUNGUINHO, 2018. p.92)*

Esta importância e influência dos afloramentos rochosos na distribuição das precipitações pluviométricas em ambiente de semiárido fica evidenciado na Figura 27, a partir dos ambientes “forte ondulado” (20 a 45%) a “escarpado” (> que 75%) orientando rios e riachos e corpos d’água. Podendo esta dinâmica estar atribuída aos lajedos em particular e demais afloramentos rochosos no geral um dos principais atributos e serviços ecossistêmicos e da geodiversidade vistos neste ambiente semiárido.

Em função desta alta complexidade geossistêmica do ambiente de semiárido no local estudado, deve-se considerar a possibilidade de uso dos arranjos e variáveis envolvidos na relação dos geossistemas com sistemas antrópicos a partir do uso de uma matriz de impactos votado para análise dos serviços ecossistêmicos.

### *3.3.3. Catalogação da Geodiversidade*

Neste caso, os afloramentos rochosos da região, enquanto significativos em importância e qualidade para catalogação do potencial uso diverso, foram levantados por Meneses (2020) em seu trabalho de tese sobre a Geodiversidade (Quadro 19).



Quadro 19. Quadro dos *geossítios* na área pesquisada.

| Município          | Geossítio              | Tipo  | Tema secundário                           | Atrativos                     |
|--------------------|------------------------|-------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| Boqueirão          | Lajedo do Marinho      | AS    | Geoformas                                 | Pedra da Coxinha              |
|                    |                        |       |                                           | Pedra do Jacaré               |
|                    |                        |       |                                           | Peixe na Pedra                |
|                    |                        |       | Arqueológico                              | Pinturas rupestres            |
|                    |                        |       |                                           | Cemitério indígena            |
| Boa Vista          | Lajedo do Bravo        | AS    | Cultural                                  | Furna dos Tapuias             |
|                    |                        |       | Geoformas                                 | Pedra do Caju                 |
|                    |                        |       |                                           | Pedra da Vagina               |
|                    |                        |       |                                           | Pedra do Urso                 |
|                    |                        |       |                                           | Pedra da Formiga              |
|                    |                        |       | Paleontologia/<br>Fósseis da<br>megafauna | Lagoa do Planetário           |
|                    |                        |       | Arqueológico                              | Pinturas e gravuras rupestres |
|                    | Pedra do Pênis         | AP    | Geoforma                                  | -                             |
| Cabaceiras         | Pedra da Pata          | AP    | Geoforma                                  | -                             |
|                    | Lajedo de Pai Mateus   | AS    | Geoforma                                  | Pedra da Orelha               |
|                    |                        |       | Geoforma                                  | Pedra da Baleia               |
|                    |                        |       | Geoforma                                  | Pedra do Capacete             |
|                    |                        |       | Geoforma                                  | Pedra do Sapo                 |
|                    |                        |       | Fonólito                                  | Pedra do Sino                 |
|                    |                        |       | Arqueológico                              | Pinturas rupestres            |
|                    | Lagoa da Cunha         | AS    | Arqueológico                              | Pinturas e gravuras rupestres |
|                    | Lajedo Manoel de Sousa | AS    | Arqueológico                              | -                             |
|                    | Lajedo Salambaia       | AS    | Gnamas/ caneluras                         | -                             |
|                    | Sacas de Lã            | AP    | Geoforma                                  | -                             |
|                    | Muralha do Cariri      | Seção | Geoforma                                  | -                             |
| São João do Cariri | Sítio Picoito          | AS    | Geoforma                                  | Pedra da Tartaruga de Pente   |
|                    |                        |       | Geoforma                                  | Pedra do Lagarto              |
|                    |                        |       | Geoforma                                  | Pedra do Leão                 |
|                    |                        |       | Geoforma                                  | Muralha do Meio do Mundo      |
|                    | Pedra da Arara         | AP    | Geoforma                                  | -                             |
|                    | Cânion do Rio da Serra | Seção | Marmitas/<br>tanques                      | -                             |

Fonte: Meneses (2020).

O assunto da geodiversidade nesta pesquisa, objetiva a possibilidade de aumento no leque de potencialidades das geoformas dentro de uma leitura dos Serviços Ecossistêmicos. Neste caso, ao buscar acrescentar número maior de fatores com potencial de preservação ou identificação de valor agregado à paisagem, sendo estes os recursos abióticos local, torna-se ainda mais valoroso o ecossistema e o geossistemas regional a ser destacado.



### 3.3.4. Serviços Ecossistêmicos

A Matriz de Impactos dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade produzida e exposta no Quadro 16, apresenta o resultado representativo, mesmo que generalista, dos usos e ocupações existentes na região em destaque, sobre os recursos naturais e serviços ecossistêmicos presentes neste território. Foram levantados os seguintes serviços existentes no local, base para muitos produtos e serviços de uso e benefício humano na paisagem do Cariri Paraibano:

- APROVISIONAMENTO: alimentos e fibras; água servível; água inservível; energia (biocombustível); bioquímico-farmaco; recursos genéticos; recursos ornamentais.
- REGULAÇÃO: qualidade do ar; atmosfera/clima; barreira natural; fluxo de água; purificador água de resíduo; prevenção de erosão; indicador de patógenos; polinizador; radiação e luz; controlador biológico.
- SUPORTE: manutenção do ciclo de vida; manutenção da paisagem; manutenção da diversidade genética.
- CULTURAL: recreação e ecoturismo; turismo e esporte de aventura; valores religiosos e espirituais; sistema de conhecimentos; valores patrimoniais e culturais; diversidade cultural (associado ao ecossistema); sensação do lugar; relações sociais.
- GEODIVERSIDADE: litologia; unidades do solo; idade geológica; unidade morfológica; unidade hidrológica; arqueologia; paleontologia; unidades de relevo.

Estes resultados foram acompanhados do levantamento de todos os aparatos técnicos, tecnológicos e interventivos humanos sobre estes serviços existentes na atualidade, a saber:

- MEIO BIÓTICO
  - ✓ AGROPECUÁRIA: tradicional; sustentável; monocultura; caprinovinocultura; manejo florestal; cerqueiro; aquicultura.
- MEIO ABIÓTICO
  - ✓ ESTOQUE HÍDRICO: barragem (represa); açude; barreiro trincheira; cisterna enxurrada; cisterna calçadão; irrigação; tanque pedra; barragem subterrânea; transposição.

- ✓ MINERAÇÃO: extração mineral com perfuratriz; extração mineral com explosivos; extração mineral artesanal.
- MEIO ANTRÓPICO
  - ✓ HABITAÇÃO: condomínio residencial; condomínio veraneio; comunidade; distrito; fazenda (sítio ou granja).
  - ✓ VISITAÇÃO: contemplação; científico; educativo; aventura; religioso; espiritual; cenário para eventos.

### *3.3.5 Avaliação de Impacto Ambiental para os Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade local.*

Com esta pesquisa, a construção da Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade conseguiu listar os mais relevantes recursos da natureza local. Neste caso, mesmo limitado em tempo e espaço, os recursos naturais bióticos e abióticos encontrados, no contexto geral da contabilidade ecossistêmica mundial, assim como, para uma convivência com o semiárido, foi evidenciado um potencial exploratório relevante.

Contudo, à condução desta pesquisa, no tocante a busca pelas informações a serem postas na Matriz (Quadro 20), foram levantados em trabalhos de busca eletrônica, bibliotecas e outra parte junto a conversas com moradores do local e com pesquisadores/especialistas. Sendo neste caso, experienciada a adaptação da Matriz de Impactos Ambientais a esta necessidade de resposta com relação aos impactos sobre os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade.

Seguindo as etapas metodológicas já descritas, foi criada uma listagem com os Serviços Ecossistêmicos no sentido vertical, e as intervenções humanas ocorridas no mesmo ambiente postos na horizontal. Tendo, para análise e pontuação, a colaboração de especialistas diversos, conferindo e opinando sobre a listagem constante na Matriz de Impacto Ambiental, adaptada aos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade. Salientando a questão de estudo das intervenções humanas (construções civis e tecnologias sociais) ocorridas ou existentes. Neste caso, valendo como finalidade para comprovação científica de sua eficiência em medir impactos (Quadro 20). O que, na prática profissional deverá ocorrer para medir uma ação antes do fato vir a acontecer realmente.

Quadro 20. Matriz de Impacto Serviços Ecológicos e da Geodiversidade

|                                |                                              | Matriz de Serviços Ecológicos e da Geodiversidade (Geossistema) |             |             |                 |                  |          |             |                   |       |                     |                   |                 |         |              |                      |              |                                 |                                 |                          |                        |                   |            |          |                        |            |              |           |          |           |            |                     |    |
|--------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|----------|-------------|-------------------|-------|---------------------|-------------------|-----------------|---------|--------------|----------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------|----------|------------------------|------------|--------------|-----------|----------|-----------|------------|---------------------|----|
| SERVIÇOS AMBIENTAIS (PRODUÇÃO) | SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS (TIPOS)               | MEIO BIÓTICO                                                    |             |             |                 |                  |          |             | ABIÓTICO          |       |                     |                   |                 |         |              |                      |              |                                 | MEIO ANTROPICO                  |                          |                        |                   |            |          |                        |            |              |           |          |           |            |                     |    |
|                                |                                              | AGROPECUÁRIA                                                    |             |             |                 |                  |          |             | ESTOQUE HÍDRICO   |       |                     |                   |                 |         |              | MINERAÇÃO            |              |                                 | HABITAÇÃO                       |                          |                        |                   | VISITAÇÃO  |          |                        |            |              |           |          |           |            |                     |    |
|                                |                                              | Tradicional                                                     | Sustentável | Monocultura | Capim-nocultivo | Mangue Florestal | Açapeiro | Aquicultura | Barragem- Represa | Açude | Barragem Trincheira | Sistema Enxurrada | Sistema Caçadão | Injeção | Tanque Pedra | Barragem Subterrânea | Transposição | Extração mineral com pedreiratz | Extração mineral com explosivos | Extração mineral ataseal | Condomínio Residencial | Condomínio Urbano | Comunidade | Distrito | Fazenda- Sítio- Granja | Científico | Contemplação | Educativo | Aventura | Religioso | Espiritual | Centro para eventos |    |
|                                |                                              | 1                                                               | 2           | 3           | 4               | 5                | 6        | 7           | 8                 | 9     | 10                  | 11                | 12              | 13      | 14           | 15                   | 16           | 17                              | 18                              | 19                       | 20                     | 21                | 22         | 23       | 24                     | 25         | 26           | 27        | 28       | 29        | 30         | 31                  | 32 |
| APROVISIONAMENTO               | Alimento e Fibras                            | 1                                                               | 0           | 0           | -8              | -7               | 9        | 10          | 0                 | 9     | 9                   | 9                 | 9               | 9       | 9            | 9                    | -10          | -9                              | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -10        | -10      | -10                    | 0          | 12           | 12        | 0        | 0         | 0          | -6                  |    |
|                                | Água Servível                                | 2                                                               | 0           | 9           | -8              | -8               | 10       | 10          | -8                | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 11           | 0                    | 13           | -7                              | -8                              | -10                      | -10                    | -8                | -8         | 0        | 7                      | 7          | 0            | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   |    |
|                                | Água inservível                              | 3                                                               | 0           | 0           | 0               | -9               | 11       | -9          | 11                | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 12           | -9                              | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | 0          | 7            | 7         | 7        | 7         | 7          | 7                   |    |
|                                | Energia (combustível)                        | 4                                                               | -7          | -7          | -7              | 0                | 9        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | -7           | -7                              | -7                              | -7                       | -7                     | -7                | -7         | -7       | -7                     | 9          | 7            | 7         | 7        | 7         | 7          | 0                   |    |
|                                | Bioquímico-Farmaco                           | 5                                                               | -9          | -9          | -9              | -9               | -9       | -9          | -9                | -9    | -9                  | -9                | -9              | -9      | -9           | -9                   | -9           | -9                              | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | 11         | 11           | 11        | 11       | 0         | 11         | 11                  | -9 |
|                                | Recursos Genéticos                           | 6                                                               | -8          | 10          | -8              | -8               | -8       | -8          | -8                | -8    | -8                  | -8                | -8              | -8      | -8           | -8                   | -8           | -9                              | -5                              | -5                       | -5                     | -5                | -5         | -5       | -5                     | -7         | 9            | 9         | 9        | 0         | 9          | 9                   | -7 |
|                                | Recursos Ornamentais                         | 7                                                               | -8          | -8          | -8              | -8               | -8       | -8          | -8                | -8    | -8                  | -8                | -8              | -8      | -8           | -8                   | -8           | -8                              | -8                              | -8                       | -8                     | -8                | -8         | -8       | -8                     | -8         | 10           | 10        | 10       | 0         | 10         | 10                  | -8 |
| REGULAÇÃO                      | Qualidade do Ar                              | 8                                                               | -8          | 10          | -8              | 0                | 10       | 10          | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | -8                              | -8                       | -8                     | -8                | -8         | -8       | -8                     | -8         | 10           | 10        | 10       | 10        | 10         | 10                  | -8 |
|                                | Atmosfera/Clima                              | 10                                                              | 0           | 10          | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | -8                              | -8                       | -8                     | -8                | -8         | -8       | -8                     | -8         | 10           | 10        | 10       | 10        | 10         | 10                  | 10 |
|                                | Barreira Natural                             | 11                                                              | -8          | 10          | -8              | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | -8                              | -8                       | -8                     | -8                | -8         | -8       | -8                     | -8         | 10           | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Fluxo de Água                                | 12                                                              | -9          | 11          | -9              | -9               | 11       | 11          | -9                | -9    | 0                   | 11                | 11              | 11      | 11           | 11                   | 11           | 0                               | -9                              | -9                       | -9                     | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 11         | 11           | 11        | 11       | 11        | 11         | 11                  | 0  |
|                                | Purificar Água-Resíduo                       | 13                                                              | 0           | 10          | 0               | 0                | 10       | 0           | -8                | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | 0                               | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 10         | 0            | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Prevenção de Erosão                          | 14                                                              | -8          | 10          | 0               | -8               | 10       | 10          | 0                 | 10    | 10                  | 10                | 10              | 10      | 10           | 10                   | 10           | 0                               | -8                              | -8                       | -8                     | -8                | -8         | -8       | -8                     | -8         | 10           | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Indicador de Patogênicos                     | 15                                                              | -9          | 11          | -9              | 0                | 11       | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | 0                               | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 11         | 0            | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Polinizador                                  | 16                                                              | -9          | 11          | -9              | -9               | 11       | 11          | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | 0                               | -7                              | -7                       | -7                     | -7                | -7         | -7       | -7                     | 11         | 11           | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Radiação e Luz                               | 17                                                              | -9          | 11          | -9              | -9               | 9        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 11         | 11           | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
| SUPORTE (habitat)              | Controlador Biológico                        | 18                                                              | -8          | 10          | -8              | -8               | 10       | -8          | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | -8                              | -8                       | -8                     | -8                | -8         | -8       | -8                     | 10         | 10           | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Manutenção do Ciclo de Vida                  | 19                                                              | -7          | 9           | -7              | -7               | 0        | 0           | -7                | 9     | 9                   | 9                 | 9               | 9       | 9            | 9                    | 9            | 0                               | -7                              | -7                       | -7                     | -7                | -7         | -7       | -7                     | 0          | 9            | 9         | 0        | 0         | 0          | 0                   | -7 |
|                                | Manutenção da Paisagem                       | 20                                                              | -8          | 10          | -8              | -8               | 0        | -8          | 0                 | 0     | 0                   | 10                | 10              | 10      | 10           | 10                   | 10           | -8                              | -8                              | -8                       | -8                     | -8                | -8         | -8       | -8                     | 0          | 10           | 10        | 10       | 10        | 10         | 10                  | -8 |
| CULTURAL                       | Manutenção da diversidade genética           | 21                                                              | -7          | 9           | -7              | -7               | -7       | -7          | -7                | 0     | 0                   | 9                 | 9               | 9       | 9            | 8                    | 9            | 10                              | -7                              | -7                       | -7                     | -7                | -7         | -7       | -7                     | 8          | 9            | 9         | 9        | 9         | 9          | 9                   | 9  |
|                                | Recreação e Ecoturismo                       | 22                                                              | 11          | 11          | 11              | 11               | 11       | 11          | 11                | 11    | 11                  | 11                | 11              | 11      | 11           | 11                   | 11           | -8                              | 11                              | 11                       | 11                     | 11                | 11         | 11       | 0                      | 11         | 11           | 11        | 11       | 11        | 11         | 11                  | 11 |
|                                | Turismo e Esporte de Aventura                | 23                                                              | 1           | 1           | 1               | 1                | 1        | 1           | 1                 | 1     | 1                   | 1                 | 1               | 1       | 1            | 1                    | 1            | 3                               | 1                               | 1                        | 1                      | 1                 | 1          | 1        | 1                      | 1          | 1            | 1         | 1        | 1         | 1          | 1                   | 1  |
|                                | valores Religiosos-Espirituais               | 24                                                              | 0           | 0           | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -5                              | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 0          | 0            | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   |    |
|                                | Sistema de Conhecimento                      | 25                                                              | 11          | 11          | 11              | 11               | 11       | 11          | 11                | 11    | 11                  | 11                | 11              | 11      | 11           | 11                   | 11           | 0                               | 11                              | 11                       | 11                     | 11                | 11         | 11       | 11                     | 11         | 11           | 11        | 11       | 11        | 11         | 11                  | 11 |
|                                | Valores do Patrimônio Cultural               | 26                                                              | 11          | 11          | 11              | 11               | 11       | 11          | 11                | 11    | 11                  | 11                | 11              | 11      | 11           | 11                   | 11           | -8                              | 11                              | 11                       | 11                     | 11                | 11         | 11       | 11                     | 11         | 11           | 11        | 11       | 11        | 11         | 11                  | 11 |
|                                | Diversidade Cultural (assoc. ao ecossistema) | 27                                                              | 0           | 11          | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -7                              | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 0          | 0            | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Sensação do Lugar                            | 28                                                              | 0           | 9           | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | 0                               | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 7          | 7            | 7         | 7        | 7         | 7          | 7                   | 7  |
|                                | Relações Sociais                             | 29                                                              | 0           | 13          | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | 0                               | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 11         | 11           | 11        | 11       | 11        | 11         | 11                  | 11 |
| GEODIVERSIDADE                 | Litologia                                    | 30                                                              | 0           | 0           | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | -9         | 11           | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Unidades do Solo                             | 31                                                              | 0           | 0           | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -7                              | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 11         | 0            | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Idade Geológica                              | 32                                                              | 0           | 0           | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | 0                               | 0                        | 0                      | 0                 | 0          | 0        | 0                      | 11         | 0            | 0         | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Unidades Morfológicas                        | 33                                                              | 0           | 9           | 0               | 0                | 0        | 0           | 0                 | 0     | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -7                              | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | -9         | 11           | 11        | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Unidades Hidrológicas                        | 34                                                              | -9          | 11          | -9              | -9               | 11       | 0           | -9                | -9    | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | 0                               | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | -9         | 11           | 11        | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |
|                                | Arqueologia                                  | 35                                                              | 11          | -9          | 11              | -9               | -9       | 11          | -9                | -9    | -9                  | -9                | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | -9         | -9           | -9        | 11       | 11        | 11         | 11                  | 11 |
|                                | Paleontologia                                | 36                                                              | -9          | -9          | -9              | -9               | -9       | -9          | -9                | -9    | -9                  | -9                | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -8                              | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | -9         | -9           | -9        | 11       | 11        | 11         | 11                  | 11 |
|                                | Unidade do Relevo                            | 37                                                              | -9          | 11          | -9              | -9               | -9       | 0           | -9                | -9    | 0                   | 0                 | 0               | 0       | 0            | 0                    | 0            | -10                             | -9                              | -9                       | -9                     | -9                | -9         | -9       | -9                     | -9         | 11           | 11        | 0        | 0         | 0          | 0                   | 0  |

Fonte: Produzida pelo autor para esta Tese adaptada da Matriz de Impacto Ambiental

Quadro 21. Planilha de pontuação correspondente ao Quadro 20

|                       |                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| Alimento e Fibras     | Caráter (Ca)        | 0  | 0  | -1 | -1 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | -1  | -1 | -1 | -1 | -1  | -1  | -1  | -1  | 0   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | -1 |
|                       | Importância (I)     | 1  | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 2   | 3   | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  |    |
|                       | Cobertura (Co)      | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 1  | 3  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 2   | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Reversibilidade (R) | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | 0  | 0  | -8 | -7 | 9  | 10 | 0  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | -10 | -9 | -9 | -9 | -9  | -9  | -10 | -10 | -10 | 0  | 12 | 12 | 0  | 0  | 0  |
| Água Servel           | Caráter (Ca)        | 0  | 1  | -1 | -1 | 1  | 1  | -1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1   | -1 | -1 | -1 | -1  | -1  | -1  | 0   | 1   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 2  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 1   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1   | 2  | 2  | 2  | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 1  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Reversibilidade (R) | 1  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 3   | 1  | 1  | 3  | 3   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Total               | 0  | 9  | -8 | -8 | 10 | 10 | -8 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 11 | 0   | 13 | -7 | -8 | -10 | -10 | -8  | -8  | 0   | 7  | 7  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Água inservel         | Caráter (Ca)        | 0  | 0  | 0  | -1 | 1  | -1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | -1  | -1 | -1 | -1 | -1  | -1  | -1  | -1  | 0   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 1  | 1  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Total               | 0  | 0  | 0  | -9 | 11 | -9 | 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 12  | -9 | -9 | -9 | -9  | -9  | -9  | -9  | -9  | 0  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  |
| Energia (combustível) | Caráter (Ca)        | -1 | -1 | -1 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -1 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1  | -1  | -1  | -1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | -7 | -7 | -7 | 0  | 9  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -7  | -7 | -7 | -7 | -7  | -7  | -7  | -7  | -7  | 9  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  |
| Bioquímico-Farmaco    | Caráter (Ca)        | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1  | -1  | -1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | -1 |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9  | -9 | -9 | -9 | -9  | -9  | -9  | -9  | 11  | 11 | 11 | 11 | 0  | 11 | 11 |
| Recursos Genéticos    | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1  | -1  | -1  | -1  | 1   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | -1 |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
|                       | Total               | -8 | 10 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -9 | -5  | -5 | -5 | -5 | -5  | -5  | -5  | -5  | -7  | 9  | 9  | 9  | 0  | 9  | 9  |
| Recursos Ornamentais  | Caráter (Ca)        | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1  | -1  | -1  | 1   | 1   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | -1 |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3   | 2  | 2  | 2  | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8  | -8 | -8 | -8 | -8  | -8  | -8  | -8  | 10  | 10 | 10 | 0  | 10 | 10 | -8 |



|                 |                     |    |    |    |   |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|---------------------|----|----|----|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Qualidade do Ar | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | 0 | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | -1 |
|                 | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                 | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1 | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                 | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
|                 | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                 | Total               | -8 | 10 | -8 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

|                 |                     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|---------------------|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Atmosfera/Clima | Caráter (Ca)        | 0 | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                 | Importância (I)     | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                 | Cobertura (Co)      | 1 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                 | Duração (D)         | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
|                 | Reversibilidade (R) | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                 | Total               | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

|                  |                     |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |
|------------------|---------------------|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| Barreira Natural | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                  | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                  | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|                  | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                  | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                  | Total               | -8 | 10 | -8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|               |                     |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |
|---------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|---|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Fluxo de Água | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | 1  | 1  | -1 | -1 | 0 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0 |
|               | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1 | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |   |
|               | Cobertura (Co)      | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |   |
|               | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |   |
|               | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |   |
|               | Total               | -9 | 11 | -9 | -9 | 11 | 11 | -9 | -9 | 0 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 0 | -9 | -9 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 0 |

|                        |                     |   |    |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |
|------------------------|---------------------|---|----|---|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|
| Purificar Água-Resíduo | Caráter (Ca)        | 0 | 1  | 0 | 0 | 1  | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                        | Importância (I)     | 3 | 3  | 3 | 3 | 3  | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                        | Cobertura (Co)      | 2 | 2  | 2 | 2 | 2  | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                        | Duração (D)         | 1 | 1  | 1 | 1 | 1  | 1 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|                        | Reversibilidade (R) | 3 | 3  | 3 | 3 | 3  | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                        | Total               | 0 | 10 | 0 | 0 | 10 | 0 | -8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|                     |                     |    |    |   |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |
|---------------------|---------------------|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| Prevenção de Erosão | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | 0 | -1 | 1  | 1  | 0 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                     | Importância (I)     | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                     | Cobertura (Co)      | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                     | Duração (D)         | 1  | 1  | 1 | 1  | 1  | 1  | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|                     | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                     | Total               | -8 | 10 | 0 | -8 | 10 | 10 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0  | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|                        |                     |    |    |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |
|------------------------|---------------------|----|----|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|
| Indicador de Patógenos | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | 0 | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                        | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                        | Cobertura (Co)      | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                        | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                        | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                        | Total               | -9 | 11 | -9 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|             |                     |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |
|-------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|
| Polinizador | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|             | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|             | Cobertura (Co)      | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|             | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|             | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|             | Total               | -9 | 11 | -9 | -9 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|                |                     |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |   |   |   |   |   |
|----------------|---------------------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---|---|---|---|---|
| Radiação e Luz | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                | Cobertura (Co)      | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
|                | Total               | -9 | 11 | -9 | -9 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | -8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|                       |              |    |   |    |    |   |    |   |   |   |   |   |
|-----------------------|--------------|----|---|----|----|---|----|---|---|---|---|---|
| Controlador Biológico | Caráter (Ca) | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|-----------------------|--------------|----|---|----|----|---|----|---|---|---|---|---|

|                                    |                     |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Manutenção do Ciclo de Vida        | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | 0  | 0  | -1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | -1 |
|                                    | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                                    | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                                    | Duração (D)         | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                                    | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                                    | Total               | -7 | 9  | -7 | -7 | 0  | 0  | -7 | 9 | 9 | 9 | 9  | 9  | 9  | 9  | 0  | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | 0  | 9  | 9  | 0  | 0  | 0  | 0  | -7 |
| Manutenção da Paisagem             | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | 0  | -1 | 0  | 0 | 0 | 0 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | -1 |
|                                    | Importância (I)     | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                                    | Cobertura (Co)      | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                                    | Duração (D)         | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
|                                    | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                                    | Total               | -8 | 10 | -8 | -8 | 0  | -8 | 0  | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | 0  | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | -8 |
| Manutenção da diversidade genética | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                                    | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                                    | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                                    | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                                    | Reversibilidade (R) | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                                    | Total               | -7 | 9  | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | 0 | 0 | 9 | 9  | 9  | 9  | 8  | 9  | 10 | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | -7 | 8  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  |







|                       |                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Litologia             | Caráter (Ca)        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |    |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |    |
|                       | Total               | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -8  | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Unidades do Solo      | Caráter (Ca)        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |    |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |    |
|                       | Total               | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Idade Geológica       | Caráter (Ca)        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -8  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Unidades Morfológicas | Caráter (Ca)        | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | 0  | 9  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7  | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | 11 | 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Unidades Hidrológicas | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | 1  | 0  | -1 | -1 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | -9 | 11 | -9 | -9 | 11 | 0  | -9 | -9 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | 11 | 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Arqueologia           | Caráter (Ca)        | 1  | -1 | 1  | -1 | -1 | 1  | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | 11 | -9 | 11 | -9 | -9 | 11 | -9 | -9 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -8  | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Paleontologia         | Caráter (Ca)        | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -8  | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Unidade do Relevo     | Caráter (Ca)        | -1 | 1  | -1 | -1 | -1 | 0  | -1 | -1 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1  | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                       | Importância (I)     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Cobertura (Co)      | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                       | Duração (D)         | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Reversibilidade (R) | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                       | Total               | -9 | 11 | -9 | -9 | -9 | 0  | -9 | -9 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | 11 | 11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Fonte: Elaborada pelo autor.

O uso da Matriz de Impacto Ambiental, já conhecida no meio científico e no mercado de trabalho, quando preenchida com os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade levantados, sendo imediatamente relacionados as intervenções humanas sobre estes serviços, para uma paisagem determinada, condiciona a visualizar cada recurso natural, nele existente, em diálogo direto com toda atividade humana posta sobre estes recursos.

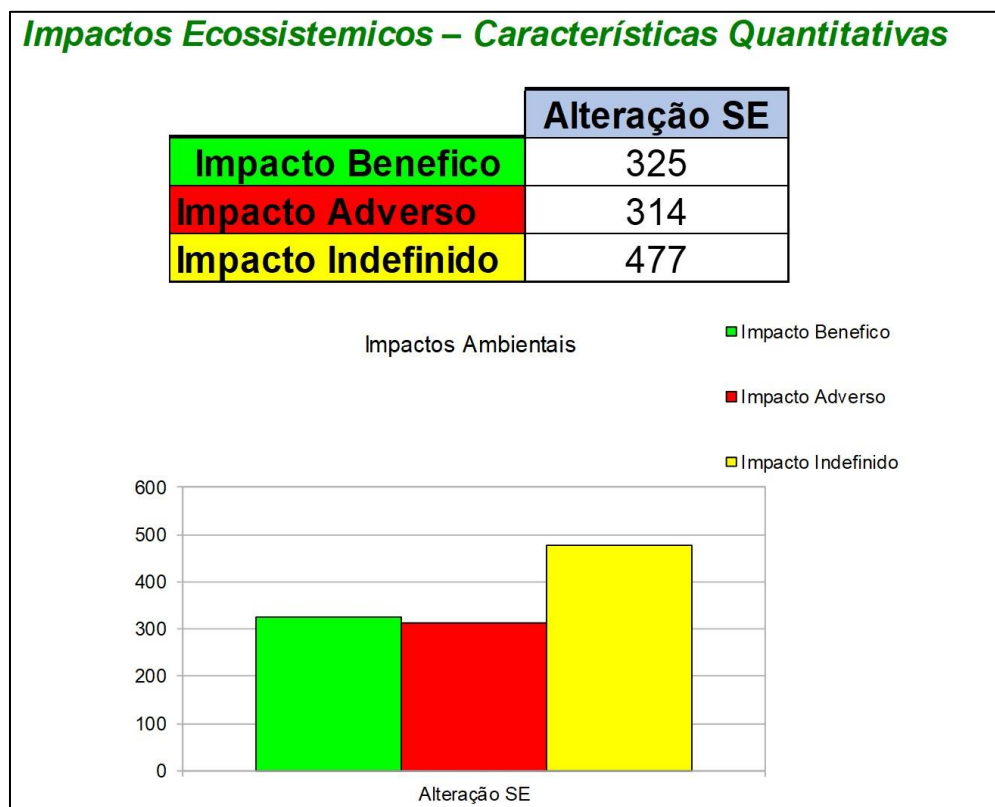
A partir dos resultados obtidos na Matriz foi possível perceber, de modo geral, quais atividades atualmente existentes no território estudado, são mais ou menos impactantes e quais recursos naturais, com seus serviços, estão vulneráveis a anulação, a potencialização ou, até mesmo a não produzir nenhum efeito considerável.

Esta Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade foi desenvolvida de forma genérica para todo o território, valendo salientar, considerando a existência e prática das ações humanas destacadas por toda a região, assim como a distribuição dos mesmos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade. Reconhecemos de antemão, que sua eficiência maior recai sobre a necessidade em se antecipar a uma intervenção proposta e ser utilizada a partir de uma demanda de projeto específico.

Em primeira amostragem de resultados, e dada a natureza das atividades humanas sobre o ambiente natural, desenvolvendo: agropecuária; estoque hídrico; mineração; habitação e; visitação, as atividades vistas sobre os recursos naturais coincidem com práticas sobre os produtores de serviços ecossistêmicos: provisão, regulação, suporte, cultural e geodiversidade.

Observando o Quadro 22, de resposta geral a Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade, o resultado posto demonstra uma equiparação entre os impactos positivos e negativos, com uma quantidade maior de resultados indefinidos.

Quadro 22. Representação gráfica e numérica da Matriz de SE e Geodiversidade



Fonte: Elaboração própria, 2019.

Nesse caso, de forma geral, os impactos vistos como indefinidos são predominantes. Ou seja, para a maior parte das atividades humanas, nesta área do território caririzeiro, não se pode precisar exatamente qual o impacto produzido, ou mesmo produzindo um impacto de forma direta, seu resultado é impreciso na forma como altera a natureza do serviço ecossistêmico e da geodiversidade.

Os impactos produzidos nos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, quando analisados de forma isolada (Tabela 2), ou serviço a serviço, por sua vez, tornam possível entender e detalhar as informações alcançadas com o implemento da Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade.

Tabela 2 - Quantificação dos Impactos

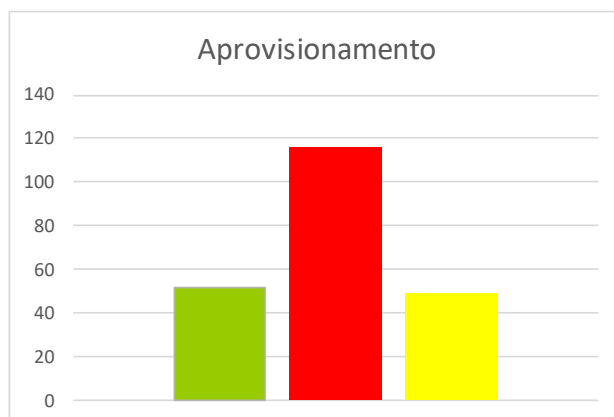
| <b>Serviços Ecosystemicos – Características Quantitativas</b> |                         |                  |                |                 |                       |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
|                                                               | <b>Aprovisionamento</b> | <b>Regulação</b> | <b>Suporte</b> | <b>Cultural</b> | <b>Geodiversidade</b> |
| <b>Impacto Benefico</b>                                       | 52                      | 67               | 39             | 139             | 28                    |
| <b>Impacto Adverso</b>                                        | 116                     | 74               | 38             | 4               | 82                    |
| <b>Impacto Indefinido</b>                                     | 49                      | 169              | 16             | 105             | 138                   |

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Os serviços de provisionamento (Gráfico 7), dentro do contexto discursivo dos serviços ecossistêmicos, são vistos como aqueles benefícios naturais diretamente aproveitados para existência dos outros bens ambientais, a exemplo dos alimentos, fibra ou água potável. São os elementos naturais, por eles mesmos, os fornecedores até da maior parte dos demais serviços. Sendo o caso de, na destruição parcial, como está evidente, ou total destes bens naturais, a maior parte dos demais serviços ecossistêmicos ficarem comprometidos, fato demonstrado, quando comparado a leitura da Tabela 1 com a amostra das atividades de maior degradação no Quadro 22.

A amostra de atividades impactantes negativas apontou para a mineração e as construções civis e imobiliárias, estabelecendo preocupações destes impactos sobre os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, ainda mais, quando observado os números somados como de regulação, cultural e da geodiversidade, não se ter elementos suficientes, carecendo de estudos para melhor definição.

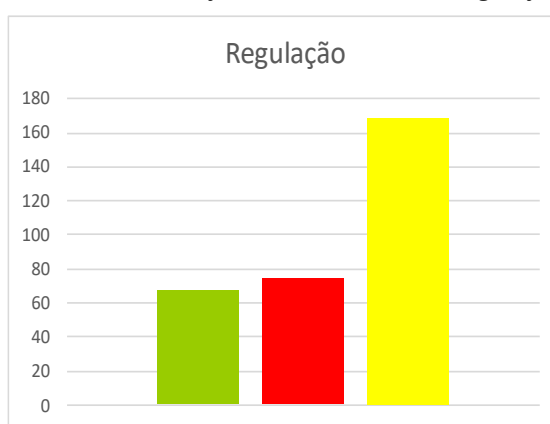
Gráfico - 8 Serviços Ecosystemicos de Aprovisionamento.



Fonte: Elaboração própria, 2019.

Para o caso dos Serviços de Regulação, diretamente dependente da combinação entre elementos da natureza (dos Serviços de Aprovisionamento), estes, ofertando um serviço ecossistêmico, os impactos vistos como indefinidos se mostraram superiores (Gráfico 8). Fato que somado aos negativos, demonstra uma necessidade de maior cuidado com relação ao entendimento e estudo sobre a agricultura e mineração, principalmente quanto a sua compreensão sobre manejo e a prática sustentável destas atividades, diante do fato de serem estes Serviços de Regulação, um fornecedor dos Serviços de Suporte.

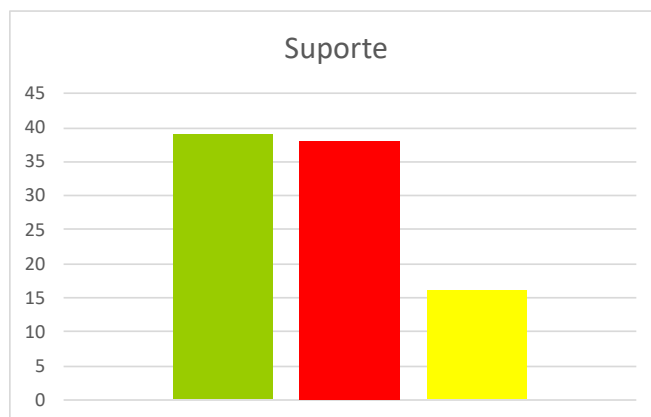
Gráfico - 9 Serviços Ecossistêmicos de Regulação



Fonte: Elaboração própria, 2019.

Observando os Serviços Ecossistêmicos de Suporte (Gráfico 10), tanto as lavouras de subsistência, quanto as atividades de caprino, bovino e ovinocultura, passando pelas diversas formas de construções habitacionais e mineração, estes, uma vez instalados sobre o ambiente natural, comprometem o habitat da vida animal, vegetal e da própria paisagem natural. A prática da visitação, por exemplo, seja para contemplação, seja para estudo, seja para pesquisa ou outros fins, acaba impactando de forma positiva a partir do Serviço de Suporte, gerando emprego e renda no local, como forma alternativa de uso e ocupação dos espaços no semiárido, produzindo maior uso e menor risco inclusive de afetar outros serviços ecossistêmicos e da geodiversidade.

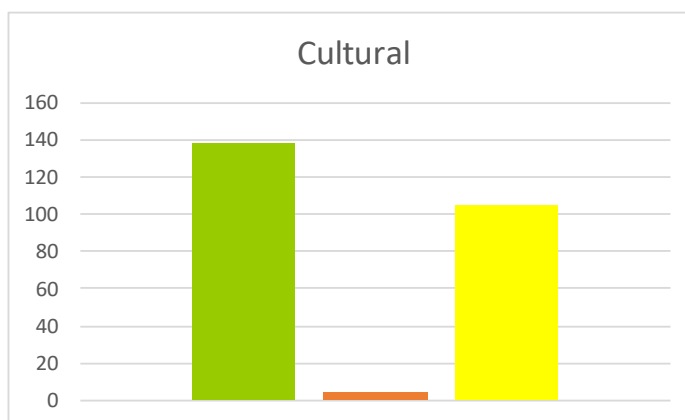
Gráfico - 10 Serviços de Suporte



Fonte: Elaboração própria, 2019.

Com relação a leitura sobre os Serviços Culturais, a convivência histórica com o clima semiárido, seus rios intermitentes, uma vegetação adaptada às condições edafoclimáticas e o “mar de afloramentos rochosos” existentes, influenciam a vida local, tornando-se este fator, enquanto algo de ocorrência histórica e natural, como mobilizador das práticas e atividades implantadas, dos saberes e fazeres, assim como das necessidades de adaptação das políticas públicas. O que neste caso, quando ocorre de forma a imitar ou transplantar-se de outras localidades ou realidades do país, se mostram conflitantes com a realidade dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade local.

Gráfico - 11 Serviços Culturais



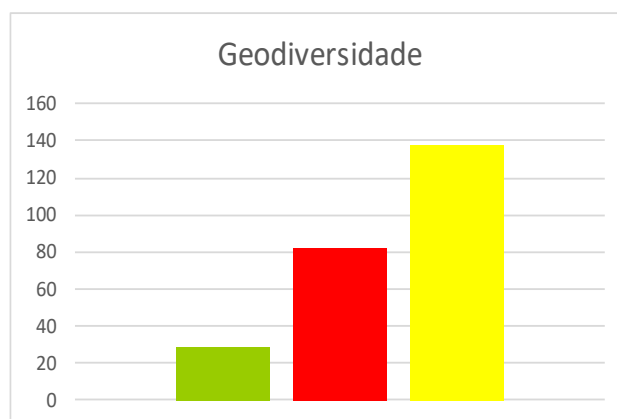
Fonte: Elaboração própria, 2019.

Para a geodiversidade, de uma forma geral, as atividades humanas sempre sujeitam o seu patrimônio a diversas ameaças, mesmo as naturais. Sendo a maior parte destas ameaças encontradas no local, as ligadas à exploração de recursos minerais, expansão urbana e instalação



de obras e estruturas; desmatamento e atividades agrícolas desordenadas; exploração de recursos geológicos; atividades recreativas e turísticas sem planejamento; coleta de elementos da geodiversidade sem finalidade científica. A partir destas ações não projetadas ou sem visão de sustentabilidade, a ocorrência do desequilíbrio natural na dinâmica hídrica por processos de erosão acelerada, desertificação e exploração desordenada dos afloramentos rochosos.

Gráfico - 12 Serviços da Geodiversidade



Fonte: Elaboração própria, 2019.

A Matriz de Impacto dos Serviços Ecosistêmicos e da Geodiversidade mostra que a geodiversidade está sendo pouco valorizada e desconsiderada como fator de desenvolvimento local. Conforme exposto nesta tese, são diversas as áreas de geossítios com potencial para uso, por exemplo, pelo turismo, mas de pouca divulgação ou envolvimento até da própria população local. Neste caso, podendo ser apontado como uma alternativa em muitos dos casos, preterindo ter muitos dos geossítios transformados em produto de mineração.

### 3.4. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados demonstram a possibilidade de a Matriz de Impacto dos Serviços Ecosistêmicos e da Geodiversidade permitir uma análise direta e com capacidade em apontar os pontos positivos e negativos antes mesmo da ação acontecer. Possibilitando, então, principalmente apontar as interseções duvidosas ou com pouco conhecimento para definir seu impacto.

A Matriz de Impacto dos Serviços Ecosistêmicos e da Geodiversidade, reunindo informações entre as atividades antrópicas e o meio físico-natural, possibilita uma infinidade de opções de entradas e das formas lógicas de intromissão ou dinâmica social a ser posta neste

espaço. O que, na prática, associa o geossistema à dinâmica da paisagem natural, servindo de complemento ao gerenciamento e análise ambiental.

Sendo discutido por alguns autores que o geossistema considera a interação e a integração dos elementos abióticos e bióticos: solo, relevo, clima, hidrografia, fauna e flora, em relação direta com às ações antrópicas, destacando principalmente sua interação, a Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade resulta em uma análise da paisagem a partir da correlação com o ecossistema, sendo portanto uma leitura válida para a Geografia Física, por meio da interdisciplinaridade necessária e da interação dos elementos da paisagem, envolvidos na análise.

Assim como para o estudo dos geossistemas, o problema da escala para a Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade apresenta a mesma necessidade. O resultado alcançado demonstra a necessidade em se trabalhar numa escala onde a influência antrópica seja mais direta ou presente, de modo a se obter um resultado mais detalhado do impacto.

De forma sucinta e objetiva para este uso da Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade, na paisagem do Cariri Paraibano, a mesma se mostrou reveladora de cenário e ferramenta auxiliar na busca por uma gestão com base em princípios que norteiem o uso e ocupação sustentável da região.

A análise dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, a partir da Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade também pode proporcionar uma leitura mais próxima da realidade de convivência com o semiárido. Demonstrando, pelo resultado mostrado na Matriz adaptada, mais um instrumento de Análise de Impacto Ambiental a ser utilizado principalmente na busca por empreender atividades lucrativas, porém, condizentes com a realidade ambiental do semiárido, sendo sustentáveis nas suas intervenções sobre o meio ambiente.

No tocante a questão do que demonstra a Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade em sua relação direta com as principais atividades humanas existentes na Região do Cariri Paraibano, em uma análise ambiental, ou de uso e ocupação dos recursos naturais, a Matriz demonstra que os maiores impactadores negativos sobre os recursos da natureza biótica e abiótica no local são a mineração e a construção civil, incluindo a atividade imobiliária. Seguindo das atividades de monocultura e

caprinobovinocultura. Sendo destaque a visão de aproveitamento do potencial florestal, genético, da visitação, educação e turismo propriamente.

Como guisa de conclusão, é fato que este estudo deixa evidenciada a importância da leitura geossistêmica ou da paisagem, a partir da Matriz de Impacto dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade. Tendo um apelo visual com maior capacidade de entender as perdas e ganhos no ambiente onde cada intervenção humana se processa. Podendo por analogia, essa ferramenta de AIA ser auxiliar na análise integrada ou inclusiva dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade em outros estudos e pesquisas ambientais.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da história, ou dos últimos séculos, as prioridades foram voltadas totalmente para a necessidade de industrialização do mundo. Para uma busca por usufruir e se sobrepor aos elementos da natureza com o fim de adquirir produtos e serviços característicos da chamada modernidade industrial, tendo acrescido posteriormente a industrialização, uma dimensão de serviços públicos e privados para a melhoria das condições de vida ou estado de bem-estar social com o acréscimo da tecnologia.

Após uma desenfreada extração e devastação dos recursos da natureza, ou da visão de uma natureza como recurso inesgotável, o século XXI inicia com a conclusão de que os serviços prestados pela natureza para o bem-estar e a qualidade de vida social é finita. Neste caso, o estado de bem-estar social falhou na regulação do estoque de recursos naturais necessários, ou garantidor desta perpétua e crescente qualidade de vida e bem-estar da vida humana na Terra.

Esta tese partiu da premissa que para o bem-estar humano e sua qualidade de vida, os ecossistemas têm desempenhado um papel relevante, embora muitas vezes desconsiderado. Nesse contexto, os alimentos, a madeira, os minerais, a água, enquanto bens ambientais retirados do ecossistema, estes são imediatamente mensuráveis e reconhecidos seu valor de consumo humano. O que não acontece quando se está a falar dos "serviços" do próprio ecossistema, como: solo, pólen, armazenamento de água, sequestro de carbono, habitat e outros de valor não reconhecido ou apreciado (SCHIELE; GREIBER 2011). Neste caso, quando desconhecido seu nexos causal, tornam-se desprezíveis ou relativizados por todos.

A tese buscou compor, de modo geral, um aporte de leituras ambientais a partir de ferramentas técnico-científicas para mapear, classificar e medir o impacto humano sobre os elementos da paisagem. Visamos com isto, obter resultados em proveito do gerenciamento ambiental, seja público ou privado, que reconheça e valorize não somente as necessidades humanas criadas para seu bem-estar e qualidade de vida, mas principalmente inclusiva dos fatores naturais garantidores destas necessidades. Com isto, esta pesquisa passa a ser pautada na análise dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade como ferramenta de valorização da natureza e geologia do Cariri Paraibano, assim como suas diretrizes propostas assumem uma vertente de tendência mundial, em pensar os recursos naturais dentro das necessidades impostas para este século XXI.

No caso dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, em sua necessidade de ser vista como forma de gerenciamento ambiental publicizada para entendimento e uso público,

esta deve ser capaz de produzir uma nova leitura de convivência sociedade-natureza. Valores que devem ser vistos não somente como econômicos, mas contábil (estoque), administrativo (pauta governamental), gerencial (planos e projetos), de engenharia (sustentabilidade) e principalmente como formulador de práticas científicas das mais variadas e necessárias para a integração sociedade-natureza.

Esta tese, relacionando o uso das ferramentas de leitura ecossistêmica e da geodiversidade, foi desenvolvida especificamente para o Cariri Paraibano, semiárido nordestino, com o propósito de exercitar a escrituração dos estoques e mapeamento da bio e geodiversidade, como elemento fundamental para convivência humana com o lugar, possibilitando destacar e resguardar elementos importantes da paisagem do Cariri Paraibano, fundamental no provimento, regulação, manutenção e significado dos serviços, atualmente em processo ou ameaça de destruição.

Neste caso, de uma forma geral, grande parte da população tem se servido diretamente da natureza local, das mais variadas formas de uso e produção, para promover sua subsistência e geração de renda. Com outra parte considerável desta população residente nos aglomerados urbanos, sendo servidos por esta produção rural. Todos estando, neste caso, diretamente dependentes das condições edafoclimáticas e das políticas de promoção pública local para a convivência com semiárido. Surge ainda, nestas últimas décadas, como alternativa, ou complemento no seu desenvolvimento, a prática turística explorando muitos dos afloramentos rochosos existentes, contribuindo com a cadeia produtiva na geração de emprego e renda.

Tendo como base os resultados obtidos na leitura e descrição dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, incluindo a leitura adaptada da Matriz de Impacto Ambiental para a Matriz de Impacto Ecossistêmico e da Geodiversidade, as lições aprendidas e retratadas nos artigos produzidos para esta tese, discuti práticas que poderão ser submetidas ao licenciamento ambiental e a produção de políticas públicas.

Chegamos, enfim, as seguintes conclusões:

- a) O Capítulo 1 remeteu-se ao reconhecimento dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade existentes no Cariri Paraibano, sendo os mesmos listados em uma Planilha Contábil (CICES V5.1), produzida para escriturar e reconhecer no balanço patrimonial tanto público quanto privado, o estoque da biodiversidade e geodiversidade, sendo mapeado cartograficamente estes serviços em seus ambientes devidos, sendo

escriturado os principais serviços bióticos e abióticos, com este último incluindo os serviços da geodiversidade em sua escrituração. Evidenciou-se basicamente na planilha e no mapa, os ambientes de afloramentos rochosos, planícies onduladas, caatinga densa e aberta, como principais fornecedores dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade no Cariri Paraibano.

b) Uma vez levantados os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, o Capítulo 2 definiu a inclusão dos estudos e trabalhos da geodiversidade na planilha contábil CICES V5.1, em uma visão complementar aos serviços abióticos já contemplados nesta versão renovada. O encaixe dos serviços da geodiversidade nesta planilha CICES V5.1 dos serviços ecossistêmicos, facilita a integração dos elementos constituídos principalmente como geossítios, no estoque de recursos da natureza, em nível local e mundial. As opções destacadas no meio abiótico da planilha contábil CICES V5.1 devem ser consideradas pela geodiversidade como uma oportunidade de registro em mais uma ferramenta de leitura dos recursos da natureza mundial.

c) O Capítulo 3 oportunizou, após mapeamento cartográfico e escrituração dos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade, o experimento adaptativo da Matriz de Impacto Ambiental desenvolvido por Leopold (1961) e ampliada por Sanchez (2015) o desenvolvimento de uma Matriz de Impactos dos Serviços Ecossistêmicos e da Geodiversidade, possibilitando, como complementar as Avaliações de Impactos Ambientais-AIA, demonstrar os impactos negativos concentrados sobre os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade registrados e localizados nos capítulos anteriores.

Diante do exposto, fica a necessidade de os tomadores de decisão locais realizarem uma análise do planejamento e gestão ambiental para este território em questão, com foco nos serviços ecossistêmicos e da geodiversidade relevantes ou contributivos para a qualidade de vida e bem-estar humano no local. Compatibilizando inclusive intervenções antrópicas como as construções civis e imobiliárias, assim como a mineração e agricultura extensiva existentes e já demonstradas como sendo de maior potencial destrutivo no ambiente do Cariri Paraibano. Sendo possível inclusive, não somente valorizar, mas também valorar a existência dos grandes produtores de serviços ecossistêmicos e da geodiversidade no local.



Destacamos o quão importante ou necessário o entendimento prévio e estratégico de como estas instituições e organizações, agregadas ao planejamento e organização, trabalham e entendem a questão econômica, social e jurídica das intervenções propostas sobre todos os serviços ecossistêmicos e da geodiversidade vistas como relevante no local.

Neste caso, um debate que se mostrou relevante para este cenário descritivo posto, foi o de pensar planejamento e gestão ambiental como fator inclusive de inclusão da sociedade no debate da temática ambiental, contextualizando a necessidade de desenvolvimento local com o uso sustentável dos serviços da natureza, principalmente aqueles envolvidos diretamente com a qualidade de vida e bem-estar de toda a população local. Sendo o caso das atividades mineradoras e especulação imobiliária, que diretamente geram lucro para poucos e renda para uma minoria da população local, com resultados vistos e sentidos por todos na qualidade de vida que depende diretamente dos recursos naturais diretamente fornecedores da qualidade de vida e bem estar humano como a água e o ar. Sendo, neste caso, estes assuntos ignorados pela pauta pública, devendo os mesmos serem induzidos e conduzidos por um formato de gestão pública participativa que priorize o empoderamento e envolvimento dos atores civis diretamente afetados por todo e qualquer uso e ocupação que vier a alterar negativamente a natureza do lugar.

Desta feita, com o Governo participando do diálogo que envolve a gestão ambiental, não como único mandatário dos recursos da natureza e seus serviços, mas como agente mediador e balizador social das necessidades, ações e resultados expostos para todos os envolvidos. Sendo estes: natureza, empreendedores, sociedade civil e demais interessados na resolução do debate gerado.

Pensar a necessidade de envolver estas diferentes representações é buscar a prática territorial do planejamento e da governança onde seja possível coexistir, e também superar, as fortes tensões que toda sociedade gera dentro do processo democrático e participativo, em suas escolhas de diferentes necessidades sobre este mesmo território. Acreditamos, portanto, que apresentamos assim resultados, embora longe do ideal, próximos do real caminho a seguir como promissor e garantidor para as vidas futuras.

Assim sendo, ao empreender esta demanda de estudos e ações expostas nesta tese, enquanto instrumento de gerenciamento para pensar o Planejamento Ambiental no território a ser transformado em geoparque, as possibilidades de uso e ocupação deve pautar uma agenda positiva em torno dos recursos naturais comuns no local, devendo potencializar seus serviços

ecossistêmicos existentes atrelados a geodiversidade como promotor da participação econômica e social da população residente neste território.

Ao desenvolver qualquer proposta de construção ou intervenção prática política via projetos interventivos, seja através da engenharia ou mesmo da economia, se faz necessário pensar na necessidade não somente dos custos financeiros e seus ganhos futuros, mas também, dos pontos positivos e negativos sobre o meio ambiente e suas implicações nos processos ecológicos. Sendo previsto, com isso, analisar perdas e ganhos das intervenções sobre os serviços ecossistêmicos, em escalas adequadas a natureza negativamente impactada, transforma-se numa informação imprescindível na mesa dos debates gerenciais.

Uma geografia comprometida com a conservação então, teria esta capacidade em analisar um território complexo e, nas suas relações, uma vez mapeadas e descritas as razões ecológicas de sua existência, oferecer argumentos sobre os processos ecossistêmicos, de conservação e de gestão pública, podendo-se afirmar como mediador territorial sobre uma proposta de intervenção natural, estando por formação e desempenho profissional, de posse das informações e resultados a cerca desta paisagem interposta.

Neste sentido, o resultado final desta tese reúne uma série de metodologias e ferramentas de leitura da geodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, em geral, e no Cariri Paraibano em específico, produzindo uma leitura sistemática, interpretativa, visual e passível de uso conjunto em um Planejamento Ambiental com foco na sustentabilidade do ambiental desejado.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Referências bibliográficas do Nordeste seco. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 115–143, 1999.
- ADAMS, D.; SCOTT, A. J.; HARDMAN, M. Guerrilla warfare in the planning system: revolutionary progress towards sustainability? **Geografiska Annaler: Series B, Human Geography**, v. 95, n. 4, p. 375–387, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/geob.12031>
- AGUILERA, E. Y., SATO, A. M., LLAMBÍAS, E., TICKYJ, H. Erosion Surface and Granitic Morphology in the Sierra de Lihuel Calel, Province of La Pampa, Argentina. In: **Gondwana Landscapes in southern South America**. Dordrecht: Springer Netherlands. p. 393–422. 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7702-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7702-6_14)
- ALVES, K. M. A. S. **Variabilidade pluvial no semiárido brasileiro: impactos e vulnerabilidades na paisagem da bacia hidrográfica do rio Moxotó**. Universidade Federal de Pernambuco. 2016.
- ANDERSSON-SKÖLD, Y., SUER, P., BERGMAN, R., HELGESSON, H. Sustainable decisions on the agenda – a decision support tool and its application on climate-change adaptation. **Local Environment**, v. 21, n. 1, p. 85–104, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13549839.2014.922531>
- ANDRADE, D. C., ROMEIRO, A. R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”**. IE/UNICAMP, São Paulo. 2009. 159 p.
- ANDRADE, M. O. A sacralidade da natureza no pensamento ecológico: reflexos na gestão das unidades de conservação - UCs. **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, p. 85–94. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.21707/gs.v1i1.2231>
- ARAUJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB**. Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
- ARMSTRONG, W., FOLEY, N.S., TINCH R., VAN DEN HOVE, S. Services from the deep: Steps towards valuation of deep sea goods and services. **Ecosystem Services**, v. 2, p. 2–13. 2012.
- AZEVEDO, D. C. F. Água: Importância e gestão no semiárido nordestino. **Questões contemporâneas**. v. 11, n. 1, 2012.
- BARACUHY, J. G. V. **Manejo integrado de microbacia no semiárido: estudo de um caso**. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.
- BARREIROS, A. M. **Da paisagem como objeto da geografia: repasse teórico e sugestão metodológica**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.8.2018.tde-19022018-121253>
- BASTIAN, O., GRUNEWALD, K., KHORSHEV, A. V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in

- Russia. **Landscape Ecology**, v. 30, p. 1145–1164. 2015.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: ensaio metodológico**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1971.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, v. 1. *E-book*. 1994.
- BRASIL. **Estudo Propositivo para Dinamização Econômica do Território do Cariri (Versão Preliminar)**. Secretaria de Desenvolvimento Territorial SDT/MDA, *E-book*. 2005.
- BRILHA, J. Geoconservation and protected areas. *In: Research Gate*. Spain: Research Gate, *E-book*. v. 62p. 1–4. 2002.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação**. 1ª ed. Braga: Palimage Editores, 2005.
- BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119–134, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- BROOKSHIRE, D. S., GOODRICH, D., DIXON, M. D., BRAND, L. A., BENEDICT, K., LANSEY, K. Ecosystem Services and Reallocation Choices: A Framework for Preserving Semi-Arid Regions in the Southwest. **Journal of Contemporary Water Research & Education**, v. 144, n. 1, p. 60–74, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2010.00075.x>
- BRUSCHI, V. M., CENDRERO, A. Geosite evaluation. Can we measure intangible values? **Italian Journal Quaternary Sciences (vol. speciale)**, Rome, v. 18, n. 1, p. 293–306. 2005.
- BURKHARD, B., KROLL, F., NEDKOV, S., MÜLLER, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 17–29, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. Pensoft Publishers, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>
- CARVALHO, E. A. DE. ARAÚJO, P. C. de. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas I: geografia**. Natal, RN: EDUFRN, 2008.
- CARVALHO, M. G. R. F. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica**. 1982. - João Pessoa: Universitária da UFPB/FUNAPE, 1982.
- CASTRO, D. P. de. **Composição, distribuição estacional e uso de habitats de anuros de afloramentos rochosos do semiárido brasileiro**. 2012. - Universidade Federal do Ceará, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20943.69283>
- CGEE. Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**, Brasília. 2016.
- CHERNYKH, D. V. *et al.* Spatiotemporal Dynamics of Landscapes of Plain and Mountain

Catchments in the Altai Region During the Last 40 Years. **Geography and Natural Resources**, v. 39, n. 3, p. 228–238, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1134/S187537281803006X>

CLAVAL, P. A paisagem dos geógrafos. In: ROSENDAHL, ZENY & CORRÊA, R. L. (org.). **Paisagens, textos e identidade**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2004.

COMMON, M.; STAGL, S. **Ecological Economics**. Cambridge University Press, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511805547>

CORATZA, P., GIUSTI, C. Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. **Il Quaternario**, v. 18, p. 307–313. 2005.

COSTANZA, R., D'ARGE, R., de GROOT, R., FARBERK, S., GRASSO, M., HANNON, B. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997.

COSTANZA, R. A floresta é muito mais do que suas árvores. **Exame CEO**. São Paulo, p. 85–94. 2009.

COSTANZA, R., DE GROOT, R., SUTTON, P., VAN DER PLOEG, S., ANDERSON, S. J., KUBISZEWSKI, I. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

COZINE, J. J. **Saving the Big Thicket: from exploration to preservation**. Denton, TX. 2004.

CREMONEZ, F. E. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria, MG, Brasil**. p. 1–10, 1961.

CZÚCZ, B., ARANY, I., POTSCHIN-YOUNG, M., BERECHKI, K., KERTÉSZ, M., KISS, M. Where concepts meet the real world: A systematic review of ecosystem service indicators and their classification using CICES. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 145–157, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.11.018>

DAILY, G. C. Introduction: What Are Ecosystem Services? In: DAILY, G.C. (org.). **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington DC.: Ed., Island Press, p. 1–10. 1997.

DEFINIENS IMAGING. E. **Cognition: user guide**. 468 p. 2000.

DEFRA. An introductory guide to valuing ecosystem services. **Department for Environment, Food and Rural Affairs**. London, p. 1–68, 2007.

DENARDIN, V.; SULZBACH, M. Capital natural na perspectiva da economia. 2002. Disponível em: [http://www.unisc.br/universidade/estrutura.../nucleos/.../capital\\_natural.pdf](http://www.unisc.br/universidade/estrutura.../nucleos/.../capital_natural.pdf) Acesso em: 31 dez. 2019

DERMEVAL, A. F., BARACUHY, J. G. V., FRANCISCO, P. R. M., FERNANDES NETO, S., SOUSA, V. A. **Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido**

**brasileiro.** Campina Grande, 2014.

DINIZ, M. T., OLIVEIRA, G. P., MEDEIROS, D. B. S. Proposta de classificação das paisagens integradas. **REGENE. Brasil.** v. 1, n. 1, p. 51–65, 2015.

EDER, F. W.; PATZAK, M. Geoparks—geological attractions: A tool for public education, recreation and sustainable economic development. **Episodes.** v. 27, n. 3, p. 162–164. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2004/v27i3/001>

EGOH, B., EVANGELIA, G. D., DUNBAR, M. B., MAES, J., WILLEMEN, L. **Indicators for mapping ecosystem services: a review.** Luxembourg: JRC Scientific and Policy Reports, 114 p. 2010.

ENVI. **Exelis Visual Information Solutions. software ENVI 5.1.** 1 Cd Rom. Bolder, Colorado. 2014.

ESRI. ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS for Desktop.** Versão.10.1. Redlands: ESRI.

EUROPEAN UNION. **System of Environmental-Economic Accounting 2012 Applications and Extensions:** System Off of Environmental-Economic Account. Nova York-EUA: United Nacional. 2012.

FAO. **Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões.** Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020 «Reefs at Risk Revisited» Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline/>.

FARIAS, P. S. C. **A Produção da Bentonita em Boa Vista – PB e Suas Redes de Comercialização: um exemplo de fixos e fluxos geográficos do período histórico atual.** Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2003.

FASSOULAS, C. **Field guide to the geology of Crete.** Heraklion. Natural History Museum of Crete. 2001.

FASSOULAS, C. **The Geological heritage of Psiloritis (field guide).** OTA, Anogia. 2008.

FISHER, B., TURNER, R. K., MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics.** v. 68, n. 3, p. 643–653. 2009.

GADGIL, M., BERKES, F., FOLKE, C. Indigenous knowledge for biodiversity conservation. **Ambio.** v. 22, n. 2–3, p. 151–156, 1993.

GENELETE, D. **Integrating Ecosystem Services in Strategic Environmental Assessment: A guide for practitioners.** Nairobi, Kenia. 2004.

GEORGE, P. **Os métodos da Geografia.** São Paulo. 1972.

GODET, L., MATHEVET, R. **Pour une géographie de la conservation Biodiversités - natures et sociétés.** Paris.: L'Harmatan, 357 p. 2015.

GOTTFRIED, M., PAULI, H., FUTSCHIK, A., AKHALKATSI, M., BARANČOK, P., BENITO ALONSO, J. L., Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. **Nature Climate Change**, v. 2, n. 2, p. 111–115, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nclimate1329>

GRANDGIRARD, V. Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel. La mémoire de la Terre est notre mémoire. **Geographica Helvetica**, v. 2, p. 47–56. 1997.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 1<sup>a</sup> ed. ed. Chichester: John Wiley & Sons. 2004.

GRAY, M. Geodiversity: developing the paradigm. **Proceedings of the Geologists' Association**. v. 119, n. 3–4, p. 287–298. 2008.

GRAY, M. Valuing Geodiversity in an 'Ecosystem Services' Context. **Scottish Geographical Journal**. v. 128, n. 3–4, p. 177–194. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14702541.2012.725858>

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons. 495 p. 2013.

GRAY, M., GORDON, J. E., BROWN, E. J. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. **Proceedings of the Geologists' Association**. v. 124, n. 4, p. 659–673, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2013.01.003>

HAINES-YOUNG, R. POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4**: August-December.

HAINES-YOUNG, ROY POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1. Guidance on the Application of the Revised Structure**. Barton in Fabis, Nottingham, NG11 0AE, UK. 2018.

HEIN, L., BAGSTAD, K., EDENS, B., OBST, C., DE JONG, R., LESSCHEN, J. P. Defining Ecosystem Assets for Natural Capital Accounting. **PLOS ONE**, v. 11, n. 11, p. e0164460, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164460>

HOLMES, M. C. C., JAMPIJINPA, W., STEPHEN, P. Law for Country: the Structure of Warlpiri Ecological Knowledge and Its Application to Natural Resource Management and Ecosystem Stewardship. **Ecology and Society**. v. 18, n. 3, p. art19. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5751/ES-05537-180319>

HUSSAIN, S., ARSHAD, M., SPRINGAEL, D., SØRENSEN, S. R., BENDING, G.D., DEVERS-LAMRANI, M. Abiotic and Biotic Processes Governing the Fate of Phenylurea Herbicides in Soils: A Review. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 45, n. 18, p. 1947–1998. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10643389.2014.1001141>

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Estados. Paraíba. 2017.



IBGE. Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2018.

JACKSON, S., PALMER, L. R. Reconceptualizing ecosystem services. **Progress in Human Geography**. v. 39, n. 2, p. 122–145, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0309132514540016>

LA NOTTE, A. *et al.* Physical and monetary ecosystem service accounts for Europe: A case study for in-stream nitrogen retention. **Ecosystem Services**. v. 23, p. 18–29, 2017 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.002>

LA NOTTE, A., MAES, J., DALMAZZONE, S., CROSSMAN, N. D., GRIZZETTI, B., BIDOGLIO, G. Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. **Ecological Indicators**, EUA, v. 74, p. 392–402. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.030>

LAGES, G. A., MARINHO, M. S., NASCIMENTO, M. A. L., MEDEIROS, V. C., DANTAS, E. L., FIALHO, D. Mar de Bolas do Lajedo do Pai Mateus, Cabaceiras, PB - Campo de matações graníticos gigantes e registros rupestres de civilização pré-colombiana. *In*: WINGE, M., SCHOBENHAUS, C., SOUZA, C. R. G., FERNANDES, A. C. S., BERBERT-BORN, M., SALLUN FILHO, W., QUEIROZ, E. T. (org.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio068/sitio068.pdf>

LAGES, G. de A. *et al.* **Geoparque Cariri: proposta**.

LASSEUR, R. Cartographie multi-échelles des services écosystémiques: caractérisation des associations spatiales et apports de la télédétection. **Biodiversité Ecologie**. França. 2017.

LEAL, F. L. A. **Na mão e na contramão da política: A realização da Política Nacional de Educação do Campo em Municípios do Cariri Paraibano**. Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil. 2012.

LELE, S., SPRINGATE-BAGINSKI, O., LAKERVELD, R., DEB, D., DASH, P. Ecosystem Services: Origins, Contributions, Pitfalls, and Alternatives. **Conservation and Society**. v. 11, n. 4, p. 343. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/0972-4923.125752>

LEOPOLD, L. B. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. **Geological Survey**. EUA. 1961.

LOUVEL, J., GAUDILAT, V., PONCET, L. **European Nature Information System Système d'information européen sur la nature: Classification des habitats**. França, 2013.

LUNGUINHO, R. L. **Nos caminhos dos relevos residuais: contribuição a ecohidrologia de encostas no semiárido brasileiro**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2018.

MABESOONE, J. M.; ROLIM, J. L. Quaternário do Nordeste oriental brasileiro. **Estudos Sedimentológicos**. v. 3–4, p. 89–130. 1973.

MADUREIRA, L., MAGALHÃES, P., SILVA, P. G., MARINHO, C., OLIVEIRA, R.

**Economia dos serviços de ecossistema um guia para conhecer e valorizar serviços de agroecossistemas em áreas protegidas de montanha.** Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza. 239 p. 2017.

MARIANO NETO, B. **Ecologia e Imaginário nos Cariris Velhos do Paraíba: memória cultural e natureza no cerimonial da vida.** Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 1999.

MARTA-PEDROSO, C. *et al.* **Mapeamento e Avaliação dos Serviços de Ecossistema em Portugal: Estudo da Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade para o Parque Natural de S. Mamede.** Estudo encomendado pelo Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, I. P. Lisboa, 2014.

MARTINELLI, M. Mapas de Geografia e cartografia temática. **Contexto, São Paulo, Ciências da Terra.** v. 13, p. 1–27. 1971.

MARTINI, G. Actes du premier symposium international sur la protection du patrimoine géologique. **Société Géologique de France.** Digne-les-Bains, 11-16 juin 1991. Paris. 1994.

MCAFEE, K., SHAPIRO, E. N. Payments for Ecosystem Services in Mexico: Nature, Neoliberalism, Social Movements, and the State. **Annals of the Association of American Geographers.** v. 100, n. 3, p. 579–599, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00045601003794833>

MCDONOUGH, K. *et al.* Analysis of publication trends in ecosystem services research. **Ecosystem Services.** v. 25, p. 82–88, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.03.022>

MCKEEVER, P. J., ZOUROS, N. Geoparks: celebrating Earth heritage, sustaining local communities. **Episodes.** v. 28, n. 4, p. 274–278. 2005.

MCNAIR, D., TOMAS, T. US EPA Classification System for Final Ecosystem Goods and Services : Implications for Corporation. **EUA: ACES.** p. 14, 2014.

MCPHEARSON, T.; KREMER, P.; HAMSTEAD, Z. A. Mapping ecosystem services in New York City: Applying a social–ecological approach in urban vacant land. **Ecosystem Services,** v. 5, p. 11–26, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.06.005>

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **A Toolkit for Understanding and Action Protecting Nature’s Services. Protecting Ourselves.** 2007.

MENDONÇA, F. A. Dualidade e dicotomia da geografia moderna. **RA’E GA: O espaço geográfico em análise.**, Curitiba: Departamento de Geografia/UFPR, v. 1, n. 2. 1998.

MENESES, L. F.; SOUZA, B. I. Patrimônio Geomorfológico da Área do Projeto Geoparque Cariri Paraibano. *In:* 2017, Recife 1 ed. GEQUA. **I Workshop de geomorfologia e geoarqueologia do Nordeste.** Recife 1 ed. GEQUA: *In:* LISTO, F.L.R; MÜTZENBERG, D.S; TAVARES, B.A.C. (Org.). p. 67–77. 2017.

MENESES, L. F. de. **O conhecimento da geodiversidade para o desenvolvimento regional**

**do cariri paraibano.** 2020. - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2020.

MILLER JR., G. T. **Ciência Ambiental.** São Paulo: Thomson Learning. 2007.

MIN. Relatório final. **Grupo de Trabalho Interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas.** 2005.

MOCHIUTTI, N. F. GUIMARÃES, G. B., MOREIRA, J. C., LIMA, F. F., FREITAS, F. I. Os Valores da Geodiversidade: Geossítio do Geopark do Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ.** v. 35, n. 1, p. 173–189. 2012.

MOCHIUTTI, N. F., GUIMARÃES, G. B., MELO, M. S. Os Valores da Geodiversidade na Região de Piraí da Serra, Paraná. **Geociências UNESP.** v. 30, n. 4, p. 651–668. 2011.

MONTEIRO, C. A. **Geossistema: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2001.

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. **Impact Assessment and Project Appraisal.** v. 30, n. 1, p. 5–14. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14615517.2012.661557>

NATURAL ENGLAND. **Revealing the value of nature.** 1ª ed. ed. Birmingham: W Lake. 38 p. 2006.

OCDE - Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico. History. 2019. Disponível em: <http://www.oecd.org/about/history/> Acesso em 09 jan. 2019.

OLIVEIRA, R. B., GODOY, S. A. P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica.** v. 7, n. 2, p. 37–47. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000200004>

PALOMO, I., WILLEMEN, L., DRAKOU, E., BURKHARD, B., CROSSMAN, N., BELLAMY, C. Practical solutions for bottlenecks in ecosystem services mapping. **One Ecosystem.** v. 3, p. e20713, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e20713>

PARAÍBA. Decreto Nº 25.083 de 08 de Junho de 2004. Cria a Área de Proteção Ambiental do Cariri, no Estado da Paraíba, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Paraíba, João Pessoa.** 2004.

PASSOS, M. M. **A Raia Divisória: geossistema, paisagem e eco-história.** Maringá: Eduem, v. 1. 2006.

PISSINATI, M. C., ARCHELA, R. S. Geossistema, Território e Paisagem – Método de Estudo da Paisagem Rural sob a Ótica Bertrandiana. **Geografia, Londrina.** v. 18, n. 1, p. 5–31. 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>. Acesso em 23 out 2018.

POTSCHIN, M. B.; H., H.-Y. R. **Proposal for a common international classification of ecosystem goods and services (CICES) for integrated environmental and economic accounting.** New York: European Environment Agency. 23 p. 2010.

POTSCHIN, M. B.; HAINES-YOUNG, R. H. Ecosystem services. **Progress in Physical**

**Geography: Earth and Environment**, Routledge, London and New York, v. 35, n. 5, p. 575–594, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0309133311423172>

PRALONG, J. P. A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**. v. 11, n. 3, p. 189–196. 2005.

PROJETO TEEB. Cartilha metodológica segundo a experiência de Duque de Caxias – RJ. **Projeto TEEB Regional–Local Mapeamento de Serviços Ecosistêmicos no Território**. p. 35. 2018. Disponível em: [www.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dosecossistemas-e-da-biodiversidade](http://www.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dosecossistemas-e-da-biodiversidade)

RIVAS, V., RIX, K., FRANCES, E., CENDRERO, A., BRUNSDEN, D. Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources. **Geomorphology**. v. 18, n. 3–4, p. 169–182. 1997.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E. V., CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza, Brasil: Edições UFC. 222 p. 2007.

ROMERO, A. G., JIMÉNEZ, J. M. **El paisaje en el ambito de la Geografia**. México. 2002.

ROSA, J. C. S., SÁNCHEZ, L. E. **Vantagens e limitações da aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos**. ABAI. São Paulo. 2014.

SANCHEZ, L. H. **Serviços ecossistêmicos em avaliação de impacto ambiental**. São Paulo. 2014.

SANCHEZ, L. H. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e métodos**. São Paulo. 2015.

SANTOS, J. S. **Cariri e Tarairiú?: culturas tapuiaias nos sertões da Paraíba**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.

SCHIELE, S., GREIBER, T. **Lessons Learned from Cameroon, China, Costa Rica, and Ecuador Governance of Ecosystem Services**. Gland, Switzerland. 2011.

SCHMID, M. L., ACEVEDO, L. Políticas públicas para o pagamento de serviços ambientais relacionado à manutenção do estoque de carbono em florestas nativas como ferramenta de combate ao aquecimento global. **VII Congresso Latino Americano de Direito Florestal Ambiental**. Curitiba. 2009.

SERRANO, E., GONZÁLEZ-TRUEBA, J. J. Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain) - Évaluation des géomorphosites dans les espaces naturels protégés: le Parc National des Picos de Europa (Espagne). **Géomorphologie: relief, processus , environnement**. v. 3, p. 197–208. 2005.

SERRANO, E. Geodiversity: A theoretical and applied concept. **Geographica Helvetica**. Espanha. 2007.

SHARPLES, C. Geoconservation in forest management-principles and procedures. **Research Gate**. v. 62. Espanha. 2007.

SILVA, A. B. da. **Relations of power, fragmentation and management of northeastern semi-arid territory: a look over the Cariri Paraibano**. 2006. - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2006.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **São Paulo, Instituto de Geografia USP**. p. 51. 1977.

SOUZA, B. I. **Cariri Paraibano: do silêncio do lugar á desertificação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS – BR. 2008.

SOUZA, B. I.; SOUZA, R. S. Processo de ocupação dos Cariris Velhos – PB e efeitos na cobertura vegetal: contribuição à Biogeografia Cultural do semiárido. *In: Caderno de Geografia*. v. 26, p. 229–258. 2016.

SOUZA DE, N. R. L. XAVIER, R. A. A IMPORTÂNCIA DOS “LAJEDOS” NA PAISAGEM GEOMORFOLÓGICA DO CARIRI PARAIBANO. **Unicamp. São Paulo**. 2013. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2585>. Acesso em 20/01/2019.

SPANGENBERG, J. H. Integrated scenarios for assessing biodiversity risks. **Sustainable Development**. v. 15, p. 343–356. 2007.

STROUP, R. L. Controlling earth’s resources: Markets or socialism? **Population and Environment**. v. 12, n. 3, p. 265–284, 1991.

SUKHDEV, P., WITTMER, H., SCHRÖTER-SCHLAACK, C., NEßHÖVER, C., BISHOP, J., TEN BRINK, P. GUNDIMEDA, H., KUMAR, P. Mainstreaming the Economics of Nature: a Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB. *In: TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), 2010.

WOLF, M. M., KUPLICH, T. M., GONÇALVES, A. S. Serviços Ecosistêmicos na Apa Ibirapuitã, Rio Grande do Sul. **ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**. Santos: Anais eletrônicos. São José dos Campos, INPE, 2019.

ZHANG, L., LÜ, Y., FU, B., DONG, Z., ZENG, Y., WU, B. Mapping ecosystem services for China’s ecoregions with a biophysical surrogate approach. **Landscape and Urban Planning**. v. 161, p. 22–31, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.12.015>