



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**VALORAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL QUE
ENVOLVEM O CADASTRO AMBIENTAL RURAL (CAR)**

ICARO ABREU VIANA

BELO HORIZONTE

2021

ICARO ABREU VIANA

**VALORAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL QUE
ENVOLVEM O CADASTRO AMBIENTAL RURAL (CAR)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Junior

BELO HORIZONTE

2021

ICÁRO ABREU VIANA

VALORAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL QUE
ENVOLVEM O CADASTRO AMBIENTAL RURAL (CAR)

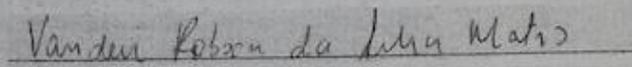
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas
Gerais como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 07 de ABRIL de 2021

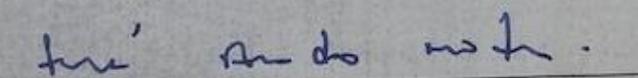
Banca examinadora:



Arnaldo Freitas de Oliveira Junior Presidente da Banca Examinadora Prof.
DL CEFET/MG Orientador(a)



Vandeir Robson da Silva Maitias
Prof. Dr. CEFET/MG



José Aroudo da Mota

AGRADECIMENTOS

A Deus, aos santos, anjos e ancestrais que me acompanham e possibilitaram chegar até esse momento de suma importância na minha carreira acadêmica.

Aos meus familiares, em foco minha mãe Carem Abreu, meu pai Dênis Henrique, minha tia Silvana Lúcia, meus avós Geraldo e Eunice. Sem o apoio de vocês não conseguiria chegar até nesse dia e com certeza a minha conquista também é suas e leva um pouquinho de cada um.

Aos mestres e mestras que me ajudaram com conselhos, motivações, incentivos e abrindo seus espaços para eu conseguisse ter forças para chegar ao final dessa caminhada.

Ao professor Arnaldo de Freitas que me apoiou e me fez crescer tanto como aluno quanto pessoa. Você realmente fez a diferença na minha caminhada acadêmica e foi um dos principais motivos para que fizesse essa escolha de você se tornar meu orientador e que pudéssemos fazer esse trabalho juntos somando na caminhada um do outro.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma maneira contribuíram para eu ser a pessoa que está aqui nesse momento apresentando esse trabalho acadêmico. Gratidão.

RESUMO

VIANA, ICARO ABREU. **Valoração Ambiental das Áreas de Reserva Legal que envolvem o Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. 2021. 51. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

Para identificar e mapear as propriedades rurais o Governo Federal criou o Cadastro Ambiental rural (CAR). Por meio dessa ferramenta pode-se visualizar as propriedades particulares e sua relação com a proteção da biodiversidade e dos seus ecossistemas em cada bioma. Neste contexto destaca-se as áreas de reserva legal. As Reservas Legais (RL) são instrumentos de gestão pública definidas pelo Código Florestal Brasileiro, representado pela Lei nº12.651, de 25 de Maio de 2012. Diante dessa perspectiva o objetivo deste artigo é estimar o valor dos serviços ecossistêmicos das Reservas Legais, por cada Bioma do Brasil, consideradas no cadastro ambiental rural (CAR). Quanto ao método de valoração empregado, a pesquisa foi dividida em duas etapas: na primeira foi mensurado o valor monetário dos dezessete serviços ecossistêmicos de acordo com o trabalho realizado por Costanza *et al.* (2014). Para valorar quantidade do estoque de carbono foi utilizada a metodologia de CARDOSO, E. L. et al., 2017. Foram correlacionados os valores obtidos com os Biomas, Índice de Gini, IDH e PIB per capita. O valor total dos serviços ecossistêmicos foi estimado em R\$ 819.807.472.639/ha/ano. Em relação ao estoque de carbono, o valor foi estimado em R\$ 108.098.123.736/ha/ano. A partir desses resultados pode-se inferir que o valor das RL contribui diretamente e indiretamente para a economia local, a partir da provisão de diversos bens e serviços ecossistêmicos em favor da sociedade. Considerando estes resultados, foi feita uma correlação com o IDH, Gini e PIB, e percebeu-se, que para alguns Biomas (Amazônia e Mata Atlântica), quanto maior a desigualdade social mais essas áreas passam pelo processo de devastação. Diante do exposto destaca-se a importância das áreas de Reserva Legal como provedoras de serviços ecossistêmicos destacando o valor que possuem. Neste trabalho foi enfatizado apenas o valor monetário. Porém, pode-se inferir outros valores, tais como social, cultural, religioso, paisagístico, científico, ecológico, entre outros. Por fim, os resultados obtidos demonstraram, seja para o governo, a sociedade, e, principalmente, para os proprietários rurais a essencialidade das reservas legais.

Palavras-chave: Valoração Ambiental. Reserva Legal. Cadastro Ambiental Rural.

ABSTRACT

VIANA, ICARO ABREU. **Environmental Valuation of Legal Reserve Areas that involve the Rural Environmental Registry (CAR)**. 2021. 51. Monograph (Graduation in Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center for Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

To identify and map rural properties, the Brazilian Federal Government created the Rural Environmental Registry (CAR). Through this, it is possible to visualize the particular properties and their relationship with the protection of biodiversity and its ecosystems in each biome. In this context it stands out as areas of legal reserve. Legal Reserves (RL) are public management instruments defined by the Brazilian Forest Code, represented by Law nº 12.651, of May 25, 2012. In view of this perspective, the objective of this article is to estimate the value of the ecosystem services of Legal Reserves, by each Biome in Brazil, considered in the rural environmental registry (CAR). As for the valuation method, the research was divided into two stages: in the first, the monetary value of the seventeen ecosystem services was measured according to the work carried out by Costanza et al. (2014). The CARDOSO, E. L. et al., (2017) methodology was used to value the amount of carbon stock. The values obtained were correlated with the Biomes, Gini Index, IDH and PIB. The total value of ecosystem services was estimated at R\$ 819,807,472,639 /ha/year. In relation to the carbon stock, the value was estimated at R\$ 108,098,123,736 /ha/year. From these results it can be inferred that the value of the RL contributes directly and indirectly to the local economy, from the provision of various ecosystem goods and services in favor of society. These results, a correlation was made with the IDH, Gini and PIB, and it is corrected, that for some biomes (Amazon and Atlantic Forest), the greater social inequality more these areas go through the process of devastation. Given the above, the importance of the Legal Reserve areas as providers of ecosystem services is highlighted, highlighting the value they have. In this work, only the monetary value was emphasized. However, one can infer other values, such as social, cultural, religious, landscape, scientific, ecological, among others. Finally, the results obtained demonstrated, whether for the government, the society, and, mainly, for the proprietary owners, the essentiality of legal reserves.

Keywords: Environmental Valuation. Legal Reserve. Rural Environmental Registry.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVO.....	13
2.1	Objetivo Geral.....	13
2.2	Objetivos específicos.....	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1	Código Florestal e a Reserva Legal.....	14
3.2	Agricultura no Brasil.....	15
3.3	Cadastro Ambiental Rural (CAR)	17
3.4	Uso das propriedades rurais antes do CAR.....	17
3.5	Pós advento do CAR.....	18
3.6	Serviços Ecosistêmicos.....	21
3.7	Valoração Ambiental.....	24
3.1	Índice de Gini e IDH.....	25
4	METODOLOGIA.....	28
4.1	Metodologia de CONSTANZA2014.....	29
4.2	Metodologia para Valoração do Carbono.....	30
4.3	IDH e Gini.....	32
5	RESULTADOS.....	33
5.1	Biomassas e seus valores.....	33
5.2	O CAR e as RL.....	40
5.3	Índice de Gini, Desenvolvimento Humano e Valoração.....	41
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	47
7	REFERÊNCIAS.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Áreas de preservação das RL por Biomas.....	14
Figura 3.2 – Dados CAR.....	19
Figura 3.3 – Categorias e serviços ambientais.....	21
Figura 3.4 – Funções e serviços do ecossistema.....	23
Figura 4.1 – Valor total dos serviços ambientais por área, em R\$/Ha/ano.....	29
Figura 4.2 – Avaliação emergética de pastagens nativas.....	31
Figura 5.1 – Valores de VSE e seus respectivos Biomas.....	34
Figura 5.2 – Contribuição dos VSE das RL's/Biomas (%) (VSE).....	38
Figura 5.3 – Contribuição dos VC das RL's/Biomas (%) (VC).....	39
Figura 5.4 – Valores de VSE, Índice de Gini e IDH por Bioma.....	41
Figura 5.5 – PIB per capita de 2000 a 2010 (R\$).....	42
Figura 5.6 – Estados divididos por Biomas.....	44
Figura 5.7 – Classificação do IDH.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Biomas e seus dados	20
Tabela 4.1 – Valores de crédito de carbono e índice de carbono eficiente.....	32
Tabela 5.1 – Valores Ecosistêmicos das RL/Bioma (VSE e VC em \$/Ha/ano).....	34
Tabela 5.2 – Valores dos 17 Serviços Ecosistêmicos.....	36
Tabela 5.3 – Valores dos Serviços Ecosistêmicos agrupados.....	37
Tabela 5.4 – Valores de VTSE, PIB per capita, IDH e Gini por Bioma.....	42
Tabela 5.5 – Valores de Gini, IDH e PIB per capita Estados Brasileiros.....	43
Tabela 5.6 – Média dos valores do Índice de Gini e IDH por Bioma.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEM – Avaliação Ecológica do Milênio

APP – Área de Preservação Permanente

ARL – Área de Reserva Legal

CAR – Cadastro Ambiental Rural

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

DAP – Disposição à Pagar

EC – Estoque de Carbono

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IPEA – Instituto de pesquisa aplicada

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PRA – Programa de Regularização Ambiental

RL – Reserva Legal

SE – Serviços Ecológicos

SITE – Sistema de Inteligência Territorial Estratégica

VEC – Valor do carbono estocado

VET – Valor Econômico Total

VSE_{RL} – Valor total do serviços ecológicos

1 INTRODUÇÃO

As Reservas Legais (RL) são instrumentos de gestão pública definidas pelo Código Florestal Brasileiro, representado pela Lei nº12.651, de 25 de Maio de 2012, que “estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos”. Além disso, ela também é responsável por assegurar o compromisso do Brasil com a preservação de suas florestas e seus bens naturais e reafirmar a importância da função estratégica da atividade agropecuária sobre o papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade (BRASIL, 2012).

As Reservas Legais são entendidas como sendo: “áreas localizadas no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”. Dessa maneira, ela funciona como uma forma de amparo para essas áreas verdes dentro das propriedades rurais, impedindo que os proprietários devastem essa área para utilização do terreno para outros fins, que podem gerar várias perdas de serviços ecossistêmicos (SE) e biodiversidade (BRASIL, 2012).

As RL nos últimos anos passaram a ser um tema polêmico entre os ruralistas e os ambientalistas. Isso se deu pelo fato que um lado acaba buscando um aproveitamento da terra apenas no seu sentido monetário, enquanto o outro foca seus olhares para a preservação dessas áreas, como pilar para um desenvolvimento de forma sustentável (BRASIL, 2012).

A exemplo desse conflito de interesse tem-se que os ruralistas exigiam uma mudança da área destinada à RL na Amazônia, que era de 80% de área preservada para 50% e solicitavam uma flexibilização das obrigações de restauração das reservas, tudo isso para que pudessem ter mais áreas disponíveis para gado e agricultura (METZGER, 2002). Enquanto isso, os ambientalistas defendem a manutenção dessas terra de seus serviços ecossistêmicos.

Esses serviços são benefícios providos pelos ecossistemas que garantem a sobrevivência e bem estar das espécies, satisfazendo direta ou indiretamente as necessidades humanas (GUEDES, 2011). Assim, a manutenção da qualidade do ar, a provisão de água de qualidade para consumo, a fertilidade dos solos e muitos outros benefícios sociais, culturais, espirituais, estéticos, recreativos e educativos são providos deles (DE GROOT et al., 2002).

O reconhecimento dos serviços ecossistêmicos tem uma contribuição bastante importante no cenário atual, uma vez que ele estabelece uma relação existente entre o ser humano e o resto da natureza. Para melhor compreensão do papel dos serviços ecossistêmicos, enfatiza-se os ativos naturais como componentes críticos de riqueza inclusiva, bem-estar e sustentabilidade, e, além disso, mudança do quadro de como a sociedade percebe a natureza como essencial para resolver o problema de como construir um futuro sustentável e desejável para a humanidade (CONSTANZA et al., 2014). Dessa forma, as RL por serem áreas que servem de berço para todos esses serviços acabam se tornando áreas de extrema importância no cenário brasileiro e mundial, necessitando esse olhar mais atento a sua preservação.

Como o Brasil apresenta uma extensa área territorial, há grande dificuldade para se estabelecer as áreas rurais existentes e de que forma elas contribuem para a preservação ambiental. Para um melhor monitoramento a respeito dessa relação, a Embrapa Territorial desenvolveu um projeto denominado: Cadastro Ambiental Rural (CAR). Por meio desse cadastro o governo federal pôde visualizar as áreas verdes de maneira mais eficaz e traçar medidas mais abrangentes na questão da utilização das propriedades particulares e a sua relação com a proteção da biodiversidade e dos seus ecossistemas.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Diante dessa perspectiva o objetivo deste artigo é estimar o valor dos serviços ecossistêmicos das Reservas Legais, por cada Bioma do Brasil, consideradas no cadastro ambiental rural (CAR).

2.2 Objetivos Específicos

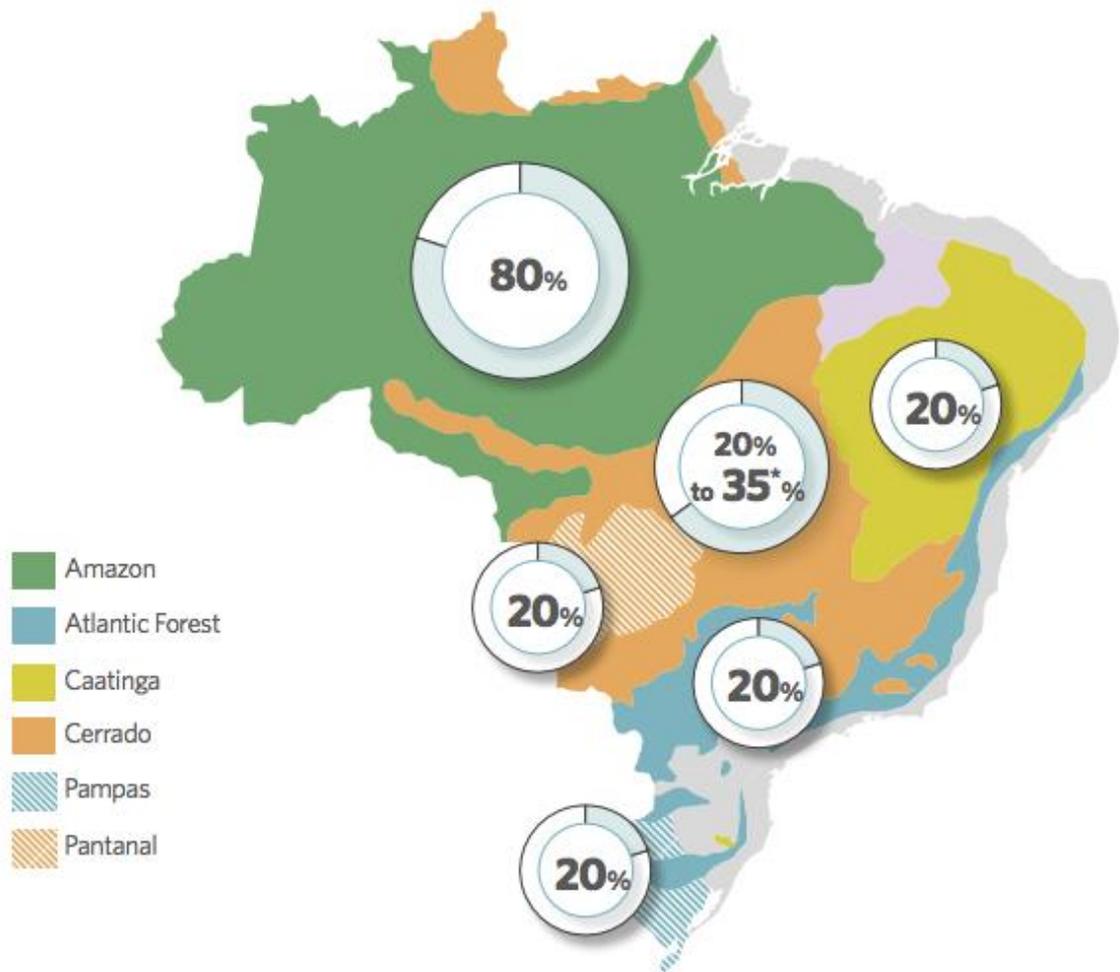
- Levantar as áreas de Reserva Legal consideradas no CAR em cada Bioma a partir do levantamento realizado pela EMBRAPA 2020.
- Aplicar a metodologia de valoração proposta por CONSTANZA et al. (2014).
- Aplicar a metodologia de CARDOSO, E. L. et al., 2017 para valoração do estoque de carbono.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sabe-se que como o Brasil possui uma área territorial muito extensa e com isso, a agricultura sempre esteve presente como uma forma de ocupar essa terra e dela tirar o máximo proveito possível.

3.1 Código Florestal e a Reserva Legal

Figura 3.1 – Áreas de preservação das RL por Biomas.



Fonte: Climate Bonds Initiative (2020).

Com a promulgação da Lei nº12.651, de 25 de Maio de 2012 que estabelece o “Novo Código Florestal” foi firmado (em seu artigo 12) que “Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal”. Assim foram estabelecidas

porcentagens de preservação dessas áreas de acordo com a sua localidade. Caso o imóvel estiver localizado na Amazônia Legal as seguintes áreas deverão ser preservadas: 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas; 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado; 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais. Caso o imóvel estiver situado nas demais regiões do País: 20% (BRASIL, 2012). A Figura 3.1 representa as porcentagens de preservação de acordo com o Bioma.

3.2 AGRICULTURA NO BRASIL

Segundo a EMBRAPA, entre 1950 e 1960, a agricultura brasileira era rudimentar. A soja estava começando a chegar ao Brasil, o que nessa época despertava a curiosidade dos produtores. Além disso, na agropecuária prevalecia o trabalho braçal (menos de 2% das propriedades rurais contavam com máquinas agrícolas). Como resultado desse cenário, essa época foi representada por um baixo rendimento por hectare e pouca produção. Entretanto, em relação aos serviços ecossistêmicos, essas áreas estavam com uma grande atividade, uma vez que uma boa parte dela se encontrava preservada.

Porém, para que houvesse um crescimento considerável da agricultura, seria necessário que essas extensas áreas rurais fossem convertidas em lavouras e pastagens (EMBRAPA, 2020). Assim, essas práticas acabaram por gerar inúmeros impactos ambientais como: perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos, erosões, assoreamentos...

Ainda segundo eles, em meio à esse cenário, o governo começou a instituir políticas específicas para que houvesse um aumento de produção e produtividade agrícola. Essa ação teve como resultado: investimentos públicos em pesquisas e desenvolvimento (inovações agronômicas, físico-químicas, biológicas), extensão rural, criação de órgãos como a EMBRAPA, programas, créditos agrícolas e complexos agroindustriais. Assim se deu o início da modernização que durante os seguintes anos a agricultura brasileira iria passar.

Com essa modernização realizada através do meio técnico-científico-informacional, foi possível perceber que esse aumento de produção geraria consequências não apenas no meio ambiente, mas também nas relações sociais, políticas e culturais (MATOS, 2011). Dessa maneira ficou evidente que também se obteve ao longo desse período uma nova relação entre capital x trabalho.

Tendo como base essa crescente mecanização dos espaços agroindustriais, a agricultura foi ganhando peso, até chegar no patamar em que se encontra atualmente, onde os setores de produção de grãos, carne bovina, avicultura e suinocultura juntos são responsáveis por uma grande quantidade de circulação de capital no país. Segundo dados da EMBRAPA a produção de grãos em 1975 era de 38 milhões e passou para 236 milhões em 2017. Atualmente espera-se que essa produção tenha um novo recorde chegando aos 251,42 milhões de toneladas na safra de 2019/2020 - Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

Com essa produção crescente, foi necessário que o governo estabelecesse uma porção dentro das áreas rurais para preservação ambiental. Caso isso não acontecesse, a maioria dos empreendimentos iriam usar a totalidade de seu território para a produção, o que aumentaria significativamente os impactos ambientais naquela região e no país como um todo. Assim, em 25 de maio de 2012 foi criada a lei 12.651 que “estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente (APP) e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.”

Ainda segundo a lei: “todo imóvel rural deve manter uma área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal. Trata-se de área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Sua dimensão mínima em termos percentuais relativos à área do imóvel é dependente de sua localização”. Dessa forma ficou decretado que imóveis situados na Amazônia devem ter 80% da sua área destinada à área de reserva legal (ARL); imóveis em área de Cerrado – 30 % destinado a ARL; imóveis em áreas de Campos Gerais - 20% destinado à ARL e imóveis em demais regiões – 20% destinado à ARL.

3.3 Cadastro Ambiental Rural (CAR)

O Cadastro Ambiental Rural – CAR foi criado pela Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, e regulamentado pela Instrução Normativa nº 2/MMA de 6 de maio de 2014. De acordo com a lei 12.651/12 o CAR corresponde a um:

“Registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. ”

De acordo com o Ministério da Agricultura (2016) o CAR é uma ferramenta que auxilia no processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais referentes às Áreas de Preservação Permanente - APP, de uso restrito, Reserva Legal (RL), remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa, e das áreas consolidadas, através do levantamento de informações georreferenciadas do imóvel, delimitando essas áreas de interesse ambiental, social e de utilidade pública. A fim de criar uma base de dados para auxiliar no diagnóstico ambiental, controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

Dessa maneira o CAR poderá auxiliar na formação de corredores ecológicos bem como na proteção e conservação dos recursos naturais, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental (LAUDARES et al., 2014).

O CAR traz inúmeros benefícios para o produtor rural como ajuda no planejamento do imóvel rural, comprovação de regularidade ambiental, acesso ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), maior competitividade no mercado, acesso ao crédito e seguro agrícola entre outros.

3.4 O Uso das propriedades rurais antes do CAR

De acordo com a Embrapa (2020), o setor agrícola Brasileiro é constituído de diversas atividades agropecuárias, que se diferenciam devido aos variados processos históricos, localização espacial, sistema de produção empregado, origem, condições socioeconômicas e fundiárias entre outros. Há um emprego tecnológico cada vez maior em sistemas de produção integrados, sustentáveis, eficientes e diversificados. Segundo Miranda (2013) às atividades agrícolas empregam mais de 32 milhões de trabalhadores, cerca de quase um terço dos empregados do País. A agricultura brasileira se destaca de outros setores da economia por estar sempre em crescimento. De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019) o valor bruto da produção agropecuária é da ordem de R\$564 bilhões, o Estado do Mato Grosso ocupa a primeira posição, com R\$ 82,8 bilhões, seguido de São Paulo com R\$ 70,2 bilhões, em terceiro encontra-se o Paraná R\$ 69,9 bilhões, Minas Gerais

em quarto com R\$ 55,2 bilhões e por último o Estado do Rio Grande do Sul com R\$ 53,4 bilhões. O Brasil tem participação relevante no mercado internacional, liderando produção e exportação de produtos como açúcar, café, soja, carne bovina entre outros.

Diante do cenário exposto, antes do advento do CAR conhecer em termos numéricos e cartográficos a preservação do meio ambiente no contexto rural era irreal, pois o mapeamento do uso das terras em cerca de cinco milhões de imóveis rurais era um desafio enorme, visto que os Censos do IBGE realizados a cada dez anos eram os únicos dados disponíveis sobre levantamento do uso das terras no ambiente agrícola, porém esses dados são obtidos através de informações declaratórias, registradas num questionário, sem base cartográfica precisa. Outros fatores que implicam no conhecimento atualizado das áreas efetivamente utilizadas e preservadas pela agricultura nos imóveis rurais são: a dinâmica espacial, temporal e tecnológica da agricultura brasileira que fazia com que os dados ficassem rapidamente desatualizados (MIRANDA et al., 2019).

3.5 Pós advento do CAR

O CAR possibilitou uma maior transparência ao uso do território brasileiro pelas propriedades agrícolas. Além de propiciar uma integração de dados levando a um planejamento ambiental e econômico do uso e ocupação dos imóveis rurais de forma mais eficiente. A disponibilidade para consultas em meio digital sobre o uso das propriedades agrícolas, promoveu uma maior difusão das informações e acesso para todos. Em 2018 a Embrapa Territorial incorporou ao seu Sistema de Inteligência Territorial Estratégica - SITE, os dados geocodificados completos e disponíveis do CAR no SICAR, a fim de identificar, qualificar, quantificar e cartografar as áreas destinadas à preservação da vegetação nativa nos imóveis rurais brasileiros como pode ser observado na Figura 3.2.

Figura 3.2 – Dados do CAR.



Fonte: Embrapa (2020).

A seguir, são colocados os dados referentes as informações sobre cada bioma, os números de cadastros realizados, área desses cadastros, número de requerimentos de adesão ao PRA, remanescentes de vegetação nativa, número de nascentes, áreas de preservação permanente (APP) e área das Reservas Legais, que será utilizada para a realização dos cálculos propostos pela metodologia, como mostrado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Biomass e seus dados.

Bioma da Amazônia	
Número de Cadastros no CAR	1.058.666
Área dos Cadastros (Ha)	220.063.455,01
Número de requerimentos de adesão ao PRA	348.855
Remanescentes de Vegetação Nativa (Ha)	92.614.759,59
Número de Nascentes	310.350
Área de Preservação Permanente - APP (Ha)	6.685.161
ÁREA DE RESERVA LEGAL (Ha)	74.539.170,09
Bioma da Caatinga	
Número de Cadastros no CAR	1.622.877
Área dos Cadastros (Ha)	47.649.448,06
Número de requerimentos de adesão ao PRA	884.193
Remanescentes de Vegetação Nativa (Ha)	17.161.966,55
Número de Nascentes	26.202
Área de Preservação Permanente - APP (Ha)	1.213.410,31
ÁREA DE RESERVA LEGAL (Ha)	8.896.841,21
Bioma da Cerrado	
Número de Cadastros no CAR	1.041.673
Área dos Cadastros (Ha)	160.966.999,95
Número de requerimentos de adesão ao PRA	501.742
Remanescentes de Vegetação Nativa (Ha)	56.514.994,75
Número de Nascentes	388.422
Área de Preservação Permanente - APP (Ha)	7.404.371,78
ÁREA DE RESERVA LEGAL (Ha)	35.134.896,66
Bioma da Mata Atlântica	
Número de Cadastros no CAR	2.491.722
Área dos Cadastros (Ha)	85.888.689,17
Número de requerimentos de adesão ao PRA	1.203.613
Remanescentes de Vegetação Nativa (Ha)	16.372.951,44
Número de Nascentes	1.104.411
Área de Preservação Permanente - APP (Ha)	5.121.809,99
ÁREA DE RESERVA LEGAL (Ha)	11.615.798,88
Bioma da Pampa	
Número de Cadastros no CAR	210.115
Área dos Cadastros (Ha)	15.451.576,47
Número de requerimentos de adesão ao PRA	113.175
Remanescentes de Vegetação Nativa (Ha)	1.927.201,80
Número de Nascentes	62.203
Área de Preservação Permanente - APP (Ha)	823.467,61
ÁREA DE RESERVA LEGAL (Ha)	1.354.647,17
Bioma da Pantanal	
Número de Cadastros no CAR	7.751
Área dos Cadastros (Ha)	13.683.481,80
Número de requerimentos de adesão ao PRA	2.659
Remanescentes de Vegetação Nativa (Ha)	8.407.705,25
Número de Nascentes	479
Área de Preservação Permanente - APP (Ha)	439.757,52
ÁREA DE RESERVA LEGAL (Ha)	3.661.745,99

Fonte: Adaptado de Embrapa 2020.

3.6 Serviços Ecossistêmicos

Segundo o Ministério do Meio Ambiente os serviços ecossistêmicos são os benefícios da natureza para as pessoas. Eles são vitais para o bem-estar humano e para as atividades econômicas. Esses serviços, segundo a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM), publicada em 2005, são classificados em quatro categorias: provisão, regulação, culturais e de suporte, também chamados de apoio ou habitat, como mostrado na Figura 3.3.

Figura 3.3 – Categorias e serviços ambientais.

ABASTECIMENTO
Alimentos Água Matéria Prima Recursos Genéticos Recursos Medicinais Recursos Ornamentais
REGULAÇÃO
Regulação Qualidade Ar Regulação Clima Moderação de Eventos Externos Regulação Hidrológica Tratamento de Resíduos Prevenção Erosão Man. Fertilidade do Solo Polinização* Controle Biológico Ciclagem de Nutrientes
HABITAT
Manutenção de ciclos de vida de espécies migratórias Manutenção da diversidade genética
CULTURA E AMENIDADES
Informação estética (contemplação da paisagem) Oportunidades para lazer e ecoturismo Inspiração para cultura, arte e design Experiência espiritual Informação para o desenvolvimento cognitivo

Fonte: TEEB (2010).

Serviços de provisão são aqueles que chegam as pessoas através do meio ambiente, como alimentos e fibras, madeira para combustível e outros materiais que servem como fonte de energia, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos, recursos ornamentais e água. Em questão de sustentabilidade é significativo destacar que é importante perceber os limites impostos pela capacidade de suporte do ambiente natural, para que a intervenção antrópica não danifique a totalidade e o desempenho desses processos naturais (ANDRADE, 2009).

Serviços de regulação por sua vez são os que se relacionam com as características regulatórias dos processos ecossistêmicos (manutenção da qualidade do ar, regulação climática, tratamento de resíduos, polinização...). Diversamente dos de provisão, esse se caracteriza pela análise da capacidade dos ecossistemas de regular determinados serviços (ANDRADE, 2009).

Os serviços culturais estão relacionados à diversidade cultural, uma vez que a própria diversidade dos ecossistemas influenciam diretamente na multiplicidade das culturas, valores religiosos e espirituais, geração de conhecimento, entre outros. Por esse motivo, acabam sendo integrados a valores e comportamentos humanos (ANDRADE, 2009).

Por fim, os serviços de suporte caracterizam-se por ser necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos. Além disso, os impactos possíveis dele sobre a sociedade acabam ocorrendo de maneira indireta, ou em longo prazo (ciclagem de água, formação do solo, ciclagem de nutrientes...

Como será analisado na metodologia, são evidenciados 17 tipos de serviços para valorar o capital natural. Esses serviços são: regulação de gás (carbono); regulação de clima; regulamento de perturbação; regulação de água; abastecimento de água; controle de erosão e sedimento de erosão; formação do solo; ciclo de nutrientes; tratamento de esgoto; polinização; controle biológico; refugia; produção de alimentos; matéria prima; recursos genéticos; lazer e cultura (CONSTANZA et al., 1997), como evidenciado na Figura 3.4.

Figura 3.4 – Funções e serviços do ecossistema.

SE	Função Ecosistêmica	Exemplos
Regulação de gás	Regulação da composição química da atmosfera	Balço de CO ₂ /O ₂ , O ₃ , para proteção contra raios UVB e níveis de Sox.
Regulação climática	Regulação da temperatura e precipitação	Regulação dos gases do efeito estufa, produção de dimetilsulfeto que afeta a formação de nuvens.
Regulação de distúrbios	Capacidade de amortecimento em resposta ao clima	Proteção contra tormentas, controle de inundações, recuperação de secas e outros aspectos da resposta dos habitats à variabilidade ambiental, controlada principalmente pela estrutura vegetal.
Regulação de água	Regulação dos fluxos hidrológicos	Oferta de água para usos agrícola (irrigação), industrial (fábricas) ou para transporte.
Abastecimento de água	Armazenamento e conservação de água	Oferta de água por bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos.
Controle da erosão	Retenção de solo	Prevenção da perda de solo pelo vento, escorrimento superficial e outros processos de remoção, armazenagem de areia em lagos e áreas úmidas.
Formação do solo	Processo de formação do solo	Decomposição de rochas e acumulação de material orgânico.
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento e o processamento de nutrientes	Fixação de nitrogênio, fósforo, potássio e outros elementos ou ciclos de nutrientes.
Tratamento de resíduos	Recuperação de nutrientes celulares	Tratamento de resíduos, controle de poluição, desintoxicação.
Polinização	Movimento de gametas florais	Suporte a polinizadores para a reprodução das populações de plantas.
Controle biológico	Regulação trófica de populações	Controle das espécies de presas por predadores-chave, redução da herbivoria por predadores do topo da cadeia.
Habitat/refúgio	Habitat para populações residentes e transitórias	Berçários, habitats para espécies migratórias e locais, habitats para espécies capturadas localmente ou durante os períodos de inverno.
Prod.de alimentos	Produção primária bruta extraída como alimento	Produção de pescado, caça, grãos, sementes e frutas através da pesca, caça, coleta e agricultura de subsistência.
Matérias-primas	Produção primária bruta extraída como matérias-primas	Produção de madeira, lenha ou forragem.
Rec. genéticos	Fonte de matérias e produtos únicos	Medicamentos, produtos para pesquisas em materiais, genes para resistência a patógenos de plantas e pestes de culturas, espécies ornamentais
Recreação	Oportunidade de recreação	Ecoturismo, pesca esportiva e outras atividades recreativas ao ar livre.
Serviços culturais	Oportunidade para usos não comerciais	Valores estéticos, artísticos, educacionais, espirituais e/ou científicos dos ecossistemas.

Fonte: Traduzido de COSTANZA et al. (1997).

3.7 Valoração Ambiental

O valor econômico é uma das muitas formas possíveis de definir e medir o valor e é antropocêntrico (um valor para os humanos) e instrumental (o valor de um dado objeto, produto ou bem ambiental que reside em sua utilidade). Normalmente são mais utilizadas três tipos de valores ou valoração: valores ecológicos, socioculturais e econômicos. Porém, além desses ainda existem os valores educacionais, científicos, recreativos, genéticos, culturais e espirituais.

Tendo como base que os valores funcionais do ecossistema físicos decorrem de processos físicos-químicos-biológicos e os serviços do ecossistema por sua vez são os resultados benéficos para o ambiente natural para as pessoas que resultam dessas funções do ecossistema, pode-se afirmar que as funções do ecossistema são neutras de valor, enquanto seus serviços têm valor para a sociedade e podem ser monetizados (KING; MAZZOTTA, 2009).

A valoração econômica dos bens de serviços ambientais está baseada na noção de disposição a pagar (DAP), que pode ser resumidamente definida como a quantia individual máxima que as pessoas estão dispostas a pagar para prevenir uma perda ambiental ou para garantir um benefício ambiental, ou seja, quanto uma pessoa está disposta a dar de dinheiro para a aquisição de um produto, bem ou serviço, dessa maneira o DAP acaba se tornando um indicador de valor.

O DAP normalmente também está vinculado à curva de demanda, que mede o quanto as pessoas gostariam de consumir de um bem a cada preço. Algumas pessoas podem ter uma disposição a pagar divergente e é comum, pois essa disposição acaba sendo vinculada a um ganho de bem estar que varia de pessoa para pessoa. Dessa forma, valorar um serviço ambiental consiste em determinar quanto melhor ou pior estará esse bem-estar das pessoas decorrente de mudanças na qualidade de certo bem ou serviço ambiental.

Dentro disso, tem-se categorias para classificar os valores do ecossistema, entre elas os valores de uso e os de não uso. Os de uso podem ser diretos, indiretos e de opção. Uso direto é aquele que vem de bens que podem ser extraídos, consumidos ou desfrutados. Para o uso indireto se enquadram aqueles que são de serviços de que o ambiente oferece (conservação de solo, armazenagem de carbono...). Já os de opção são aqueles que utilizam a opção de uso do bem ou serviço no futuro. Os valores de não uso por sua vez derivam dos benefícios que o ambiente oferece e que não envolvem uso em qualquer forma, direta ou indiretamente (valor intrínseco/de existência). Esse tipo de valor está muito relacionado à bens que normalmente

as pessoas não tem acesso mas se sentem satisfeitas em saber que esse bem está preservado e que assim não sintam uma sensação de “perda”. Outro que é importante mencionar é o valor de legado, que se refere aquele valor que a geração atual recebe por saber que a preservação hoje garante a “oferta” e a disponibilidade desses bens às gerações futuras (PEARCE;TURNER, 1990).

A partir desses fatos, percebe-se que o valor econômico total (VET) acaba sendo a soma de todos esses benefícios (soma dos valores de uso e não uso).

$$\text{VET} = \text{VALOR DE USO} + \text{VALOR DE NÃO-USO} \quad (3.1)$$

Esse acaba sendo o valor que é perdido quando ocorre o a degradação ou perda de um ecossistema. Dessa forma, o VET pode ser calculado somando os valores individuais de uso e não uso, buscando dos indivíduos uma disposição a pagar que incorpore “o ecossistema” em geral (LOOMIS; WHITE, 1996).

3.8 Índice de Gini e IDH

A medida em que o tempo passa, as nações buscam o seu desenvolvimento tanto tecnológico, econômico e social. Para mediar e avaliar esses níveis de desenvolvimento foram criados índices como o de desenvolvimento humano (IDH) e o índice de Gini, que tem como objetivo mensurar a busca pelo bem estar da sociedade, através dos seus valores com base no desenvolvimento dos municípios, estados e países (CANTERO; CONSTANTINO, 2018).

Segundo o Instituto de pesquisa aplicada (IPEA) o Índice de Gini (criado pelo matemático italiano Conrado Gini) é uma ferramenta para analisar o grau de concertação de renda que um determinado grupo possui, assim, remete a diferença entre os rendimentos dos países mais pobres e dos mais ricos. Este índice mensura a desigualdade social e varia entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1 pior será a distribuição de renda e a desigualdades será maior. Quanto mais próximo de 0, melhor será a análise desses parâmetros (IPEA, 2004).

Tendo como base a renda da população, esse índice acaba sendo um dos mais conhecidos e de maior aplicação, sendo empregado em cidades, municípios, estados e países (NEDER, 2013). Normalmente esse índice acaba sendo utilizado para medir a desigualdade de

distribuição de renda, porém, ele pode englobar qualquer distribuição, como: riqueza, terras, educação, entre outras (IPECE, 2010).

Sendo utilizado por vários países do mundo esse índice apresenta a sua enorme importância como parâmetro de medir essa desigualdade social e no caso do Brasil, existe uma grande luta e dificuldade de melhorar esse índice, em relação aos países que o utilizam ele acaba sendo um dos que apresenta uma desigualdade.

Dentre os diversos índices existentes (social, econômico, educacional...) um que possui uma grande importância para o Brasil é o Índice de Desenvolvimento Humano. Ele representa uma medida média das conquistas de desenvolvimento humano básico em um país (PNUD, 2021).

Ele foi divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em meados de 1990 e objetiva comprovar informações sobre os níveis educacionais, longevidade e renda dos municípios, dos estados e do país (DE PAIVA BUENO, 2007). Esses três pilares são a base para obtenção de um IDH de uma determinada cidade, município, estado e país. Em relação à longevidade são consideradas as condições de saúde da população (medida através da esperança de vida ao nascer). Já a educação é medida pela combinação da taxa de alfabetização de adultos e a taxa de matrícula nos níveis fundamental, médio e superior.

A renda por sua vez acaba sendo evidenciada através do poder de compra da população baseado no Produto Interno Bruto (PIB) per capita ajustado ao custo de vida local que irá ser comparado entre países e regiões - por meio da paridade do poder de compra (REZENDE; SLOMSKI; CORRAR, 2005). O valor desse índice pode variar entre 0 e 1. Quanto mais próximo de zero, menor é o indicador para os quesitos de saúde, educação e renda. Quanto mais próximo de 1, melhores são as condições para esses quesitos. No mundo, nenhum país possui o IDH igual a 1 ou a 0.

Para que esse resultado seja concretizado, os três pilares mencionados anteriormente devem ser computados com o mesmo peso, possibilitando um chegar a um número que represente melhor a realidade da região analisada. Além disso, para a construção do IDH são fixados valores (máximos e mínimos) sobre os três indicadores que o compõem, assim: a expectativa de vida ao nascer deve estar entre 25 anos e 85 anos; alfabetização de adultos (com 15 anos de idade ou mais - entre 0% e 100%); matrículas combinadas nos três níveis de ensino variando entre 0% e 100% e PIB per capita (medido em dólares internacionais da Paridade do Poder de Compra PPC\$ - entre \$ 100 e \$ 40.000. Com isso é possível analisar a evolução de determinada região e/ou país de usando como base o seu IDH (PNUD, 2006). Para evidenciar isso, a figura

5.4 mostra o ranking dos estados tanto em relação ao IDH quanto ao PIB per capita de cada estado do país, podendo ser utilizada (como proposto na metodologia) para fazer uma correlação entre os Biomas, os estados que compõem cada um deles e seus IDH's.

4 METODOLOGIA

De acordo com a Embrapa (2019), o setor agrícola Brasileiro é constituído de diversas atividades agropecuárias, que se diferenciam devido aos variados processos históricos, localização espacial, sistema de produção empregado, origem, condições socioeconômicas e fundiárias entre outros. Há um emprego tecnológico cada vez maior em sistemas de produção integrados, sustentáveis, eficientes e diversificados. A agricultura brasileira se destaca de outros setores da economia por estar sempre em crescimento.

De acordo com o Ministério da Agricultura (2016) o CAR é uma ferramenta que auxilia no processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais referentes às Áreas de Preservação Permanente - APP, de uso restrito, Reserva Legal (RL), remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa, e das áreas consolidadas, através do levantamento de informações georreferenciadas do imóvel, delimitando essas áreas de interesse ambiental, social e de utilidade pública. A fim de criar uma base de dados para auxiliar no diagnóstico ambiental, controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

O CAR traz inúmeros benefícios para o produtor rural como ajuda no planejamento do imóvel rural, comprovação de regularidade ambiental, acesso ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), maior competitividade no mercado, acesso ao crédito e seguro agrícola entre outros.

Assim, o estudo busca analisar os dados levantados pelo CAR e descrever os 17 serviços ecossistêmicos que serão valorados nas áreas relativas à reserva legal. Como base metodológica será utilizado o trabalho feito por CONSTANZA et al. (2014), que por meio de vários estudos conseguiu valorar os diversos serviços ambientais em variados ecossistemas. Sendo assim, serão utilizados dados compostos no artigo para comparar e conseguir fazer uma estimativa de valores, pegando os valores anuais globais agregados e multiplicando pela área do bioma escolhido. Como resultado, será obtido um valor monetário medido em \$/ha/ano. Assim, será possível valorar quanto vale todos os serviços ecossistêmicos por Bioma, analisando qual contribui mais para a preservação ambiental. Para o carbono especificamente, será utilizada a metodologia de Cardoso (2017).

4.1 Metodologia de COSTANZA et al., 2014

No seu artigo “Changes in the global value of ecosystem services” Constanza atualizou o seu trabalho anterior (1997) estimando valores mais atuais através de uma grande pesquisa bibliográfica permeando entre a economia e a valoração dos 17 serviços ecossistêmicos.

Para a obtenção dos resultados foi utilizada a área dos biomas (em hectares) e o valor unitário por hectare para cada um dos serviços ecossistêmicos (SE) (COSTANZA et al., 2014). A figura 4.1 representa o número de estimativas, médias, desvio padrão, mediana, valores mínimos e máximos usados no estudo de Constanza, utilizados também por de Groot et al. (2012), como mostrado na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Valor total dos serviços ambientais por área, em U\$ha/ano.

	No. of estimates	Total of service means (TEV)	Total of St. Dev. of means	Total of median values	Total of minimum values	Total of maximum values
Open oceans	14	491	762	135	85	1664
Coral reefs	94	352,915	668,639	197,900	36,794	2129,122
Coastal systems	28	28,917	5045	26,760	26,167	42,063
Coastal wetlands	139	193,845	384,192	12,163	300	887,828
Inland wetlands	168	25,682	36,585	16,534	3018	104,924
Rivers and lakes	15	4267	2771	3938	1446	7757
Tropical forest	96	5264	6526	2355	1581	20,851
Temperate forest	58	3013	5437	1127	278	16,406
Woodlands	21	1588	317	1522	1373	2188
Grasslands	32	2871	3860	2698	124	5930

Fonte: COSTANZA et al., (2014).

A importância da metodologia proposta por COSTANZA et al., 2014 é gigantesca. Por conta disso, seus estudos de 1997, 2008 e 2014 foram citados 21.847, 612 e 2.288 vezes em artigos, respectivamente, inspirando diversos trabalhos de valoração ambiental, disseminando a relevância do tema.

Com isso, nesse estudo foi utilizada a metodologia proposta por COSTANZA et al., 2014 por meio da obtenção do valor dos SE por hectare, por bioma e por categoria de uso e ocupação do solo.

Para os cálculos foi necessário estimar as áreas (em hectares) dos biomas brasileiros (obtidos através do site do CAR), multiplicar pelo total dos valores monetários correspondente, que no estudo se refere à Floresta Tropical. Assim, tem-se que a equação 1 utilizada foi a seguinte:

$$VTSE_{RL} = \sum_{n=0}^{\infty} [(VAn \times SE_n) + (\text{Estoque de Carbono})] \quad \text{Equação 1}$$

na qual:

$VTSE_{RL}$ = Valor total do serviços ecossistêmicos da Reserva Legal (\$/ha/ano), variando de 0 ao número de Biomass analisados;

VAn = Valor monetário de cada SE;

SE_n = Área, em hectares;

EC = Estoque de Carbono (CARDOSO, 2017).

4.2 Metodologia para Valoração do Carbono

Na equação 1 estima-se o valor de todos os serviços ecossistêmicos, porém, não é considerado a quantidade de carbono estocado. Assim, nesse trabalho decidiu-se por considerar o valor do carbono estocado nas RL a fim de realçar a sua importância socioeconômica e ecossistêmica.

Para descobrir o valor do serviço ambiental referente ao carbono, esse estudo utilizou a metodologia da Embrapa, (CARDOSO, E. L. et al., 2017). Para realização dos cálculos, o artigo adotou o estado de conservação das pastagens (ECP) e caracterizou da seguinte maneira: ótimo (> 80% de cobertura de forrageiras), regular (65 a 80% de cobertura de forrageiras) e marginal (15 a 65% de cobertura de forrageiras). As pastagens nativas são manejadas sem incluir correção do solo ou qualquer tipo de adubação.

Para chegar ao valor final, o autor utilizou trincheiras para fazer a amostragem do solo e adotou a combustão via seca em analisador elementar para determinação do carbono e do nitrogênio. Já o cálculo da valoração emergética foi realizado através de fluxos de entrada e saída do ecossistema, onde foi multiplicado cada fluxo pelo valor da transformidade e através disso, calculou-se os índices emergéticos. Em relação ao serviço ecossistêmico, foi analisado a relação entre energia do país e o PIB do ano. A partir desta razão, foi possível converter e avaliar cada fluxo em energia do sistema em unidade monetária em U\$, que pode ser empregado para estimar o valor em energia gasto no suporte da atividade humana, como mostrado na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Avaliação emergética de pastagens nativas.

Índices emergéticos	ECP ótimo	ECP regular	ECP marginal
Energia total - Y (seJ/ha ano)	2,29E+15	2,24E+15	2,22E+15
REN (%)	89,56 %	91,00 %	91,79 %
Tr (sej/kg)	9,74E+12	1,00E+13	1,14E+13
total vendas USD/ha ano	170,05	130,37	113,37
C no solo (EM\$/ha. Ano)	56,14	53,84	52,68
N no solo (EM\$/ha. Ano)	6,49	5,83	5,77

Fonte: Cardoso, E.L et al. (2017).

Desse modo, para o cálculo desse serviço ecossistêmico (valor de carbono estocado) aplicado ao CAR, foi utilizado o valor médio (EPC regular) e multiplicado pela área e por uma variável “K” – correspondente à quantidade de carbono estocado/bioma (ton/ha).

O valor da quantidade de carbono estocada (K) será calculada de acordo com o valor da tonelada de carbono negociada no dia em que os resultados forem feitos com base na Bolsa de Valores e em relação ao mercado de carbono.

Assim, obtendo o valor de Carbono para cada bioma analisado dentro das áreas do Cadastro ambiental Rural. Para a estimativa do valor de carbono foi adotado a equação 2, abaixo descrita:

$$VEC = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \times EPC_r) \times K \quad \text{Equação 2}$$

na qual:

VEC = Valor do carbono estocado (\$/ha/ano), variando de 0 ao número de Biomass analisados;

A_n = Área (ha);

EPC_r = Valor médio (R\$/ha/ano) de EPC obtido pela Tabela 4;

K = Quantidade de carbono estocado/bioma (ton/ha).

Em relação à quantidade de carbono (K) foi feita uma estimativa para se chegar ao seu valor. Assim utilizou-se como referência tanto o site (<https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>) quanto o Instituto MDSCARBON Consulting e Project para o levantamento desses valores, como apresentado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Valores de crédito de carbono e índice de carbono eficiente.

Escolha do valor de "K"	Valores (R\$)
Índice Carbono Eficiente	2.353,69
Crédito de Carbono Futuros	42,85
Crédito Carbono/Ha	14,85

Fonte: INVESTING, 2021.

Dentre os vários valores relacionados a esse recurso, foi escolhido o valor obtido através do Instituto MDSCARBON Consulting e Project pelo fato de eles trazerem uma referencia internacional e comercial e utilizarem esses dados em seus projetos relacionados ao comércio de carbono e sustentabilidade entre as empresas. Assim, foi optado pela utilização do valor de R\$ 14,85 pelo crédito de carbono por hectare de área (PROJECT, 2021).

Para cada bioma serão feitas estimativas para saber os valores monetários referentes tanto ao valor total do serviços ecossistêmicos (VSE) quanto ao valor do carbono estocado (VC) ambos em \$/ha/ano. Dessa maneira, ao agregar esses valores em uma tabela, poderá ser evidenciado tanto a contribuição de cada bioma quanto a soma dos valores de todos os biomas, com isso, podendo chegar a uma quantia que servirá de base para as futuras tomadas de decisões.

4.3 IDH e Gini

Embora o IDH e o Gini sejam índices de mensurar o desenvolvimento socioeconômico este trabalho não teve a presunção de mensurar o desenvolvimentos socioeconômico a partir das RL e sim procurou fazer uma associação a partir da produção de bens e serviços ecossistêmicos providos por essas áreas a fim de comparar a grandeza existente entre ambos. Preferiu-se não fazer a inferência as áreas de RL por entender que poderia ocorrer algum desvio de análise o que seria necessário lançar mão de outras variáveis e fatores de análises para tal. Por esta razão entende-se que este possa ser um trabalho que possa ser continuado posteriormente.

5 RESULTADOS

5.1 Valor dos Serviços Ecossistêmicos Totais por Biomas

Os Biomas escolhidos (Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampas) foram individualizados e para cada um deles foram valorados tanto os valores totais dos serviços ecossistêmicos (VSE) conforme COSTANZA et al. (2014) e do carbono estocado (VC) de acordo com a metodologia de CARDOSO, E. L. et al., 2017. Para a realização dos cálculos foi utilizado o valor monetário de cada SE estipulado em U\$5.264/ha/ano (referente ao total dos meios de serviço para a floresta tropical).

Para obtenção do valor do carbono utilizou-se metodologia proposta por CARDOSO, 2017 em que o valor fixo foi estimado em de U\$53,84/ha/ano (Figura 5.1). Com a presença desses dados e somado às áreas de cada Bioma foi possível chegar ao VSE e o VC.

De imediato é de se esperar que os valores encontrados sejam significativos, uma vez que o tamanho as ARL cadastradas foram grandes. Dessa maneira, cada Bioma representará uma quantia importante para que sejam feitas posteriores indagações, como mostra a Figura 5.1.

Figura 5.1: Valores de VTSE (R\$/ha/ano) e seus respectivos Biomas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação as áreas das RL foi elaborada uma tabela reunindo os Biomas com suas respectivas áreas, como mostra a Figura 5.1. Tendo os valores das áreas das RL referentes a cada Bioma, foi possível chegar ao valor total do estoque de carbono e conseqüentemente ao VSE, como apresentado de forma decrescente na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Valores Ecosistêmicos das RL/Bioma (\$/ha/ano).

Biomas	ÁREA DE RESERVA LEGAL (Ha)	VSE (\$/ha/ano)	VC (\$/ha/ano)	VTSE (\$/ha/ano)
Amazônia	74.539.170,09	392.374.419.140	59.595.855.430	451.970.274.570
Cerrado	35.134.896,66	184.950.096.000	28.091.193.110	213.041.289.110
Mata Atlântica	11.615.798,88	61.145.565.300	9.287.109.984	70.432.675.284
Caatinga	8.896.841,73	46.832.974.870	7.113.238.487	53.946.213.357
Pantanal	3.661.745,99	19.275.430.890	2.927.653.801	22.203.084.691
Pampas	1.354.647,17	7.130.862.703	1.083.072.924	8.213.935.627
Total	135.203.100,52	711.709.348.903	108.098.123.736	819.807.472.639

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como observado pela tabela, percebe-se que o montante final é monetariamente alto, ou seja: o valor das Reservas Legais/biomas apresentam um considerável valor monetário, sendo evidenciados os valores totais dos serviços ecossistêmicos e os valores dos serviços ambientais referentes ao carbono. Em termos de quantidade o Bioma da Amazônia foi o que apresentou o maior valor, seguido pelo Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampas. Como adotado na metodologia, o valor encontrado de VC foi somado ao da metodologia de COSTANZA et al. (2014) para se chegar ao valor final de VSE.

Imagina-se que essas áreas apresentam um grande valor monetário, o resultado obtido vai ao encontro dessa afirmação, mostrando que essas ARL podem ser valoradas na casa dos trilhões de reais, uma vez que somando todos os VTSE o valor final foi de R\$ 819.807.472.639,00. Esse número demonstra o tanto que os SE possuem valores, cada um dentro das suas características, se tornando um importante indicador para indicar para a população a grande importância de preservar essas áreas que são responsáveis por manter todos esses SE valiosos para a manutenção de uma boa qualidade de vida no país.

Para identificar o valor de cada SE foi utilizado a Tabela COSTANZA et al. (2014), feitas as devidas modificações e adequações.

Para se chegar ao valor final referente a cada um dos SE os valores obtidos por COSTANZA et al. (2014) foram transformados de U\$ para R\$ de acordo com a cotação do dólar no dia 29/03/2021. Com esses dados foi feita uma nova tabela mostrando os resultados de valoração específicos para cada um dos 17 SE. Dessa maneira pode-se achar esses valores comparativos mostrando a importância da manutenção de cada um desses serviços ecossistêmicos, como realçado na Tabela 5.2.

Para facilitar a compreensão foi Tabela 5.2 foi resumida em função dos seus serviços (abastecimento/provisão, regulação, habitat e cultura/amenidades), como exposto na Tabela 5.3.

Tabela 5.2 – Valores dos 17 Serviços Ecossistêmicos.

Serviços Ecossistêmicos (SE)		Total por Serviço Ecossistêmico (\$)	SE por ha (\$)	Total por Serviço Ecossistêmico (R\$)
1	Regulação de gás	1.622.437.206,24	12,00	9.134.321.471,13
2	Regulação climática	276.355.137.462,88	2.044,00	1.555.879.423.916,01
3	Regulação de distúrbios	8.923.404.634,32	66,00	50.238.768.091,22
4	Regulação de água	1.081.624.804,16	8,00	6.089.547.647,42
5	Oferta de água	3.650.483.714,04	27,00	20.552.223.310,05
6	Controle da erosão	45.563.444.875,24	337,00	256.522.194.647,60
7	Formação do solo	1.892.843.407,28	14,00	10.656.708.382,99
8	Ciclagem de nutrientes	405.609.301,56	3,00	2.283.580.367,78
9	Tratamento de resíduos	16.224.372.062,40	120,00	91.343.214.711,31
10	Polinização	4.056.093.015,60	30,00	22.835.803.677,83
11	Controle biológico	1.487.234.105,72	11,00	8.373.128.015,20
12	Habitat/refúgio	5.272.920.920,28	39,00	29.686.544.781,18
13	Prod.de alimentos	27.040.620.104,00	200,00	152.238.691.185,52
14	Matérias-primas	11.357.060.443,68	84,00	63.940.250.297,92
15	Rec. genéticos	205.103.103.488,84	1.517,00	1.154.730.472.642,17
16	Recreação	117.221.088.150,84	867,00	659.954.726.289,23
17	Serviços culturais	270.406.201,04	2,00	1.522.386.911,86
Total		727.527.883.898,12	5.381,00	4.095.981.986.346,42

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como observado pela tabela, percebe-se que o montante final é monetariamente alto, ou seja: o valor das Reservas Legais/biomas apresentam um considerável valor monetário, sendo evidenciados os valores totais dos serviços ecossistêmicos e os valores dos serviços ambientais referentes ao carbono.

Em relação aos SE, regulação climática, recursos genéticos, recreação, controle de erosão, produção de alimentos e tratamento de resíduos foram os que apresentaram os maiores valores, mostrando assim a sua enorme contribuição para a localidade em que estão inseridos. É importante realçar também que mesmo os que apresentaram os menores valores, ainda sim possuem um alto valor quando se compara ao mercado econômico, assim reafirmando que mesmo os SE que possuem os menores valores da tabela ainda sim possuem uma extrema importância para a área em que está localizado, necessitando assim de uma preservação, tanto quanto os outros recursos.

Muitas vezes as pessoas não dão o devido valor aos SE, e a Tabela 5.3 nos mostra que cada um deles apresenta uma função extremamente importante para a manutenção de uma boa qualidade de vida e dessa forma consegue-se monetizar esse valor, que vai servir de base para essa mudança de percepção da sociedade.

Para se ter uma noção de qual categoria dos SE apresentam uma maior relevância em valor, foi feita a tabela 5.4 agrupando todos os valores pelos seus tipos: abastecimento/provisão, regulação, habitat e cultura/amenidades.

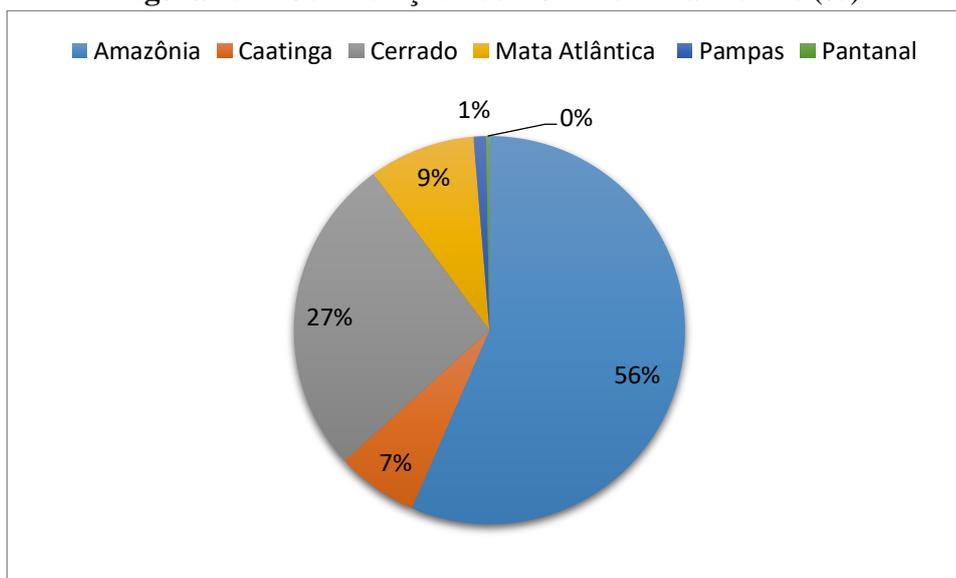
Tabela 5.3 – Serviços ecossistêmicos agrupados.

Categoria	Total por Serviço Ecossistêmico (\$)	Total por Serviço Ecossistêmico (R\$)
Serviços de Provisão	247.151.267.750,56	1.391.461.637.435,65
Serviços de Regulação	355.313.748.166,56	2.000.416.402.177,73
Serviços Culturais	117.491.494.351,88	661.477.113.201,08
Serviços de Suporte	7.571.373.629,12	42.626.833.531,95
TOTAL	727.527.883.898,12	4.095.981.986.346,42

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para esse cálculo dos valores agrupados pelos seu serviços foi-se utilizado a soma dos serviços de todos os Biomas, através da soma de suas áreas. Assim, pode-se perceber que os serviços de provisão e de regulação foram os que apresentaram um maior valor. Entretanto é importante ressaltar que mesmo os que apresentaram menores valores (serviços culturais e de suporte) ainda sim apresentam um valor bastante alto que deve ser levado em consideração para a preservação dessas áreas e recursos.

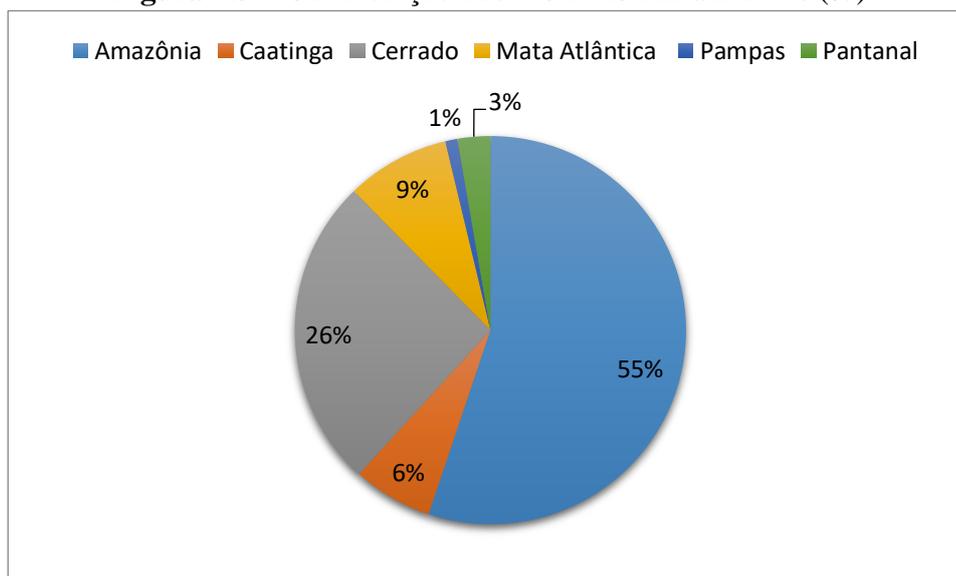
Em relação ao VSE das RL's percebe-se que os valores variam de acordo com cada BIOMA, sendo assim, a Amazônia acaba sendo responsável por aproximadamente 56% do valor total encontrado, seguido pelo Cerrado (27%), Mata Atlântica (9%); Caatinga (7%), Pampas (1,1%) e Pantanal (0,27%), como exibido na Figura 5.2.

Figura 5.2 - Contribuição dos VSE das RL's/Biomas (%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses resultados obtidos vão ao encontro do esperado, pelo fato de a Amazônia ser o maior Bioma (apesar de estar passando por um grande processo de desmatamento), assim, as medidas para preservação desse Bioma acabam sendo mais rigorosas e como consequência tem-se um grande número de cadastros de áreas no CAR.

Em relação ao carbono, se mantém a mesma percepção, tendo a Amazônia como a maior representante (55%), seguida pelo Cerrado com 26%, Mata Atlântica (9%) Caatinga com 6%, Pantanal com 3% e por fim os Pampas com 1% (comparado com o valor total obtido), como mostra o Figura 5.3.

Figura 5.3 – Contribuição dos VC DAS RL's/Biomas (%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Amazônia é o bioma que mais possui o maior número de cadastrados no CAR. Este Bioma ocupa cerca de 49% do território brasileiro (EDUCA IBGE).

Como a Amazônia apresenta grande área territorial, percebe-se que existem espaços grandes voltados tanto para a preservação, quanto para a agricultura. Pelo fato de que cada área agrícola tem que preservar uma porcentagem de seu terreno, o CAR assume um papel importante por demonstrar o tamanho das áreas preservadas de RL.

Outras áreas como o Cerrado e a Mata Atlântica apresentaram porcentagens significantes, o que já era esperado pelo fato desses biomas estarem inseridos em grandes polos de produção agrícola. Assim, além de preservar essas áreas de uma forma comprovada, a adesão ao CAR dessas propriedades funciona como um fator de mapeamento tanto da preservação quanto da produção agrícola.

Percebe-se também que alguns biomas, como os Pampas e Pantanal apresentaram um crescimento de cadastros no CAR, porém comparado aos demais biomas foram os que apresentaram os menores valores, e mesmo assim ainda são valores consideráveis.

Com isso, é possível identificar que realmente a preservação dessas áreas é de suma importância tanto em relação aos serviços ecossistêmicos apresentados por elas, quanto o valor que esses sistemas possuem (monetariamente), assim acaba valendo mais a pena “manter” essas áreas e preservá-las do que desmatar, e depois ter que arcar com um processo de restauração florestal,

sendo que em alguns casos esse reflorestamento até poderá acontecer, mais vários serviços e bens serão perdidos nesse processo.

5.2 O CAR e as RL

O CAR demonstrou que é um forte instrumento de gestão pública para identificar e mapear propriedades particulares, as áreas protegidas, unidades de conservação e as áreas de reserva legal, como é o objetivo deste trabalho. A partir das análises do CAR foi possível identificar a área relativa das reservas legais, e estimar o VSE assim como também do carbono estocado.

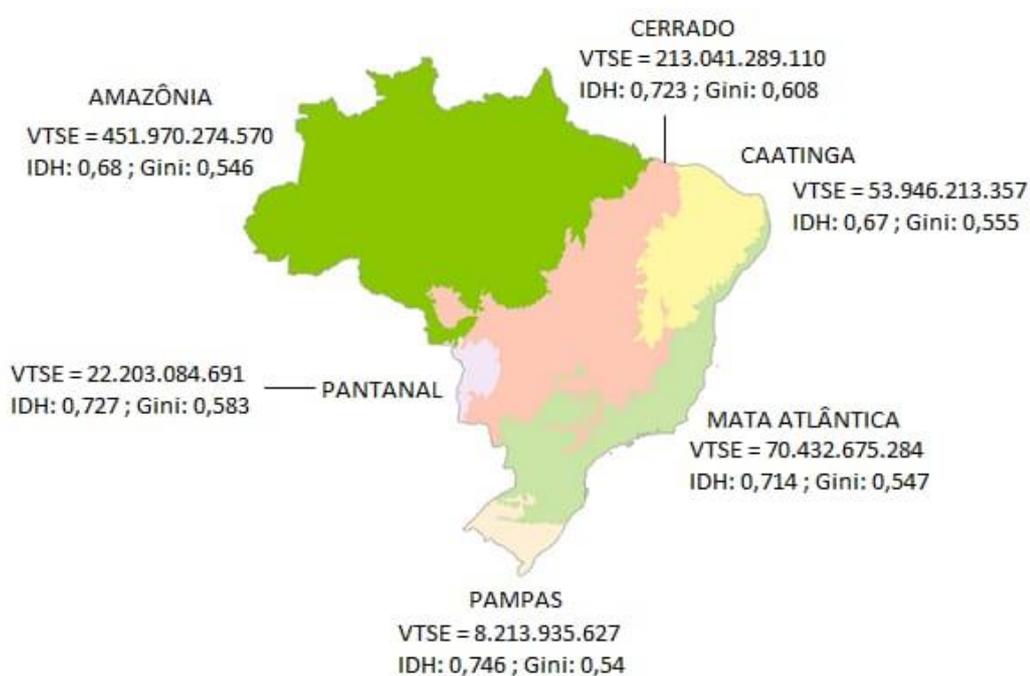
As reservas legais possuem papel fundamental, seja na contribuição das benesses ecossistêmicas em favor da sustentabilidade ecossistêmica, seja por meio do fornecimento de bens de insumos econômicos, ou seja, por meio da provisão de serviços ecossistêmicos. Contudo, é por meio dos valores obtidos, que se observou que as reservas legais adquiriram mais uma relevância, ao demonstrar sua contribuição monetária à economia das propriedades rurais. Assim como MEDEIROS et al., 2011 destaca que as unidades de conservação contribuem direta e indiretamente para a economia nacional (por meio da provisão de água, estoque de carbono, entre outros serviços), as RL também assumem este papel junto às propriedades rurais como observado.

Atualmente existe uma grande polêmica quando o tema é a respeito das RL. Isso ocorre pelo fato dos produtores e donos das áreas rurais questionarem os limites impostos pela Lei nº12.651, de 25 de Maio de 2012 que estabelece os valores necessários de preservação de cada área. Normalmente as pessoas entram nessa discussão por pensar que vale mais a pena degradar uma RL para colocar outras atividades, como mineração, criação de gado, entre outras. Todavia, através desse estudo pode-se perceber o tanto que uma área dessas de preservação vale, levando em conta que foram listados apenas 17 SE, caso fossem listados todos os serviços esse valor aumentaria. Dessa maneira, esses valores obtidos através do VC, VSE podem servir como instrumentos para se mudar essa visão a respeito das ARL, evidenciando a extrema importância de se preservar tanto as áreas, quanto os seus serviços e encontrando maneiras de haver um crescimento econômico, social que não entre em conflito com a questão ambiental e sim que possa caminhar junto para um melhor desenvolvimento econômico e social.

5.2 Índice de Gini, Desenvolvimento Humano e Valoração

Os valores obtidos com VSE ratificam a validade desse trabalho, mas para que os resultados possam ser mais concretos e volumosos, outras ferramentas de análise foram abordadas. Assim, com a intenção de somar ao objetivos propostos, foi feito um mapa analisando tanto os valores totais de VSTE quanto o Índice de Gini e o IDH, afim de poder identificar como andam esses parâmetros em relação a cada Bioma brasileiro, como mostra a Figura 5.4.

Figura 5.4 - Valores de VSE, Índice de Gini e IDH por Bioma.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao examinar o mapa, observa-se que os Biomas da Mata Atlântica e Pampas apresentam os menores Índices de Gini, como era esperado pelo fato de que os Estados que compõem esses Biomas estão entre os que “em tese” apresentam as melhores condições socioeconômicas (estados do sul/sudeste). Porém, essa mesma lógica não se aplicou ao Pantanal e ao Cerrado que possuíram valores altos de Gini, mostrando que existe uma grande desigualdade de renda. Isso vai em xeque ao que ocorre, uma vez que o Bioma da Caatinga (pelos estados que o formam) deveriam apresentar valores menores de Gini uma vez que existe uma maior desigualdade de renda.

Para que se obtivesse esse mapa geral (Figura 5.4), foi necessário categorizar os estados de acordo com seus respectivos índices de Gini e IDH e PIB, para que pudesse ter uma ideia geral de como anda o cenário brasileiro, como representado na Tabela 5.5. Além disso foi adicionado

o valor médio do PIB per capita referente a cada Bioma, para assim ter uma melhor interpretação desse valor monetário entre os Biomas.

Para o cálculo da Receita Tributária média per capita (2000 a 2010 – R\$) foi utilizado a Figura 5.5 e feito uma média relacionando os estados e os Biomas.

Figura 5.5 – PIB per capita de 2000 a 2010 (R\$).

AC	844,37	MA	565,52	RJ	6.136,94
AL	676,59	MG	2.063,30	RN	1.021,44
AM	2.468,69	MS	1.835,34	RO	1.241,72
AP	830,32	MT	1.726,32	RR	1.036,72
BA	1.137,87	PA	764,08	RS	2.882,34
CE	938,44	PB	761,94	SC	2.643,93
DF	16.264,40	PE	1.229,41	SE	1.032,17
ES	3.288,30	PI	566,59	SP	5.552,39
GO	1.650,65	PR	2.635,61	TO	877,74

Fonte: BRAGA (2017).

Tabela 5.4 – Valores de VTSE, PIB per capita, IDH e Gini por Bioma.

Biomass Analisados	VTSE (\$/ha/ano)	PIB	IDH	GINI
Amazônia	451.970.274.570	1.150,61	0,68	0,546
Cerrado	213.041.289.110	3.124,01	0,723	0,608
Mata Atlântica	70.432.675.284	2.561,52	0,714	0,547
Caatinga	53.946.213.357	1.047,53	0,67	0,555
Pantanal	22.203.084.691	1.780,83	0,727	0,583
Pampas	8.213.935.627	2.882,34	0,746	0,54
Total	819.807.472.639			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dessa visão ampla, foi realizado um estudo buscando mostrar o cenário em cada um dos estados brasileiros, como exposto na Tabela 5.6

Tabela 5.5 - Valores de Gini, IDH e PIB per capita Estados Brasileiros.

Territorialidade (TE)	GINI	Territorialidade	Posição	IDH 2010	TE	Posição	PIB 2016
Distrito Federal	0,63	Distrito Federal	1	0,824	DF	1	16.264,40
São Paulo	0,56	São Paulo	2	0,783	SP	2	5.552,59
Santa Catarina	0,49	Santa Catarina	3	0,774	SC	5	2.643,93
Rio de Janeiro	0,59	Rio de Janeiro	4	0,761	RJ	3	6.136,94
Paraná	0,53	Paraná	5	0,749	PR	7	2.635,61
Rio Grande do Sul	0,54	Rio Grande do Sul	6	0,746	RS	6	2.882,34
Espírito Santo	0,56	Espírito Santo	7	0,74	ES	9	3.288,30
Goiás	0,55	Goiás	8	0,735	GO	10	1.650,65
Minas Gerais	0,56	Minas Gerais	9	0,731	MG	11	2.063,30
Mato Grosso do Sul	0,56	Mato Grosso do Sul	10	0,729	MS	8	1.835,34
Mato Grosso	0,55	Mato Grosso	11	0,725	MT	4	1.726,32
Amapá	0,6	Amapá	12	0,708	AP	16	830,32
Roraima	0,63	Roraima	13	0,707	RR	14	1.036,72
Tocantins	0,6	Tocantins	14	0,669	TO	15	877,74
Rondônia	0,56	Rondônia	15	0,69	RO	13	1.241,72
Rio Grande do Norte	0,6	Rio Grande do Norte	16	0,684	RN	18	1.021,44
Ceará	0,61	Ceará	17	0,665	CE	23	938,44
Amazonas	0,65	Amazonas	18	0,647	AM	12	2.468,69
Pernambuco	0,62	Pernambuco	19	0,673	PE	17	1.229,41
Sergipe	0,62	Sergipe	20	0,665	SE	19	1.032,17
Acre	0,63	Acre	21	0,663	AC	21	844,37
Bahia	0,62	Bahia	22	0,66	BA	20	1.137,87
Paraíba	0,61	Paraíba	23	0,658	PB	24	761,94
Piauí	0,61	Piauí	24	0,646	PI	26	566,59
Pará	0,62	Pará	24	0,646	PA	22	764,94
Maranhão	0,62	Maranhão	26	0,639	MA	27	565,52
Alagoas	0,63	Alagoas	27	0,631	AL	25	676,59

Fonte: Fonte: Adaptado de Atlas Brasil (2020).

Para que o foco fique mais nos Biomas analisados e não caia sobre os estados numa totalidade foi elaborada a Tabela 5.6, responsável por mostrar uma média dos valores do Índice de Gini e IDH de cada estado comparando com o Bioma presente em cada um deles. Assim, os 27 estados foram divididos de acordo com a parte do Bioma que está sobre cada um deles, conforme mostrado na Figura 5.6.

Figura 5.6 – Estados divididos por Biomas.

Amazônia	Cerrado	Caatinga	Mata Atlântica	Pampas	Pantanal
AM	MA	CE	PB	RS	MT
RR	PI	RN	PE		MS
AC	TO	PB	AL		
RO	BA	PE	SE		
AP	MT	AL	ES		
PA	GO	SE	MG		
MA	DF	BA	RJ		
TO	MG	PI	SP		
MT	SP	MG	PR		
	MS		MS		
			SC		
			RS		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa maneira, foi feita uma média dos valores tanto do Índice de Gini quanto do IDH pelos estados presentes em cada bioma. Como alguns estados encontram-se dentro de mais de um tipo de Bioma eles foram colocados nos cálculos de acordo com o Bioma selecionado, como exposto na Tabela 5.6. Em relação aos estados que apresentam mais de um bioma dentro de seu território (como o estado do Maranhão), o estado foi considerado como presente no bioma em sua totalidade, assim fazendo uma média e sendo utilizado o valor de acordo com o bioma do local.

Tabela 5.6 – Média dos valores do Índice de Gini e IDH por Bioma.

Biomias	GINI	IDH	VTSE _{RL} (\$/ha/ano)	PIB per capita (R\$)
Amazônia	0,546	0,68	451.970.274.570	1.150,61
Cerrado	0,608	0,723	213.041.289.110	3.124,01
Mata Atlântica	0,547	0,714	70.432.675.284	2.561,52
Caatinga	0,555	0,67	53.946.213.357	1.047,53
Pantanal	0,583	0,727	22.203.084.691	1.780,83
Pampas	0,54	0,746	8.213.935.627	2.882,34

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao PIB per capita, observa-se que os Biomias do Cerrado e da Mata Atlântica apresentaram os maiores valores, como era esperado, uma vez que a economia do país gira em

torno desse eixo do sudeste/sul. Com isso, pode-se fazer uma correlação entre poder aquisitivo e preservação ambiental, já que esses estados apresentam políticas ambientais fortes com o objetivo de preservar suas áreas. Dessa maneira é necessário ressaltar a importância da gestão ambiental e dos instrumentos de planejamento ambiental para que essas áreas sejam preservadas de acordo com a necessidade de cada bioma. No caso dos Pampas, como o Bioma todo está dentro do Estado do RS foi considerado o valor monetário desse estado.

Figura 5.7 – Classificação do IDH.

Grupos de IDH	
Baixo	0,44
Médio	0,65
Elevado	0,77
Muito elevado	0,89

Fonte: PNUD (2010).

A partir da classificação do PNUD em relação ao IDH nota-se que nenhum Bioma se enquadrou no IDH muito elevado (Figura 5.7). Entretanto, os valores obtidos ficaram entre os valores médios e elevados, o que mostra que mesmo tendo discrepâncias, os valores obtidos foram razoáveis para a sua finalidade. Dessa maneira, os valores obtidos realmente realçam a realidade brasileira, uma vez que os Biomas Pampas e Pantanal apresentaram os maiores valores, correspondendo a áreas que realmente apresentam uma melhor condição nos quesitos de saúde, renda e educação. Comparando com os valores obtidos pelo VSE, percebe-se que o fator limitante desse bioma é que os produtores das áreas rurais ainda estão no processo de adentrar no cadastramento de suas áreas, uma vez que esses dois Biomas apresentaram as menores áreas cadastradas no CAR. Mas há de se colocar que mesmo assim as áreas cadastradas já demonstram a grande importância de manutenção de seus serviços ecossistêmicos.

A Mata Atlântica e a Amazônia apresentaram um dos menores valores de IDH, como esperado, uma vez que esses Biomas estão presentes em áreas de enormes desigualdades sociais e econômicas, assim, mostrando que existe uma relação direta entre o nível de desigualdade e a área conservada, já que esses Biomas são (hoje em dia) um dos que passam pelos piores

processos de desmatamentos, assim necessitando principalmente políticas públicas para assegurar a preservação de dessas áreas de RL, como o CAR faz.

Em relação ao valor dos VSE e VC nota-se que as áreas referente a Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica possuem os maiores valores, como se era esperado pelo grande porte dessas áreas de RL preservadas através do CAR. Entretanto essas áreas ao longo dos anos foram as mais devastadas pelo processo de urbanização, assim havendo uma enorme perda referente aos seus serviços ecossistêmicos, que acabam se perdendo, sem nem ao menos serem conhecidos e dado o devido valor (desmatamento de florestas, perda de locais culturais e comunidades, perda de biodiversidade, reservas hídricas poluídas...). Esse fato somando aos valores de IDH obtidos ratificam a imagem que sociedades desiguais tendem a destinar a maior carga dos danos ambientais do desenvolvimento as populações de baixa renda, entretanto não apenas elas acabam sofrendo com isso e sim o local, o município, o estado e o país como um todo.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A medida que ocorre o crescimento da população e o desenvolvimento tecnológico, maiores ficam os impactos da sociedade sobre o meio ambiente, assim aumentando a importância de cada recurso natural. Com isso, áreas como as reservas legais acabam tendo uma maior necessidade de proteção com o passar dos anos.

Para que ocorra essa preservação é necessário a utilização de instrumentos para que tenham como finalidade mostrar para as pessoas a importância desse processo. Entre esses instrumentos, como abordados nesse trabalho tem-se principalmente a valoração ambiental e o Cadastro Ambiental Rural (CAR), mas como complemento também houve uma associação/inferência entre o Índice de Gini, IDH e PIB per capita.

A valoração possibilita mostrar monetariamente para os tomadores de decisão que é mais viável preservar uma área e seus recursos do que arcar com a recuperação dos serviços ecossistêmicos e bens perdidos ao longo do processo de desmatamento e destruição dos biomas brasileiros. Como mostrado no trabalho, os valores totais dos serviços ecossistêmicos (VTSE) das Reservas Legais são de R\$ 819.807.472.639 (ha/ano) e o valor total do estoque de carbono (VC) de R\$ 108.098.123.736 (ha/ano) são de suma importância para demonstrar de forma concreta como a valoração ambiental pode ser usada como uma importante ferramenta de tomada de decisão relacionada ao capital natural e de gestão pública de ambientes naturais que podem promover uma melhora de bem estar e qualidade de vida da população local e na sua totalidade.

Essa ferramenta foi essencial para se chegar ao valor que cada bioma possui em relação aos seus serviços ecossistêmicos e em relação ao estoque de carbono. A Amazônia por ser o maior bioma brasileiro foi o que possuiu um maior valor encontrado, como era esperado. Em relação ao IDH e Gini apresentou valores medianos, mostrando que ainda pode-se adotar mais políticas públicas com o objetivo de aumentar a proteção dessas ARL. Sendo assim, poderá haver uma melhora tanto a questão da desigualdade, desenvolvimento educacional, quanto o fator econômico, que fará com que as pessoas e gestores públicos possam entender melhor os benefícios de preservar essas áreas e assim possivelmente terão mais áreas cadastradas no CAR ao longo dos anos.

Dito isso, é imprescindível que tanto as pessoas, comunidades, quanto os tomadores de decisões entendam que cada área natural tem a função e que com a ajuda do tanto do CAR quanto da valoração ambiental, mais fácil se tornara de evidenciar o real valor e as reais áreas que necessitam de um maior cuidado de preservação, para que assim, toda a população possa

apreciar e os benefícios que essas áreas proporcionam. Para que isso ocorra, essas práticas necessitam ser mais disseminadas e que hajam mais programas do governo incentivando tanto as pessoas a fazerem o cadastro ambiental rural quanto os tomadores de decisão a perceberem a real importância da valoração ambiental com uma ferramenta imprescindível de gestão pública.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Daniel Caixeta et al. **Capital natural**, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. XXXVII Encontro Nacional de Economia. Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009.
- ATLAS do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 20/03/2021.
- BRAGA, Aleno Chaves et al. Estudo da Correlação entre o Índice de Desenvolvimento Humano (Idh) e os Tributos Arrecadados nos Estados Brasileiros. **Interfaces Científicas-Humanas e Sociais**, v. 5, n. 3, p. 69-84, 2017. Acesso em 29/03/2021.
- BRASIL. Presidência da República. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988**. Publicada no DOU DE 5.10.1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm , acesso em 13/09/2020.
- BRASIL. **Lei Federal n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/leis/LEI12651.pdf>>. Acesso em 30/10/2020.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agropecuária Brasileira em Números.**
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente Serviço Florestal Brasileiro.** Sobre o CAR. Disponível em: <http://www.car.gov.br/#/sobre>. Acesso em 03/11/2020.
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente.** Instrução Normativa n. 2, de 5 de maio de 2014. Disponível em: <http://www.car.gov.br/leis/IN_CAR.pdf>. Acesso em 03/11/2020.
- BRASÍLIA. João Fernando Marques. Embrapa. **Valoração Ambiental.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia23/AG01/arvore/AG01_29_299200692526.htm >. Acesso em: 20/12/2020.
- CANTERO DORSA, Antonio Carlos; CONSTANTINO, Michel Angelo. **Convergências entre indicadores de desenvolvimento local, índice de desenvolvimento humano e índice de Gini.** Contribuciones a las Ciencias Sociales, n. julio, 2018.

CARDOSO, E. L. et al. **Valoração dos estoques de carbono e nitrogênio no solo sob pastagens nativas de áreas úmidas no Pantanal.** In: Embrapa Pantanal-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS, 5.; 2017, Botucatu, SP. *Biomass Brasileiros: conservação da biodiversidade, solo, floresta e água.* Botucatu, SP: UNESP, 2017., 2017.

CECAV - **Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas.** *Legislação Espeleológica.* Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecv/downloads/legislacao.html>>. Acesso em 23/10/2020.

Climate Bonds Initiative. **Unlocking Brazil's Green Investment Potential for Agriculture.** 2020. Disponível em: https://www.climatebonds.net/files/reports/brazil_agri_roadmap_english.pdf. Acesso em: 23 mar. 2021.

COSTANZA, Robert et al. **The value of the world's ecosystem services and natural capital.** *nature*, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, Robert et al. **Changes in the global value of ecosystem services.** *Global environmental change*, v. 26, p. 152-158, 2014.

DE GROOT, R.S.; Wilson, M.A.; Boumans, R.M.J. **A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services.** *Ecological Economics*, v. 41, n.3, p. 393-408, 2002.

DE PAIVA BUENO, Edir. O índice de desenvolvimento humano (idh): avaliação de seus pressupostos teóricos e metodológicos. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 49-69, 2007.

EDUCA, Ibge. **Biomass Brasileiros.** Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomass-brasileiros.html#:~:text=Em%20nosso%20pa%C3%ADs%20podemos%20encontrar,%2C%20Caatinga%2C%20Pampa%20e%20Pantanal>. Acesso em 12/03/2021.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Agricultura e preservação ambiental:** uma análise do cadastro ambiental rural. Campinas, 2020. Disponível em: < www.embrapa.br/car >. Acesso em: 05/10/2020.

GUEDES, F.B.; Seehusen, S.E. **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**, acesso: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-doterritorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>>. Acesso em 07/10/2020.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Entendendo o Índice de GINI**. Governo do Estado do Ceará, 2010.

INVESTING. **Índice de Carbono**. Disponível em: <https://br.investing.com/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

IPEA - Instituto de pesquisa aplicada. Ano 1. Brasília DF. 2004.

LIRA, W.S., CÂNDIDO, G.A.; **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, 325p. ISBN 9788578792824. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org/>>. Acesso: 04/11/2020.

MATOS, Patrícia Francisca; PESSOA, Vera Lúcia Salazar. **A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território**. Geo Uerj, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2003. **Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment**. Washington DC: Island Press.

MEDEIROS, R.; YOUNG; C.E.F.; PAVESE, H. B. & ARAÚJO, F. F. S. 2011. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 44p.

MIRANDA, E. E. de; CARVALHO, C. A. de; OSHIRO, O. T.; MARTINHO, P. R. R. **Agricultura e Preservação Ambiental no Brasil**: Primeira Análise do Cadastro Ambiental Rural. 2018.

METZGER, Jean Paul. Bases biológicas para a ‘reserva legal’. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 183, p. 48-49, 2002.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração de recursos ambientais**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

NEDER, Henrique Dantas. **Análise de Indicadores Sociais** Utilizando o Stata. Instituto de Economia - Universidade Federal de Uberlândia. 2013.

ORTIZ, R. A. **Valoração econômica ambiental**. In: May, P. H; Lustosa, M. C; Vinha, V.(orgs.). Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.p. 81-99.

PROGRAMA das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. **Relatório de desenvolvimento humano Brasil 2009/2010**. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/HDR/arquivos/rdh_brasil_2009_2010.pdf>. Acesso em: 20/03/2021.

PNUD Brasil. **O que é o IDH**. 2021. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idh.html#:~:text=O%20IDH%20%C3%A9%20uma%20medida,popula%C3%A7%C3%A3o%20no%20n%C3%ADvel%20de%20pa%C3%ADs..> Acesso em: 29 mar. 2021.

PORTAL BRASIL. **Conheça o passo a passo para efetuar o Cadastro Ambiental Rural**. 30 de junho de 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meioambiente/2014/05/conheca-opasso-a-passo-para-efetuar-o-cadastro-ambientalrural>>. Acesso: 09/11/2020.

PROJECT, Mdscarbon Consulting e. **Valores de Carbono**. Disponível em: <http://mdscarbon.no.comunidades.net/valores-carbono>. Acesso em: 12 mar. 2021.

REZENDE, Amaury José; SLOMSKI, Valmor; CORRAR, Luiz João. **A gestão pública municipal e a eficiência dos gastos públicos**: uma investigação empírica entre as políticas públicas e o índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios do Estado de São Paulo. Revista Universo Contábil, v. 1, n. 1, p. 24-40, 2005.

RONQUIM, C. C. **Dinâmica de uso e ocupação das terras e estoque de carbono em área de expansão da cana-de-açúcar**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios. Fortaleza: UFC: SBCS, 2009. 3 p. 1 CD-ROM.