

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
*CAMPUS LAGOA DO SINO*

IGOR TORRES GALINDO

**MERCADO DE CARBONO E PROJETOS REDD+ COMO  
FERRAMENTAS DE COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

BURI - SP  
2025

IGOR TORRES GALINDO

**MERCADO DE CARBONO E PROJETOS REDD+ COMO FERRAMENTAS DE  
COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Centro de Ciências da  
Natureza da Universidade Federal de São  
Carlos, para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Rafael de Oliveira Tiezzi

Buri - SP  
2025

Galindo, Igor Torres

Mercado de carbono e projetos REDD+ como ferramentas de  
combate às mudanças climáticas / Igor Torres Galindo  
-- 2025.

29f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus  
Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Rafael de Oliveira Tiezzi

Banca Examinadora: Rafael de Oliveira Tiezzi, Jorge Luis Rodrigues  
Pantoja Filho, Vinícius Rainer Boniolo Bibliografia

1. Mudanças climáticas. 2. Mercado de carbono. 3. Projetos  
REDD+. I. Galindo, Igor Torres. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)


DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CENTRO  
DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL


**Folha de Aprovação**

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do candidato Igor Torres Galindo, realizada em 28/01/2025

Documento assinado digitalmente  
 **RAFAEL DE OLIVEIRA TIEZZI**  
Data: 07/02/2025 12:56:16-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof Dr. Rafael de Oliveira Tiezziz– Orientador(a)  
**Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino**

Documento assinado digitalmente  
 **VINICIUS RAINER BONIOLO**  
Data: 05/02/2025 13:32:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Engº Vinícius Rainer Boniolo  
**CCN/UFSCAR**

Documento assinado digitalmente  
 **JORGE LUIS RODRIGUES PANTOJA FILHO**  
Data: 05/02/2025 16:31:38-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof Dr. Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho  
**CCN/UFSCAR**

**DEDICATÓRIA**

Às duas metades de meu coração,

meus pais.

## AGRADECIMENTO

Antes de tudo, agradeço a Deus pelo dom da vida, pela saúde e pelas pessoas que Ele colocou em meu caminho.

Dedico este trabalho principalmente a duas pessoas mais que fundamentais: meus pais. Simoni e Almir, eu amo vocês com todo o meu coração. Foram vocês que me deram o bem mais precioso que um filho pode receber: a educação. À minha mãe, que desde cedo me ensinou o valor da educação e o seu poder de transformação e ao meu pai, que ainda que não tenha concluído os estudos, me ensinou coisas tão valiosas que em nenhum outro lugar eu poderia aprender. Obrigado por tudo.

Aos meus avós, meus tios e primas que desde o início me incentivaram e compreenderam minha ausência nos momentos em família em busca de um objetivo.

À minha grande parceira de vida, pessoa com quem quero dividir todos os meus dias, meu grande amor: Gabriella Borges. Sem você nesses anos todos, teria sido muito mais difícil. Você é quem me apoia nos meus piores dias, acredita em mim quando eu já não consigo mais e está comigo para o que der e vier. Eu te amo.

Aos meus grandes amigos com quem dividi a moradia por tantos anos. Foram muitos anos e muitas histórias. Obrigado por tudo, Gloriosa República.

Às minhas grandes amigas, Giovanna Andrade e Larissa Lima. Estivemos juntos enfrentando todas as etapas até aqui. Com vocês, pude rir diariamente durante todos esses anos, o que tornou tudo mais tranquilo.

Agradeço também a todos os outros amigos que me ajudaram de alguma forma, ainda que fosse apenas com uma palavra de incentivo ou um abraço.

Por fim, não poderia deixar de agradecer àqueles que exercem a profissão mais nobre de todas: os professores. Cada um de vocês, durante toda a minha vida, me ensinou algo muito valioso para eu chegar até aqui. Em especial, meu muito obrigado ao professor Rafael Tiezzi pela orientação, apoio, trocas, ensinamentos e amizade durante esses anos.

“Educação não transforma o mundo.

Educação transforma pessoas.

Pessoas transformam o mundo.”

**Paulo Freire.**

## RESUMO

O aumento das emissões de gases de efeito estufa causado pelas ações antrópicas intensificaram o fenômeno de aquecimento global, causando as chamadas mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos. Efeitos já podem ser percebidos na superfície terrestre e a urgência por soluções traz consigo a busca por estratégias e ferramentas que visem mitigar os efeitos das mudanças climáticas através da diminuição das emissões. Nesse contexto, surge então o mercado de carbono e seus mecanismos, como o REDD+. A estratégia de reduzir as emissões provenientes do desmatamento e degradação aparece como alternativa viável no que diz respeito à conservação das florestas. Analisou-se um estudo de caso de um projeto real com o objetivo de compreender na prática seus verdadeiros impactos e de verificar a sua relevância enquanto agente de preservação, demonstrando os objetivos a serem alcançados que beneficiem ao meio ambiente e à sociedade. Os resultados demonstram a eficiência prática no que diz respeito à redução de emissões de gases de efeito estufa na luta contra as mudanças climáticas e ainda reforçam a importância pela procura de alternativas que, cada vez mais, tenham como meta a mitigação dos impactos antrópicos causados no meio ambiente, buscando convergir para um futuro onde exista uma relação sustentável entre homem e natureza.

**Palavras-chave:** gases de efeito estufa; aquecimento global; mudanças climáticas; mercado de carbono; desmatamento.

## ABSTRACT

The increase of emissions of greenhouse gases caused by anthropogenic actions intensified the global warming phenomenon, causing so-called climate changes and extreme weather events. The effects can already be noticed on the Earth's surface and the urgency for solutions brings with it the search for strategies and tools that aim to mitigate the effects of climate change through reduction of emissions. In this context, the carbon market and its mechanisms, as REDD+, emerges. The strategy of reducing emissions from deforestation and degradation appears as a feasible alternative in respect of forest conservation. A case study of a real project was analyzed with the aim of understanding its true impacts in practice and verifying its relevance as a preservation agent, demonstrating the objectives to be achieved that benefit the environment and society. The results show the practical efficiency with regards to reducing greenhouse gas emissions and fighting climate change and also reinforce the importance of searching for alternatives that increasingly aim to reduce emissions and the mitigation of anthropogenic impacts caused on the environment, seeking to converge towards a future in which there is a sustainable relationship between man and nature.

**Keyword:** greenhouse gases; global warming; climate change; carbon market; deforestation.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Área de projeto

19

## **LISTA DE SIGLAS**

CCB - *Climate, Community and Biodiversity*

COP - *Conference of Parties*

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Changes*

PD - *Project Description*

REDD - *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation*

VCS - *Verified Carbon Standard*

VCU - *Verified Carbon Unit*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>14</b>
3.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS	15
3.2. MERCADO DE CARBONO	16
3.3. REDD+	18
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>19</b>
4.1. ÁREA DE ESTUDO	20
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>23</b>
<b>7. CONCLUSÕES</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As primeiras discussões a nível global acerca da iminência dos riscos que as mudanças climáticas trariam ao planeta e aos seres humanos, começaram ainda no século XX. Houve, por exemplo, no ano de 1992, na cidade do Rio de Janeiro, um dos primeiros debates entre nações que tinha como objetivo tratar não apenas de questões do meio ambiente (como já havia ocorrido anteriormente), mas com enfoque especificamente a respeito das mudanças climáticas, a chamada ECO-92, evento da Conferência das Nações Unidas. A partir deste evento, abriu-se precedente para que outras discussões acerca da temática do clima global pudessem ser abordadas exclusivamente com o enfoque na busca por soluções a serem encontradas em conjunto com as nações do mundo.

Serra (2007) já descrevia a relação entre homem e natureza como conflituosa. Sendo assim, à medida que os modos de produção evoluíram, aumentaram-se também os níveis de emissões de gases de efeito estufa na atmosfera e, conseqüentemente, agravou-se o aquecimento global. De acordo com o Relatório Síntese, produto final do 6º Relatório de Avaliação, elaborado pelo IPCC em 2023 (sigla para Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, em português), as atividades humanas, principalmente através das emissões de gases de efeito estufa, inequivocamente causaram um aquecimento na superfície terrestre, tendo sido registrado um aumento de 1,1°C na temperatura em comparação aos recortes de 1850 a 1900 e 2011 a 2020, respectivamente. Os níveis de emissões não pararam de crescer, sendo que as mudanças no uso do solo, o uso insustentável de energia, os novos estilos de vida e os padrões de consumo e produção da sociedade, destacam-se como os principais responsáveis (IPCC, 2023).

De acordo com dados de 2021 do IPCC, o ano de 2019 registrou as maiores concentrações atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em um intervalo de 2 milhões de anos, enquanto que as concentrações dos gases metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) atingiram seus maiores registros em um período de 800.000 anos. Além disso, em decorrência do agravamento das mudanças climáticas causado pelo homem, as comunidades mais vulneráveis que historicamente menos tiveram contribuição para essa intensificação, têm sido as mais desproporcionalmente afetadas (IPCC, 2023).

Como sugerem os dados fornecidos pelo IPCC, os efeitos climáticos já percebidos pela humanidade, denunciam a atual insustentável relação estabelecida entre os seres

humanos, seus meios de produção e o meio ambiente. Dessa forma, fica evidente a urgência pela busca de alternativas de intervenção que possibilitem a diminuição das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, sendo uma delas a criação de um mercado de carbono e suas vertentes.

Dentre os numerosos eventos internacionais que acontecem de tempos em tempos para discutir questões ambientais, o Protocolo de Quioto, realizado no ano de 1997, e o Acordo de Paris, de 2015, destacam-se como marcos importantes para o início das discussões sobre metas de redução de emissões e, como produto subsequente desses objetivos estipulados, as primeiras ideias e modelos do que seria o mercado de carbono e suas respectivas ferramentas. Esses eventos praticamente definiram a criação dos mercados regulado e voluntário de carbono (IPAM, 2015). Dentre um dos mecanismos do mercado voluntário de carbono para redução das emissões de gases de efeito estufa, está o REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação), que busca proteger as florestas em áreas de acentuada pressão de desmatamento, mantendo-as de pé e evitando a geração de mais emissões poluentes. Portanto, o REDD+ constitui-se como um mecanismo direcionado para evitar o desmatamento e a degradação das florestas, agindo como uma ferramenta para mitigar os impactos causados pelas mudanças climáticas.

## **2. OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como objetivo analisar o impacto real do REDD+ no seu contexto de ator no combate às mudanças climáticas, levando em consideração o seu papel na preservação ambiental e na finalidade de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa.

Os objetivos específicos consistem em:

- Compreender o conceito, a definição e o processo de criação do mercado de carbono no Brasil e no mundo;
- Analisar os dados quantitativos e qualitativos de um estudo de caso para avaliar a eficácia e a relevância do mecanismo REDD+;
- Debater a importância de projetos desse nicho enquanto agentes de preservação, especialmente diante do potencial de contribuição que o Brasil possui para o cenário.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### 3.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os fenômenos de efeito estufa e aquecimento global, segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012), tratam-se de eventos que ocorrem naturalmente no planeta Terra, de maneira a regular a temperatura na superfície global, possibilitando que existam condições para que haja vida. De acordo com Barry e Chorley (2013), os principais gases de efeito estufa mais conhecidos atualmente, são o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o mais abundante e danoso), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Demonstra-se ainda que estes atuam na atmosfera absorvendo radiação e retendo-a na Terra. Dessa forma, a radiação que chega do Sol ao planeta, atinge facilmente a superfície, enquanto que a radiação que a Terra reflete para o espaço fica presa na atmosfera em maior quantidade, em decorrência de uma maior concentração desses gases, ocasionando então a intensificação do efeito estufa e o aumento da temperatura na superfície terrestre (Junges *et al.*, 2018).

Então, desde os primeiros encontros e convenções internacionais sobre meio ambiente que os impactos das atividades humanas vêm sendo estudados e discutidos no meio científico ao redor do mundo. Foi a partir da Segunda Revolução Industrial, ocorrida principalmente na Inglaterra durante o século XIX, que as emissões de gases de efeito estufa, oriundos principalmente de combustíveis fósseis, aumentaram consideravelmente. Do início da Revolução Industrial, há 200 anos atrás, até o fim do século XX, sabe-se que os gases de efeito estufa presentes na atmosfera aumentaram mais de 30% até 2000, e estimava-se que deveriam dobrar até a metade do século, em 2050 (Goldemberg, 2000). Sendo assim, o efeito estufa e os gases presentes na atmosfera, até então parte natural das dinâmicas climáticas do planeta, passaram a ser tratados com preocupação.

Em resposta ao aumento acentuado de emissões de gases de efeito estufa e a intensificação do fenômeno de aquecimento global, tem-se então as chamadas mudanças climáticas e, conseqüentemente, os eventos climáticos extremos, estes por sua vez cada vez mais recorrentes. A ocorrência de furacões em áreas não usuais, verões acentuadamente mais quentes, estiagens duradouras em zonas tradicionalmente úmidas, dentre outros eventos atípicos, têm sido interpretados pela comunidade científica como conseqüências de uma desestabilização climática (Conti, 2005). Ainda, os efeitos das ações antropogênicas sob a superfície terrestre se estendem desde o aumento do nível do mar e derretimento de geleiras, até alterações biológicas em espécies variadas (Artaxo, 2014).

O IPCC (2014), órgão criado com o intuito de fornecer regularmente aos formuladores de políticas de todo o mundo diversas avaliações científicas sobre o clima,

aponta que as mudanças climáticas já causaram diferentes impactos observados em todos os continentes e ao longo dos oceanos. O órgão indica ainda mais especificamente que na América do Sul já puderam ser atribuídas às mudanças climáticas impactos provocados nos sistemas: físicos, em regiões de gelo, neve, rios, lagos, cheias e secas; biológicos, em incêndios florestais e nos ecossistemas marinhos e terrestres; e nos sistemas de recursos humanos, afetando a saúde, os meios de subsistência, de produção de alimentos, e a economia.

Quanto ao Brasil, as mudanças climáticas já podem ser percebidas atualmente. Exemplos disso, são: as precipitações no geral tendem à diminuição durante todo o século XXI, sendo as reduções mais excessivas no Nordeste e na Amazônia; a temperatura e os extremos de calor devem aumentar, e as chuvas devem ser ainda mais intensas nas regiões Sudeste e Sul. (Marengo, 2014). Os principais impactos adversos que podem afetar o Brasil dizem respeito a reduções significativas das áreas de floresta, redução do crescimento econômico, aumento de desigualdades regionais, extremos de variabilidade climática, aumento da pobreza, dentre outras implicações (Magrin *et al.*, 2014). Ainda, para Oyama e Nobre (2003), com as alterações climáticas acontecendo no Brasil, boa parte das áreas de cobertura de floresta tropical transitariam para áreas similares às de savanas, acarretando posteriormente na perda da biodiversidade, além de problemas para o transporte de umidade para as regiões em direção ao sul do país e também com aumento na ocorrência de sérios incêndios florestais.

### 3.2. MERCADO DE CARBONO

O conceito de mercado de carbono foi inicialmente concebido sob à luz de promover a redução de emissões de gases de efeito estufa de uma maneira em que os países mais poluidores pudessem realizar a compensação por suas emissões excedentes aos níveis até então estabelecidos juntamente com outros países que apresentassem resultados de reduções superiores às exigidas, gerando-se os chamados créditos de carbono que, por convenção, representam a cada um crédito, uma tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (IPAM, 2015). Entretanto, para que os princípios do mercado de carbono pudessem finalmente ser estabelecidos, tiveram de acontecer marcos importantes nessa trajetória.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, também popularmente conhecida como Conferência de Estocolmo, realizada no ano de em 1972, ficou marcada como um dos primeiros da sequência de eventos que viriam a acontecer

posteriormente para dialogar a respeito de pautas voltadas às questões ambientais, como poluição, degradação e clima. Tratava-se então de um marco inicial para que se criasse uma agenda de interesse internacional sobre o meio ambiente.

Outro marco importante para o avanço nas discussões foi o estabelecimento do Protocolo de Quioto, pela 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, no ano de 1997, no Japão. Pouco tempo após, enxergando a necessidade de mitigar os impactos das mudanças climáticas a nível global, foi então concebida a primeira ideia sobre mercado de carbono e criaram-se então os primeiros modelos de comércio de emissões (Silveira e Oliveira, 2021).

Apenas em 2005, quando o Protocolo de Quioto entrou em vigor, é que foram estabelecidas metas de reduções obrigatórias dos principais gases de efeito estufa por parte dos países do globo. Nesse contexto, passou-se a fomentar o mercado de carbono, uma vez que seria possível que os países negociassem créditos para atender suas metas de redução. Mais recentemente, em 2015, através da Conferência das Partes (COP 21), estabeleceu-se o Acordo de Paris, tratado que reconhecia a urgência das mudanças climáticas ao planeta Terra, podendo se tratar de uma ameaça irreversível. Por meio deste tratado, os países se comprometem a reduzir de maneira ainda mais rigorosa suas emissões de gases de efeito estufa até o ano de 2030, assim como o Brasil, que apresentou sua nova meta ainda mais ambiciosa de zerar o desmatamento ilegal no país e de reduzir suas emissões absolutas (iNDC, 2015).

A intenção de criar um mercado de carbono para comércio de emissões a partir do Protocolo de Quioto e as menções no Acordo de Paris a respeito da possibilidade de diferentes países colaborarem entre si para diminuição das emissões, resultaram na criação do mercado regulado de carbono, onde os países aderentes possuem metas de redução a serem cumpridas obrigatoriamente (IPAM, 2015). Paralelamente, de maneira que não precise necessariamente seguir acordos internacionais, criou-se o mercado voluntário de carbono (Godoy; Saes, 2015). O mercado voluntário, modalidade hoje empregada no Brasil, estruturou-se principalmente através da iniciativa privada, a qual demonstrava interesse de compensar suas emissões, através da aquisição de créditos de carbono que, para além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, buscava também reforçar seus compromissos corporativos, sociais, ambientais e, até mesmo, para construção de uma imagem sustentável, dentre outros (FAO, 2010).

### 3.3. REDD+

A sigla para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD) compõe um dos mecanismos presentes no mercado de carbono, que basicamente parte do entendimento de que os países que possuem condições e que estão dispostos a reduzir as emissões que são provenientes do desmatamento e degradação das florestas, podem ser financeiramente recompensados por isso (Scholz e Schmidt, 2008). O símbolo de adição “+” ao fim da sigla, refere-se à inclusão de atividades que busquem promover o manejo sustentável e a conservação (Ministério do Meio Ambiente, 2014). Então, o REDD+ engloba uma série de atividades que vão além simplesmente de reduzir o desmatamento, incluindo diversas iniciativas de manejo sustentável, conservação e até restauração, garantindo uma abordagem ampla e completa para a mitigação das mudanças climáticas.

As emissões de gases de efeito estufa foram no ano de 2010 no Brasil, segundo dados divulgados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 61% decorrentes de mudanças de uso do solo e desmatamento, o que demonstra a importância na busca pela preservação de áreas de floresta e pela diminuição do desmatamento enquanto vetor de emissão de gases de efeito estufa. Com a criação dos mercados de carbono e a definição de suas ferramentas, as propostas e discussões para o que viria a ser o REDD foram ganhando corpo ao longo de diversas convenções internacionais, como em algumas reuniões das Conferências das Partes, tal qual a COP 9 em 2003 em Milão, na Itália e a COP 11 em 2005 em Montreal, no Canadá. Finalmente, foi especialmente na COP 13 em Bali, na Indonésia, no ano de 2007, que o mecanismo REDD passou a ganhar estrutura e ser amplamente debatido e aprimorado desde então (IPAM, 2015).

Na prática, projetos REDD+ no geral tem um compromisso de duração de décadas, onde no Brasil geralmente possuem de 30 a 40 anos, em decorrência de diversos fatores que visam promover a eficácia e a sustentabilidade a longo prazo (Alvarez, 2016). Estes devem envolver diversas etapas rigorosas de monitoramento e avaliação, garantindo que os benefícios climáticos sejam de fato mensuráveis e permanentes, de modo que possibilite a tomada de decisões para garantir a longevidade, integridade e confiabilidade dos projetos. A operacionalização de um projeto REDD+ envolve diversos componentes, como o monitoramento de desmatamento tanto por tecnologias via satélite, quanto em campo, medição, avaliação, elaboração de relatórios, auditorias de órgãos independentes para validação e verificação, etc.

Entendendo que a preservação das florestas pode contribuir desde os benefícios óbvios no que se refere a combater a perda de cobertura florestal e a contribuição natural dos serviços ecossistêmicos, até a geração de valor através dos créditos de carbono por meio da redução de emissões, que originou-se o conceito do REDD+. Sendo assim, os créditos de carbono gerados nessa modalidade dizem respeito às emissões de gases de efeito estufa que foram evitadas através da não derrubada de áreas de floresta, evitando enfim o desmatamento e a degradação.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho constitui-se, principalmente, por ser de caráter descritivo, dividido em etapas de execução. O foco principal se deu por analisar o potencial impacto real do mercado de carbono no país, através do mecanismo REDD+, como uma ferramenta para mitigação às mudanças climáticas. A metodologia desenvolvida refere-se a duas abordagens principais: uma revisão bibliográfica na literatura acerca da temática e seus conceitos, de maneira a fornecer uma base teórica sólida, e uma análise de um projeto REDD+ selecionado como estudo de caso, bem como o levantamento de seus respectivos dados quantitativos e qualitativos, disponíveis publicamente na plataforma da certificadora do projeto, para maior elucidação dos efeitos práticos de um projeto atualmente ativo no Brasil. Faz-se importante ressaltar que o método aplicado buscou apenas trazer à tona os resultados estimados e os atualmente alcançados do projeto, e discuti-los. Sendo assim, optou-se por não aprofundar no que diz respeito a como e quais as metodologias seguidas para o desenvolvimento de projetos deste nicho.

O estudo de caso em questão trata-se do Projeto HIWI REDD+, desenvolvido na região amazônica do Brasil. Optou-se por utilizar este projeto como estudo de caso pela sua relevância ambiental, situado em uma região com forte pressão de desmatamento, o que o torna em um agente importante contra as altas taxas de degradação. Ademais, para além dos objetivos de preservação da floresta e da biodiversidade, outro importante fator de escolha se deu em decorrência de sua grande interação com as comunidades locais e seu engajamento com os objetivos para o desenvolvimento socioeconômico aos arredores da área do projeto.

Ainda, a metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto de estudo de caso trata-se da VM0015 do Programa de Carbono Verificado, ou VCS da sigla em inglês, disponibilizado para acesso público pela plataforma Verra, certificadora do projeto em

questão. Tratando-se de uma vasta metodologia de cálculos para quantificação de cenário de linha de base de desmatamento, a equação pode ser resumidamente descrita por:

$$D_{RR,t} = \left( A_{RR} \times \frac{PA}{RR} \right) \times FA_t$$

Onde  $D_{RR,t}$  é a linha de base de desmatamento na área de referência do projeto no ano  $t$  (ha), a qual é uma função da taxa média do histórico de desmatamento anual (%) na região de referência ( $A_{RR}$ ), ajustada pelo tamanho proporcional da área de projeto ( $PA$ ) em relação à sua região de referência ( $RR$ ), e ainda descontada pela área de floresta remanescente dentro do local do projeto no tempo  $t$  ( $FA_t$ ). Ressalta-se que é possível realizar a consulta da metodologia para replicação dos cálculos na plataforma Verra.

#### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

O projeto é realizado na região amazônica do Brasil, mais especificamente no estado do Acre, com uma área de projeto dividida em quatro propriedades rurais, que juntas totalizam 20.505 hectares de floresta tropical úmida. Localizadas próximo às cidades de Bujari, Rio Branco e Porto Acre, a região vem sofrendo com o passar dos anos com o aumento do desmatamento em decorrência do avanço das atividades de pecuária (Verra, 2024).

A cidade de Bujari está localizada entre as coordenadas 9° 49' 39" Sul e 67° 57' 04" Oeste, possui uma extensão territorial de 3.035,547 km<sup>2</sup> e uma população residente de 12.917 habitantes (IBGE, 2022). Rio Branco, por sua vez, capital do estado do Acre, ainda de acordo com dados de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, está localizada entre as coordenadas geográficas 9° 58' 26" Sul e 67° 48' 35" Oeste, possui uma extensão territorial de 8.834,831 km<sup>2</sup> e uma população de 364.756 habitantes. Por fim, a cidade de Porto Acre está situada sob as coordenadas geográficas 9° 35' 37" Sul e 67° 32' 28" Oeste, possui uma área de 2.603,942 km<sup>2</sup> e 16.693 habitantes (IBGE, 2022).

Diferentes propriedades nas três cidades compõem juntas a área de projeto do estudo de caso em questão. Os limites dessas propriedades foram obtidos publicamente através da plataforma da certificadora, portanto, dispõe-se abaixo o mapa da área do Projeto HIWI REDD+:

**Figura 1 - Área de projeto.**



Fonte: Autoria própria.

## 5. RESULTADOS

O Projeto HIWI REDD+ é um projeto publicamente disponível para consulta na plataforma Verra (sob código de identificação 3002), hoje a maior certificadora de projetos de créditos de carbono, criada em 2007 com o objetivo de garantir maior qualidade em mercados voluntários de carbono. A organização sem fins lucrativos gerencia o programa líder mundial de projetos para o mercado voluntário de carbono, o *Verified Carbon Standard Program*, ou VCS (em tradução livre, Programa Padrão de Carbono Verificado), o mesmo o qual o Projeto HIWI REDD+ é desenvolvido. Além disso, o Projeto é também desenvolvido sob os padrões CCB (do inglês, Clima, Comunidade e Biodiversidade), que demonstram que um determinado projeto assume o compromisso simultaneamente com o combate às mudanças climáticas, o apoio às comunidades locais e com a conservação da biodiversidade (Verra, 2022).

De acordo com o documento de Descrição do Projeto (PD, da sigla em inglês), o Projeto HIWI REDD+ possui a duração de 30 anos e foi iniciado em 31 de agosto de 2019, iniciando também o período de contabilização de gases de efeito estufa do projeto. Desde então está sendo desenvolvido de acordo com a metodologia VM0015 do Programa VCS, a qual é destinada para projetos que visam evitar o desmatamento não planejado, ou seja, sem autorização para supressão de vegetação. Ainda, essa mesma metodologia, cuja a qual também é possível de ser encontrada publicamente para consulta na plataforma Verra, dispõe sobre quais e como são realizados os cálculos para obtenção de valores de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes que podem ser evitadas de serem emitidas. De acordo com a projeção de proteção e conservação da área de floresta, na categoria de reduções ou remoções de emissões de gases de efeito estufa, o Projeto HIWI REDD+ estima atingir ao fim do período de 30 anos, uma quantidade de redução de emissões líquidas de 2.642.522 toneladas de CO<sub>2</sub>, quando comparado ao cenário sem projeto, onde as atividades usuais da região, como de agropecuária, continuariam sendo realizadas. Sendo assim, na média durante todo o tempo de vida, anualmente devem ser evitadas as emissões de 88.084 toneladas de CO<sub>2</sub>. Seguindo o mesmo cenário de comparação sem o projeto, na categoria de cobertura florestal, espera-se também que a redução de perda florestal seja de 5.160,7 hectares na área de projeto.

Existem ainda outras categorias de objetivos que espera-se atingir com o projeto com relação a resultados que beneficiem as pessoas que vivem nas comunidades locais ao redor do Projeto. Espera-se, por exemplo, que: treinamentos sejam realizados para os comunitários, de modo a aumentar o conhecimento e habilidades em assuntos específicos; pessoas sejam empregadas formalmente nas atividades de projeto; famílias possuam aumento na renda ou melhoria nos seus meios de subsistência como resultado das atividades de projeto; comunitários tenham o acesso melhorado à serviços de atendimento à saúde, etc. Destaca-se que, para cada período de monitoramento, existem diversas atividades propostas e objetivos a serem alcançados.

Além da Descrição de Projeto, preparada no início do projeto para validação, existem outros documentos que compõem todo o desenvolvimento do projeto durante seu tempo de vida, tal qual os Relatórios de Monitoramento. Tratam-se de verificações do andamento de cada período de monitoramento, de maneira a garantir a continuidade e a efetividade das atividades implementadas que visam progredir com os objetivos estabelecidos. O Relatório de Monitoramento I, o mais recente encontrado na plataforma Verra, demonstra o progresso realizado no seu período de monitoramento, de 31 de agosto de 2019 a 30 de abril de 2022. Alguns resultados já publicados foram, por exemplo: 167.249 toneladas de emissões líquidas

de CO<sub>2</sub> foram reduzidas na área de projeto, em comparação com o cenário sem a presença do projeto; 309,62 hectares de floresta deixaram de ser perdidas em comparação com o cenário sem a presença do projeto; 59 pessoas das comunidades já haviam recebido algum tipo de treinamento para melhoria do conhecimento e habilidades; 1 pessoa já havia sido formalmente contratada em tempo integral; 4 pessoas já haviam melhorado sua geração de renda ou seus meios de subsistências; 158 pessoas tiveram o acesso à serviços de atendimento à saúde melhorados, dentre outros.

Em termos de créditos, o Projeto HIWI REDD+, segundo consta na Descrição de Projeto, a partir da modelagem e projeção, estima possuir um potencial de geração de 2.374.702 VCUs (do inglês, *Verified Carbon Units*), que representam a cada tonelada equivalente de CO<sub>2</sub> removida ou evitada, um crédito de carbono. Esse valor geraria, em média, aproximadamente 79.156,73 VCUs todos os anos durante o tempo de vida do projeto e representa ainda um resultado de aproximadamente 115,81 VCUs por hectare da área de projeto. A comercialização desses créditos e o retorno financeiro são destinados, a depender a divisão acordada em contrato, aos proponentes do projeto (empresa desenvolvedora e proprietário(s) das terras que formam a área de projeto), às comunidades através, por exemplo, da realização de melhorias de infraestrutura e bem-estar e aos próprios custos atrelados ao desenvolvimento do projeto para garantir a continuidade da realização de todas as atividades propostas durante os 30 anos. Ainda de acordo com o Relatório de Monitoramento I do Projeto HIWI REDD+, foram emitidos no período de agosto de 2019 a abril de 2022 uma quantidade de 151.373 VCUs.

## **6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

De acordo com os resultados anteriormente explicitados, as projeções do Projeto HIWI REDD+ estimam que haja uma significativa contribuição no número de toneladas de CO<sub>2</sub> que devem ter suas emissões evitadas ao fim do projeto, além da quantidade atrelada de hectares que, sem a presença do projeto, seriam desmatados para usos alternativos da terra. Apresentam também atualmente bons resultados de acordo com as estimativas ano a ano, tendo já alcançado quantidades próximas às projetadas para o atual período de desenvolvimento. No que diz respeito às comunidades, também já foram realizadas as primeiras atividades propostas para melhoria das condições de vida e promoção do bem-estar social, afirmando o cumprimento gradativo com os compromissos estabelecidos.

Tratando-se de um projeto longo de 30 anos de duração, é necessário assegurar a permanência do projeto e as ações de preservação, de modo a garantir que ao fim do tempo de vida do mesmo, a quantidade de área de floresta tropical a ser preservada seja efetivamente conservada, evitando o desmatamento e a degradação. Faz-se de extrema importância que as atividades sigam sendo realizadas para alcançar todos os objetivos estipulados e beneficiar os alvos do projeto, tanto em relação à contribuição para o clima, quanto ao desenvolvimento socioeconômico das comunidades do entorno e à proteção da biodiversidade.

Para fins de retorno financeiro, segundo a *Earth Innovation Institute* (2022), os créditos de carbono oriundos de projetos REDD+ vinham sendo comercializados a um valor médio de \$10. Sendo assim, de acordo com o potencial de geração de créditos que o Projeto HIWI REDD+ afirma ter ao longo dos 30 anos de duração, haveria no total um montante de \$23.747.020. Portanto, de acordo com o Banco Central do Brasil (2024), o valor de fechamento do dólar no ano de 2024 foi em torno de R\$6,19, correspondendo o retorno financeiro em reais em um valor de R\$146.994.054,00. É claro que o alcance desse valor depende de diversas questões, inclusive do mantimento das ações de preservação, garantindo que não haja, por exemplo, perdas florestais significativas. Dessa forma, ainda que boa parte da receita seja destinada ao próprio projeto e às ações a serem executadas, fica demonstrado o relevante retorno financeiro que um projeto REDD+ pode oferecer a depender também de outras variáveis. Ainda assim, trata-se de um possível atrativo para interessados, fazendo com que a modalidade ganhe cada vez mais notoriedade e margem para crescimento.

## **7. CONCLUSÕES**

O presente trabalho buscou entender a real eficácia de um projeto REDD+, através de um estudo de caso, como ferramenta para redução das emissões dos gases de efeito estufa e para a conservação florestal. Apesar da complexidade das etapas envolvidas no desenvolvimento e monitoramento de um projeto REDD+ ao longo do tempo, são ainda mais complexos os seus processos para viabilização e concepção. Tratando-se de uma opção dentro do mercado voluntário de carbono, essa modalidade enfrenta alguns desafios e desconfiças. Obviamente, devem ser levados em consideração todos os pontos de atenção quanto às inseguranças envolvidas. Sendo assim, faz-se necessária muita cautela e diligência prévia à criação de um projeto desse formato para assegurar sua viabilidade de implementação, de maneira que processos bem estruturados garantam o adequado andamento

das atividades propostas e a continuidade em relação à preservação das florestas e ao desenvolvimento socioeconômico das comunidades.

O estudo de caso estudado de fato demonstrou até o momento que resultados concretos podem ser alcançados, desde que haja um compromisso verdadeiro com o meio ambiente e a sociedade. Estes resultados explicitam a relevância que esse mecanismo pode exercer no contexto brasileiro. A diminuição das emissões em todo o planeta se trata de um desafio que exige ampla aderência e comprometimento no curto, médio e longo prazo. Dentre as diversas estratégias que devem ser traçadas, o mercado de carbono se mostra como uma das opções viáveis que pode contribuir com os objetivos que, em tese, deveriam ser de interesse comum. Sendo assim, conclui-se que o mercado de carbono e seus mecanismos, como o REDD+, podem ser agentes importantes no combate às mudanças climáticas e aos eventos climáticos extremos, buscando assim, convergir para uma futura relação sustentável entre o homem e o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ARTAXO, P. Mudanças climáticas e o Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 8, 22 nov. 2014.

ALVAREZ, G. **Desafios para Implementação do REDD+ no Brasil: análise das ameaças e oportunidades, forças e fraquezas**. Tese (Doutorado em Administração) – Núcleo de PósGraduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, junho de 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de câmbio**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br>. Acesso em: 31 dez. 2024.

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. Tradução: Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRASIL. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) Para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, 2015.

CONTI, J. B. **Considerações sobre as mudanças climáticas globais**. Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, p. 70–75, 2005.

EARTH INNOVATION INSTITUTE. **The New Carbon Market and the Brazilian Amazon Forest**. São Francisco: Earth Innovation Institute, 2022. Disponível em: <https://jaresourcehub.org/wp-content/uploads/2022/06/EII-New-Carbon-Market-Brazilian-Amazon-Forest.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2025.

FAO - Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). Chapter 2: **Carbon markets - which types exist and how they work** (2010). Carbon finance possibilities for agriculture, forestry and other land use projects in a smallholder context. Rome: FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i1632e/i1632e02.pdf> . Acesso em 29 nov. 2024.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de; SAES, Maria Sylvia Macchione. Cap-and-trade and project-based framework: how do carbon markets work for greenhouse emissions reduction?.

**Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 135-154, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc795v1812015en>.

GOLDEMBERG, J. **Mudanças climáticas e desenvolvimento**. Estudos Avançados, v. 14, n. 39, p. 77–83, maio 2000.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades e Estados: bujari. Bujari. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ac/bujari.html> Acesso em: 25 fev. 2025.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades e Estados: porto acre. Porto Acre. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ac/porto-acre.html> Acesso em: 25 fev. 2025.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades e Estados: rio branco. Rio Branco. 2022. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ac/rio-branco.html> Acesso em: 25 fev. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **O que é e como funciona o mercado de carbono**. 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 28 nov. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **O que é e como surgiu o REDD**. 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-surgiu-o-redd/>. Acesso em: 28 nov. 2024.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change (2021). **Climate change 2021: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>. Acesso em: 18 dez. 2024.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: Switzerland. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_FullVolume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf). Acesso em: 22 dez. 2024.

JUNGES, A. et al. **EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL A PARTIR DA FÍSICA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA.** Porto Alegre. Disponível em:  
<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/94/77>. Acesso em: 02 jan. 2025.

Ministério do Meio Ambiente (2014). **REDD+ na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:  
<http://redd.mma.gov.br/images/publicacoes/reddnotainformativa-04-reddnaunfcc.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

MAGRIN, G. O. et. al. “**Central and South America**”, in **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Edited by v. R. Barros et al. Cambridge/New York, Cambridge university Press, 2014.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25, 22 nov. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Efeito estufa e aquecimento global.** 2012. Disponível em:  
<https://antigo.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global.html>. Acesso em: 19 nov. 2024.

OYAMA, M. D.; NOBRE, C. A. **A new climate-vegetation equilibrium state for Tropical South America.** **Geophysical Research Letters**, v. 30, n. 23, p. n/a-n/a, dez. 2003.

SCHOLZ, I. & SCHMIDT, L. **Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries: Meeting the Main Challenges Ahead.** Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. 2008.

SERRA, Maurício. Aquecimento Global: evidências e preocupações. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 3, n. 2, 2007.

SILVEIRA, C.; OLIVEIRA, L. **Análise do mercado de carbono no Brasil: histórico e desenvolvimento.** Novos Cadernos NAEA, [S.l.], v. 24, n. 3, dez. 2021.

VERRA. Who we are. 2022. Disponível em: <https://verra.org/about/overview/>. Acesso em: 03 jan. 2025.

VERRA. Project 3002. 2024. Disponível em: <https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/3002>. Acesso em: 02 jan. 2025.