



## AVALIAÇÃO ESPACIAL DE BIOMASSA E CARBONO EM TIPOLOGIAS FLORESTAIS DA RESERVA EXTRATIVISTA CHICO MENDES COM DADOS GEDI

Ezaque Saraiva do Nascimento <sup>1\*</sup> Dr. Karla da Silva Rocha <sup>2</sup>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0604-0137>, <https://orcid.org/0000-0002-2738-9314>

<sup>1</sup> Mestrando da Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduações em Geografia – PPGEO,

<sup>2</sup> Universidade Federal do Acre, Laboratório de Geoprocessamento – UFAC/LAGEOP.

[ezaquesn@gmail.com](mailto:ezaquesn@gmail.com), [karla.rocha@ufac.br](mailto:karla.rocha@ufac.br)

Recebido em: 26/06/2025; Aceito em: 14/01/2026; Publicado em: 28/02/2026  
DOI:

### RESUMO

O avanço do desmatamento em florestas tropicais tem intensificado as emissões de CO<sub>2</sub> e ampliado a necessidade de metodologias eficientes para quantificação da biomassa e do carbono florestal. Este estudo avaliou a aplicabilidade dos dados do instrumento GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) na estimativa da biomassa acima do solo e do carbono florestal na Reserva Extrativista Chico Mendes, localizada no estado do Acre, Brasil. Foram utilizados dados derivados do escaneamento 3D realizado pelo GEDI, integrados a técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para processamento e análise espacial. Os resultados indicam que a metodologia apresenta potencial para ser replicada em outras áreas florestais com cobertura do sensor, além de destacar a importância de métodos de interpolação para comparação e aferição dos valores estimados de biomassa. O estudo reforça o papel das tecnologias lidar orbitais na avaliação de estoques de carbono e no monitoramento de florestas tropicais sob pressão antrópica.

**Palavras-chave:** Amazônia; Floresta; Biomassa; Carbono; GEDI.

### SPATIAL ASSESSMENT OF BIOMASS AND CARBON IN FOREST TYPES IN THE CHICO MENDES EXTRACTIVE RESERVE USING GEDI DATA

#### ABSTRACT

The expansion of deforestation in tropical forests has intensified CO<sub>2</sub> emissions and reinforced the need for effective methodologies to quantify forest biomass and carbon stocks. This study evaluated the applicability of data from the GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) instrument for estimating aboveground biomass and forest carbon in the Chico Mendes Extractive Reserve, located in the state of Acre, Brazil. GEDI-derived 3D scanning data were integrated with geoprocessing and remote sensing techniques for spatial processing and analysis. The results demonstrate that the methodology is suitable for application in other forest areas covered by the sensor and highlights the relevance of interpolation methods for comparing and validating biomass estimates. This study underscores the contribution of orbital Lidar technologies to carbon stock assessment and to the monitoring of tropical forests under anthropogenic pressure.

**Keywords:** Amazon; Forest; Biomass; Carbon; GEDI.

# EVALUACIÓN ESPACIAL DE LA BIOMASA Y EL CARBONO EN TIPOLOGÍAS FORESTALES DE LA RESERVA EXTRACTIVA CHICO MENDES CON DATOS GEDI

## RESUMEN

La expansión de la deforestación en los bosques tropicales ha intensificado las emisiones de CO<sub>2</sub> y ha reforzado la necesidad de metodologías eficaces para cuantificar la biomasa y el carbono forestal. Este estudio evaluó la aplicabilidad de los datos del instrumento GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) en la estimación de la biomasa aérea y del carbono forestal en la Reserva Extractivista Chico Mendes, ubicada en el estado de Acre, Brasil. Se utilizaron datos derivados del escaneo 3D realizado por GEDI, integrados con técnicas de geoprocésamiento y teledetección para el procesamiento y análisis espacial. Los resultados demuestran que la metodología es viable para su aplicación en otras áreas boscosas con cobertura del sensor y destacan la importancia de los métodos de interpolación para comparar y validar las estimaciones de biomasa. El estudio subraya la contribución de las tecnologías Lidar orbitales en la evaluación de las reservas de carbono y en el monitoreo de los bosques tropicales sometidos a presión antrópica.

**Palabras clave:** Amazonia; bosque; biomasa; carbono; GEDI.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as florestas tropicais têm enfrentado frequentes ameaças sendo a supressão florestal uma dessas ações mais evidentes. Estima-se que cerca de 13 milhões de hectares de floresta tropical sejam desmatadas anualmente área essa que segundo Lourance (2008), equivale à 50 campos de futebol.

A retirada dessa vegetação ocorre geralmente para a plantação de culturas alimentícias ou para a implantação da pecuária, mas também se destaca a exploração de madeira, essas ações juntas têm colaborado com o aumento nas taxas de desmatamento (ASNER et al. 2005).

Laurance (2008), destaca que as florestas tropicais são responsáveis por abrigar uma grande proporção de espécies que permitem o equilíbrio dos ecossistemas no planeta. As florestas têm uma função essencial principalmente na proteção dos solos, controle do ciclo hidrológico e regulação do clima regional. De acordo com o autor é por meio da a evapotranspiração que são emitidos grande quantidade de água para a atmosfera, toda essa água contribui na formação de nuvens distribuindo as chuvas com regularidade na região.

Para Fonseca (2008), os principais países que detém os maiores índices de desmatamento a nível mundial são o Brasil e a Indonésia caracterizado com países com as maiores áreas de florestas do globo. A grande demanda por carne soja e madeira nesses países tem impulsionado o desmatamento nos dois países.

Nesse ambiente movido pelo autoconsumo de produtos naturais sobre tudo com a exploração das florestas é que surgem novas alternativas como a comercialização do carbono ou como é mais comumente conhecido o sequestro de carbono. Para Yu (2004), o sequestro de

carbono é a “forma de mitigação de menor custo para reverter o acúmulo de CO<sup>2</sup> na atmosfera na redução do efeito estufa.”

Já é um consenso mundial o reconhecimento da importante função das florestas no para a questão das mudanças climáticas, pois, atuam como verdadeiros sumidouros que absorvem o CO<sup>2</sup> lançado na atmosfera e armazenando em forma de carbono em sua biomassa (SILVEIRA, 2008).

A região amazônica ainda possui uma grande cobertura vegetal, por esse motivo essa região tem grande importância e é estratégica para as questões relacionadas ao aquecimento global. É nessa região que ocorre a emissão gases do efeito estufa ocasionadas pelo desmatamento e posterior queima, e é também nessa região que ocorre a absorção do carbono por meio do crescimento arbóreo (SOUZA, 2012). A partir da década de 1970, com o aumento da queima de combustíveis fósseis associadas as novas formas de uso da terra como a utilização intensiva do fogo na agricultura e supressão de florestas, esses fatores liberam grande quantidade de carbono na atmosfera e com isso o aumento sucessivo da concentração de gás carbônico (WATZLAWICK, 2003).

Esses fatores como a grande concentração de CO<sup>2</sup> na atmosfera, tem despertado a comunidade científica no sentido de propor alternativas de mitigação dessas emissões. Alternativas como o pagamento por serviços ambientais e o comércio de carbono, são exemplos de possibilidades que se apresentam. Há uma parcela da comunidade científica que defende o comércio do carbono como uma alternativa de reduzir o desmatamento em florestas tropicais (LAURANCE 2008).

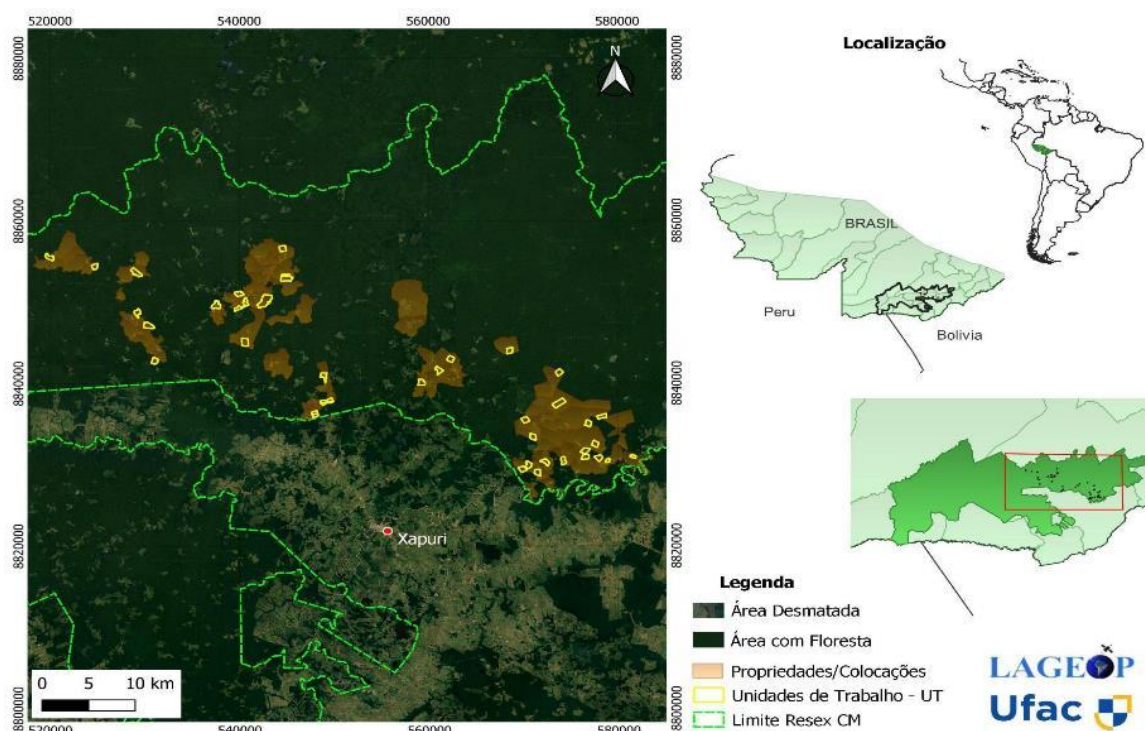
Nestes novos cenários econômicos que tem os recursos florestais como produto e destaca-se principalmente o mercado de carbono florestal, observa-se a importância de novos estudos com foco em novas tecnologias e novas metodologias que permitam a quantificação de biomassa e do carbono florestal.

Nesse sentido com a utilização de dados obtidos por instrumentos espaciais e com maior capacidade de captação de informações das florestas, representa uma nova perspectiva para o monitoramento florestal. O conhecimento dos estoques de forma mais segura garante, portanto, entender melhor o potencial florestal principalmente no que se refere ao armazenamento dos estoques de carbono bem como subsidiar novas pesquisas com foco no campo da preservação dos recursos florestais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em 37 parcelas (Unidades de Trabalho) localizadas nas áreas de manejo florestal comunitário da Reserva Extrativista Chico Mendes na seção pertencente ao município de Xapuri estado do Acre, conforme visualizado na figura 1 abaixo.

**Figura 1.** Localização das 37 parcelas onde foram realizadas as estimativas de biomassa e do carbono florestal.



**Fonte:** Nascimento, E.S (2023).

### a. Aquisição de dados GEDI

Os dados GEDI foram adquiridos através de download para usuários da plataforma Earth Data da Agência espacial Americana NASA, disponibilizadas através do endereço eletrônico [https://daac.ornl.gov/cgi-bin/dsvviewer.pl?ds\\_id=2017](https://daac.ornl.gov/cgi-bin/dsvviewer.pl?ds_id=2017). Esses dados contêm informações sobre biomassa resultante dos escaneamentos realizados no período datado de 17 de abril de 2019 a 13 de abril de 2022. O acesso aos arquivos foi utilizado o software “R” versão 4.2.3. Também se utilizou de tutoriais com os scripts de código Python disponível no GitHub [orln daac/gedi \\_ tutorials](https://github.com/daac/gedi_tutorials), uma plataforma colaborativa baseada em nuvem que agrega essas informações.

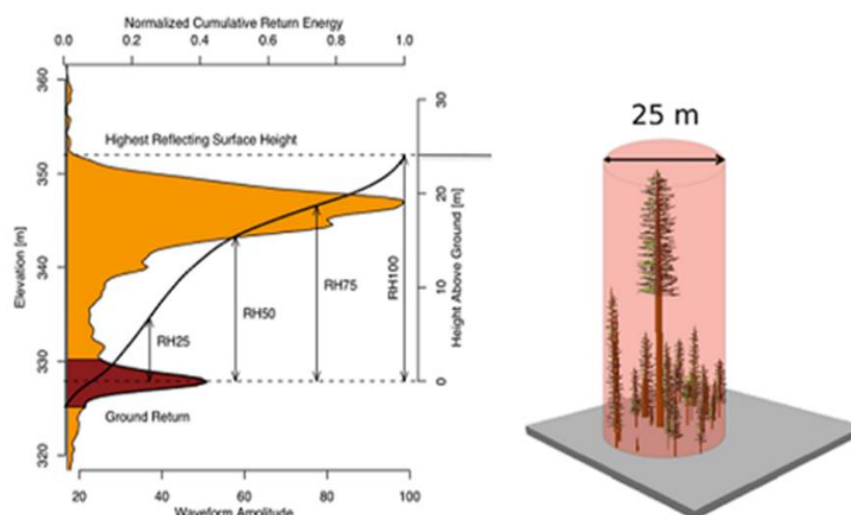
O sistema GEDI dispõe de muitos dados e em diferentes formatos, nesse estudo utilizou-se de dados classificados como de nível 4 ou L4A como são encontrados na plataforma. De

acordo com a plataforma os dados de nível 4 são mais recentes e já são disponibilizados com processamento contendo, portanto, as informações de biomassa (GEDI, 2020). A resolução espacial 25 m, foi definida pois, considera a mesma resolução espacial dos dados GEDI, ou seja, os resultados do escaneamento mostram o quantitativo de biomassa acima do solo por meio da geolocalização de pontos específicos em que todos os pontos coletam informação em um raio de 25 metros de diâmetro conforme ilustrado na Figura 2.

Como já dito acima os dados contidos em de cada um dos pontos geolocalizados, abrangem uma pequena área onde os valores de biomassa são registrados em Mg/ha (magagrama por hectare). Nesse sentido, como trata-se de pontos separados formando uma malha de pontos, foi necessário é necessário o uso de imagem wall to wall para a obtenção das informações de biomassa de toda a extensão da área estudada. (NASCIMENTO, 2023).

Destaca-se que o GEDI também disponibiliza os dados de biomassa no formato Raster na escala global de 1x1km, no entanto, essa escala não foi compatível com a escala das áreas submetidas ao estudo. São quantitativos disponibilizados a nível global em extensas áreas. O estudo propôs analisar a biomassa e o carbono florestal numa escala maior, em parcelas de dez a 40 hectares de florestas aproximadamente.

**Figura 02** - Ilustração da área de cobertura espacial de um ponto GEDI



**Fonte:** Nascimento, E.S (2023). (adaptado de GEDI 2022).

A ilustração acima traz a explicação de como são calculados os valores de biomassa a partir da energia refletida de cada ponto. A onda lidar quantifica a distribuição vertical da vegetação que é registrado por meio da quantidade de energia do laser refletida da vegetação como caules, galhos e folhas. Do resultado da captura das formas de onda, resultam quatro

tipos de informações estruturais como: topografia de superfície, métrica de altura do dossel, métrica de cobertura do dossel e métrica de estrutura vertical. (SMITH, 2022).

Para a delimitação espacial dos arquivos GEDI foi utilizado o perímetro oficial da Unidade de conservação acessado do sitio eletrônico do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO. Após a delimitação, os dados foram convertidos para o formato shapefile para posterior manipulação no software QGIS.

## **2.2 Grade de pontos GEDI**

Os dados adquiridos resultaram em um arquivo no formato shapefile com aproximadamente 635.526 pontos contendo em cada ponto as informações de biomassa localizados dentro do perímetro da Unidade de Conservação. Esses valores foram utilizados posteriormente para a realização da etapa de estimativas da biomassa para toda a área de cobertura da superfície das 37 parcelas analisadas. Em seguida de maneira a facilitar o processamento recortou-se os todos os pontos dentro das 37 parcelas analisadas. Para melhorar a precisão da localização dos pontos nas referidas parcelas, procedeu-se com a etapa de modificação do sistema de referência de coordenadas dos pontos. Utilizou-se o Sistema de Referência de Coordenadas UTM - Universal Transverse Mercator Zona 19S Datum SIRGAS 2000.

Ainda nesta etapa de processamento fez-se necessário a exclusão de pontos com valores de biomassa nulos ou que apresentavam valor igual a zero, falhas provavelmente ocasionadas durante o processo de escaneamento do GEDI e que não poderiam ocorrer pelo fato de todas as parcelas analisadas apresentarem cobertura florestal em 100% das áreas uma vez que como já dito estão dentro das áreas reservadas ao manejo florestal. Todo o processamento e análise dos dados GEDI nesta etapa foi realizada com o uso do software Qgis na versão 3.22.1.

## **2.3. Interpolação dos dados**

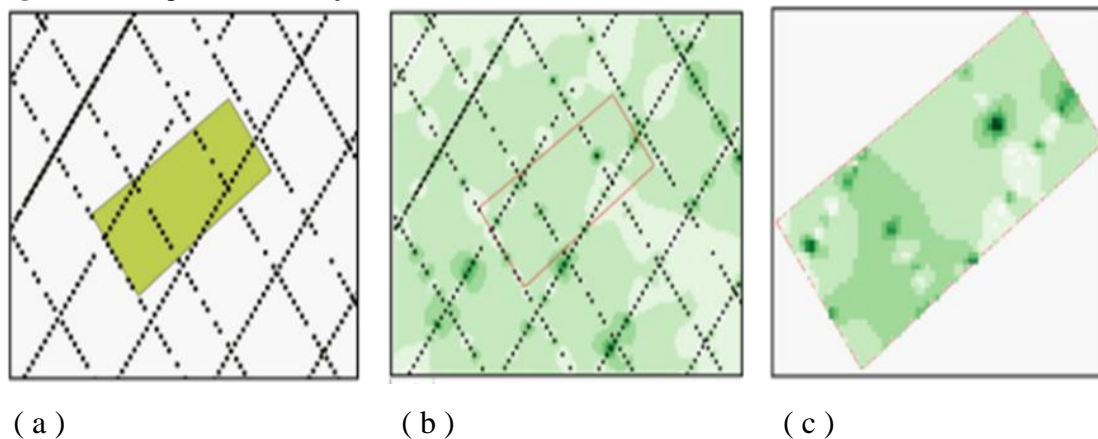
De posse do arquivo de pontos para toda a área estudada, procedeu-se com o recorte dos pontos GEDI das 37 parcelas. Para essa delimitação procedeu-se com o recorte dos pontos a partir da área das parcelas. Fez-se necessário ampliar a área das parcelas (buffer) antes de efetivar o recorte dos pontos, isso para garantir um melhor resultado durante o processo de interpolação da área efetiva.

Após o recorte dos pontos procedeu-se com a etapa do processamento de interpolação conforme a figura 3 abaixo. A interpolação é uma técnica utilizada para estimar valores de um

determinado atributo em locais não amostrados, para isso utiliza de pontos amostrados na mesma área ou região (JAKOB; YONG, 2006). Neste estudo o método utilizado foi o da Ponderação pelo Inverso da Distância – IDW, este método propõe que para prever um valor para um local não medido, o método usará de valores amostrados à sua volta, que terão por sua vez maior peso que os valores mais afastados (JAKOB; YONG, 2006).

Optou-se pelo método da Ponderação pelo Inverso da Distância – IDW, pelo fato da cobertura dos pontos de biomassa GEDI são fornecidos em posicionamento enfileirado formando uma grade, isso ocasionou em algumas parcelas falhas na cobertura. Na ocasião testou-se outro método de interpolação de krigagem mais os resultados não foram satisfatórios. Como o foco da pesquisa não era testar diferentes métodos de interpolação não foi aprofundado no presente estudo o detalhamento sobre tais métodos. Após o processamento de interpolação IDW obteve-se como resultado de saída, um arquivo raster com resolução espacial de cerca de 22 metros.

**Figura 03** – Etapas da rasterização com saída do raster com os valores de biomassa



**Fonte:** Nascimento, E.S (2023).

(a) Pontos GEDI sobrepostos a área da parcela Centrinho I; (b) Interpolação da área da parcela; (c) Raster de saída com a distribuição da biomassa.

## 2.4 Cálculo do carbono

A mensuração dos estoques de carbono também foi uma variante analisada em nossa pesquisa. Para Higuchi et al. (2004) a estimativa dos estoques de carbono é obtida através da biomassa florestal multiplicando-se pela concentração média de carbono. O autor aponta ainda que a concentração de carbono na vegetação varia em torno de 48% de biomassa seca, e ressalta que esse valor para florestas tropicais de cerca de 46 a 52%.

Para estimar o estoque de carbono foi necessário por sua vez a utilização do fator de conversão que considera o valor da biomassa fresca de uma árvore, sendo que 60% desta equivale ao seu peso seco e deste valor, cerca de 48% refere-se ao teor de carbono presente.

De posse dos valores de biomassa acima do solo, efetuou-se, portanto, as estimativas do carbono estocado para todas as parcelas. Para realização desta etapa, todos os valores de biomassa foram sistematizados em uma planilha Excel em seguida aplicado a fórmula apresentada abaixo desenvolvida por Ferreira (2016). A referida equação foi aplicada para a obtenção primeiramente do valor da biomassa seca em que se multiplicou o valor de biomassa em relação ao fator de fórmula 0,60 obtendo-se o percentual de biomassa seca. Na mesma planilha aplicou-se a fórmula para a obtenção do carbono em que considera o valor da biomassa seca em relação ao fator de forma 0,48 que é o Teor de Carbono proposto por Ferreira (2016). Mensurado os valores de carbono para todas as parcelas, procedeu-se com a etapa de representação espacial em forma de imagem. Abaixo apresenta-se as formulas mencionadas.

#### Biomassa Seca

$$BS = AGB * 0,60$$

Sendo:

BS= Biomassa seca,

AGB= Valor de biomassa GEDI e

0,60 = percentual de biomassa seca.

#### Carbono

$$Carb = BS * 0,48$$

Sendo:

Carb = Carbono,

BS = Biomassa Seca e

0,48 = Teor de Carbono.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **a. Índice de Biomassa GEDI pelo método de interpolação**

Para devidos cálculos de biomassa considerou-se a área total das 37 parcelas que juntas somaram uma área de aproximadamente 1.857,68 ha de floresta. Destaca-se que para a referida análise considerou-se as diferentes categorias florestais a saber: Floresta Aberta com Bambu Densa - FABD, Floresta Aberta com Bambu - FAB e Floresta Aberta com Palmeira Aluvial –

FAPa. O estudo propôs analisar os índices de biomassa e carbono nas diferentes categorias florestais na tentativa de observar possíveis diferenças nos valores, no entanto, não era o foco da pesquisa identificar essa diferença. Apesar de não aprofundar a pesquisa nesse sentido, observou-se que não houve diferença significativa entre essas categorias como observado nas tabelas subsequentes abaixo.

### **Floresta Aberta com Bambu Densa - FABD**

Nesta categoria foram analisadas 03 parcelas: parcela Caucheiro, parcela Esperança II e parcela Porongaba. A área média total dessas três juntas apresenta uma área estimada de 139,90 há com média 46,33 ha. Para estas parcelas foram encontrados aproximadamente 857.135,69 Mg de biomassa acima do solo. Em média encontrou-se aproximadamente 6.126,77 Mg de biomassa por hectare. Na tabela 1 abaixo, apresenta-se o nome da parcela analisada, a área total dessas parcelas, os respectivos valores de biomassa encontrado pelo método de interpolação seguidos do valor da biomassa extraídos a partir dos dados dendométricos do inventário florestal, esse último para efeito de comparação apenas.

**Tabela 1** - Estimativas de biomassa pelo método de interpolação - FABD

<i>Nome da parcela</i>	<i>Área Total</i>	<i>Estimativa biomassa Mg (Inventario)</i>	<i>Estimativa biomassa Mg (GEDI)</i>
<i>Caucheiro</i>	<i>42,88</i>	<i>2.535,72</i>	<i>293.077,20</i>
<i>Esperança II</i>	<i>35,77</i>	<i>1.859,78</i>	<i>244.400,78</i>
<i>Porongaba</i>	<i>61,25</i>	<i>3.967,09</i>	<i>319.657,71</i>
<b><i>Total</i></b>	<b><i>139,9</i></b>	<b><i>8.362,59</i></b>	<b><i>857.135,69</i></b>
<b><i>Média/ha</i></b>	<b><i>46,63</i></b>	<b><i>59,78</i></b>	<b><i>6.126,77</i></b>

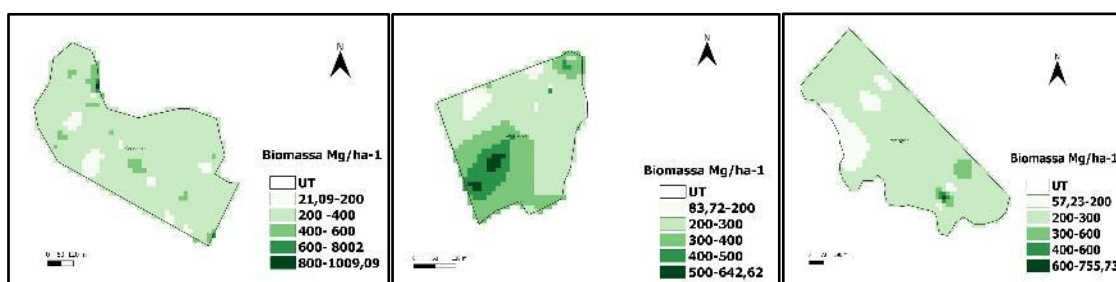
Fonte: Nascimento, E.S (2023).

Observou-se a diferença significativa entre os valores estimados pelo método da interpolação e pelo resultado do inventário florestal. Destaca-se que essa diferença esteve relacionada principalmente ao fato das métricas dendométricas do inventário florestal apresentar-se em menor valor, isso em função do inventário tratar de apenas algumas árvores selecionadas bem como as métricas que considera apenas o tronco comercial das árvores mensuradas. Detaca-e que os valores de copa não são contabilizados gerando, portanto, um valor bem baixo em relação a interpolação.

A seguir a Figura 4 mostra como ficaram distribuídos os valores de biomassa para cada uma das parcelas, observou-se uma pequena variação dentro das parcelas. Observar-se a

distribuição espacial onde encontram-se os maiores e os menores valores de biomassa acima do solo. Durante a análise constatou-se que houve variação entre 21,09  $Mg\ h^{-1}$  chegando a 1009,09  $Mg\ h^{-1}$ . Observou-se ainda que nas três parcelas houve a predominância dos valores de biomassa variando entre 200 a 400  $Mg\ h^{-1}$  onde verificou-se que os valores mais altos de biomassa se apresentaram em proporções menores e mais pontuais. Essa ausência de valores mais elevados nessa categoria podem estar associados ao fato das características físicas da região onde há predominância do bambu em grande parte destas áreas diminuindo, portanto, o quantitativo de biomassa para essas regiões.

**Figura 4** - Mapas de biomassa GEDI estimados dentro da região de Floresta Aberta com Bambu Densa – FABD



Fonte: Nascimento, E.S (2023).

### Floresta Aberta com Bambu - FAB

Esta região com característica predominante de floresta aberta com presença de bambu concentra a grande maioria das parcelas analisadas, das 37 parcelas 23 estão sublocadas nesta tipologia florestal. No total soma aproximadamente 1.229,75 hectares de florestas e foram encontrados aproximadamente 6.444.451,50 Mg considerando todas as 23 parcelas. A distribuição média por hectare ficou em cerca de 5.240,47  $Mg\ h^{-1}$ . A tabela 2 abaixo apresenta os valores encontrados nas respectivas parcelas.

**Tabela 2** - Estimativas de biomassa GEDI para as vinte e três parcelas na região de Floresta Aberta com Bambu – FAB

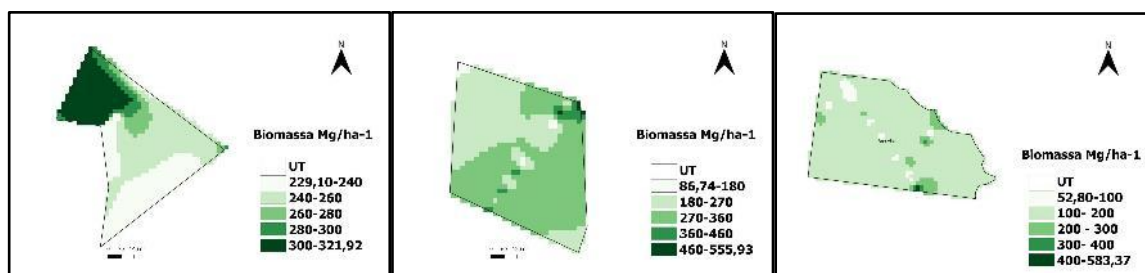
<i>Nome da UT</i>	<i>Área Total</i>	<i>Estimativa biomassa Total (Mg) Inventário florestal</i>	<i>Estimativa biomassa Total (Mg) GEDI</i>
Amansa Bravo	40,67	2.279,97	255.645,26
As Minas	41,13	2.599,10	253.975,90
Boa Vista II	60,42	2.876,53	225.358,36
Bom Jardim I	40,35	2.002,14	229.574,96
Bom Principio I e III	61,37	3.271,96	343.779,38
Centrinho I	80,9	4.420,60	397.494,44

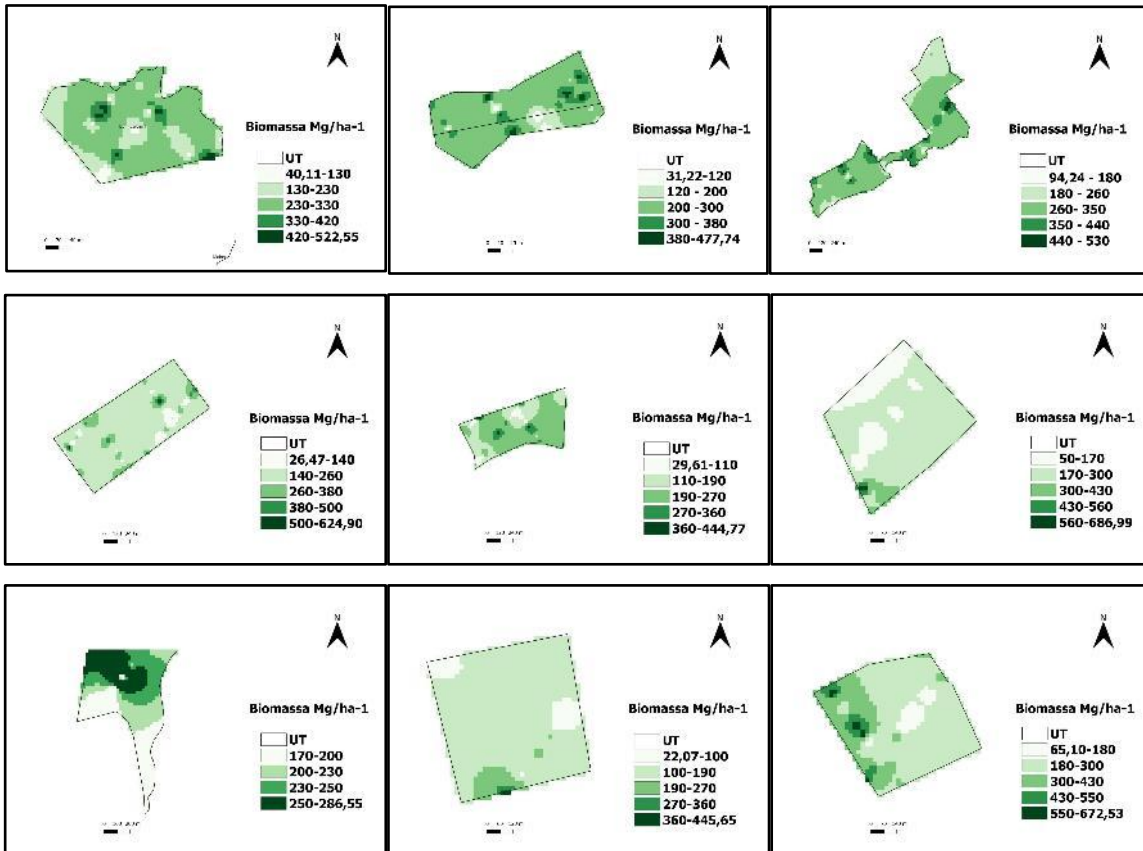
Centro Virgem II	40,2	4.843,19	182.965,55
Costa Rica I	41,13	1.920,42	188.277,28
Deserto	41,85	3.971,34	218.269,62
Enroscado I	41,81	2.079,92	216.808,21
Estreito I	43,24	1.405,13	145.434,78
Garimpo	42,91	2.879,68	265.143,79
Guarani	141,89	12.211,92	1.007.982,26
Gurgel II	40,5	4.388,58	247.156,29
Já Com Fome	42,24	2.695,31	244.140,40
Limeira II	40,18	2.749,27	144.930,44
Maloca II-III	63,17	4.675,29	244.140,40
Maloquinha I_II	40,51	3.456,05	270.645,49
Paxiúba I	41,39	1.957,32	152.464,04
São Pedro II	40,08	2.625,64	157.311,39
Sossego I	60,26	4.423,86	352.730,32
Tracoá III-IV	82,67	4.234,36	408.657,76
União	60,89	3.992,79	291.565,18
<b>Total</b>	<b>1.229,75</b>	<b>81.960,37</b>	<b>6.444.451,50</b>
<b>Média/ha</b>	<b>53,47</b>	<b>66,65</b>	<b>5.240,47</b>

Fonte: Nascimento, E.S (2023).

Os totais encontrados para esta região foram considerados dentro da média quando comparado com a região anterior. Apesar de ser uma região com presença de bambu o método conseguiu estimar os valores de biomassa dessas áreas. Destaca-se nessa secção que os maiores índices de biomassa foram encontrados variando entre 600 a 800 Mg/h<sup>-1</sup>. Analisada de forma individual não foram identificadas grandes proporções de distribuição de biomassa, os valores mais significativos de biomassa podem ser visualizados por meio da distribuição pequenas manchas de forma mais esparsas ilustradas na cor verde escuro conforme mostra as imagens 5A e 5B abaixo.

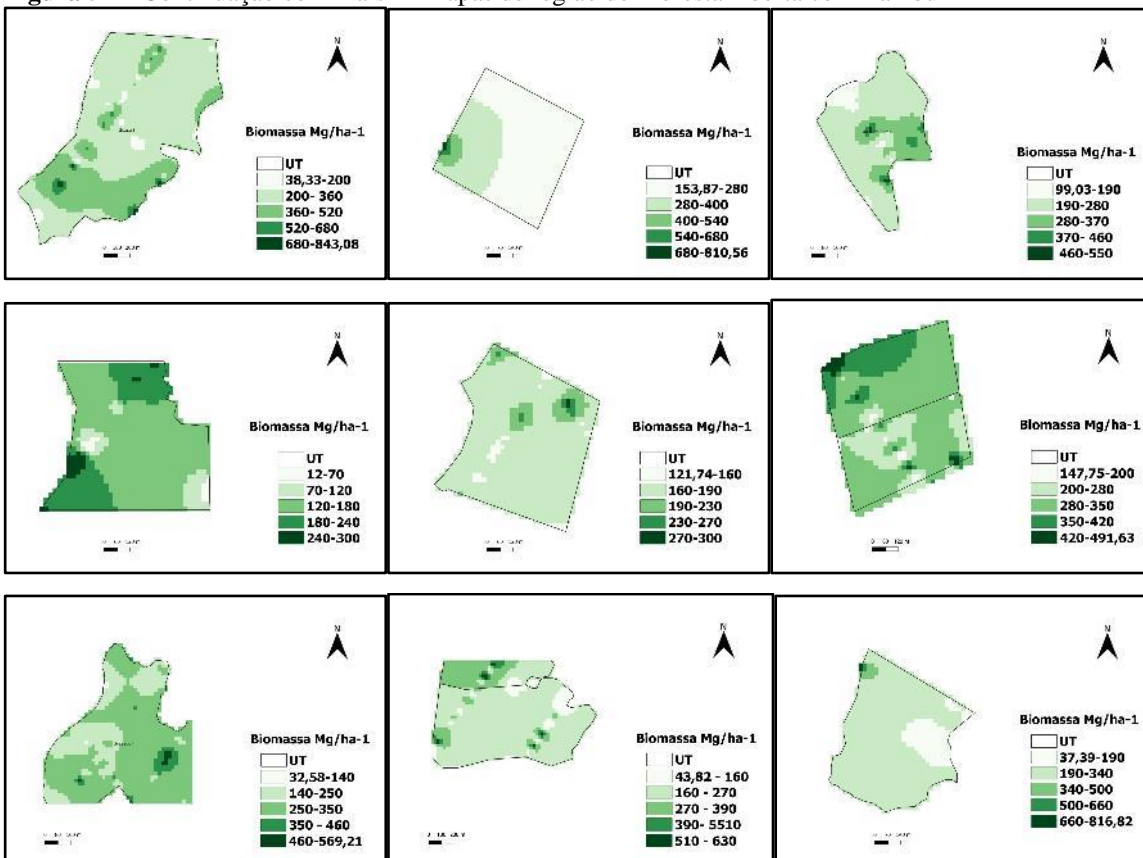
Figura 5A - Apresenta 12 mapas de biomassa região de Floresta Aberta com Bambu - FAB

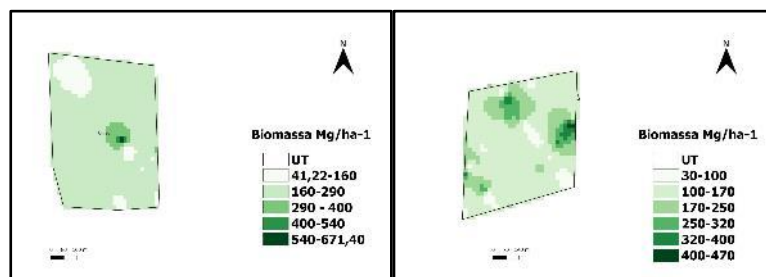




Fonte: Nascimento, E.S (2023).

**Figura 5B** - Continuação com mais 11 mapas de região de Floresta Aberta com Bambu - FAB





Fonte: Nascimento, E.S (2023).

### Floresta Aberta com Palmeira Aluvial – FAPa

Nesta secção analisou-se 11 parcelas que juntas totalizaram 403,20 hectares de florestas. Aqui encontrou-se aproximadamente 1.895.501,19 Mg/h-1 considerando todas as 11 parcelas. A média das unidades amostradas apresentou o resultado de aproximadamente 4.701,14 Mg/h<sup>-1</sup>

A análise mostrou que os maiores índices de biomassa variaram entre 500 a 700 Mg/h<sup>-1</sup> valor que ficou um pouco abaixo em comparação aos valores da região anteriormente analisada o que pode estar associada características fisiografias dessas áreas. Foi encontrado semelhança nos resultados em relação às outras regiões já analisadas, os resultados variaram entre 100 a 300 Mg/h<sup>-1</sup>. Em termos de distribuição dos valores estes últimos ocuparam a maior área de extensão dentro das parcelas. A tabela abaixo apresenta os totais biomassa estimados para esta região seguida das imagens da espacialização da biomassa pela Figura 6.

**Tabela 3** Estimativas de biomassa GEDI para as 11 parcelas na região de Floresta Aberta com Palmeira Aluvial – FAPa

<i>Nome da UT</i>	<i>Área Total</i>	<i>Estimativa biomassa Total (mg) Inventário florestal</i>	<i>Estimativa biomassa Total (mg) GEDI</i>
Jarinal I	40,09	1.426,68	254.189,13
As Pedras I	40,59	2.876,53	225.358,36
Bom Futuro	40,12	2.172,27	155.030,36
Monte Verde	40,68	3.146,38	193.930,10
Monte Videl I	40,01	2.025,45	167.262,51
Já Começa II	44,51	1.655,87	195.321,55
Fonte Nova I	40,19	1.930,73	186.327,90
Uruqueu I	40,38	2.464,30	174.016,44
República	41,69	1.939,51	173.815,86
Morada Nova	16,83	1.095,45	61.507,46
Santa Maria	18,11	1.426,68	108.741,52
<b>Totais</b>	<b>403,2</b>	<b>22.159,85</b>	<b>1.895.501,19</b>
<b>Média/ha</b>	<b>36,65</b>	<b>54,96</b>	<b>4.701,10</b>

Fonte: Nascimento, E.S (2023).

**Figura 6** - Mostra os 11 mapas de biomassa estimados dentro da região de Floresta Aberta com Palmeira Aluvial – FAPa

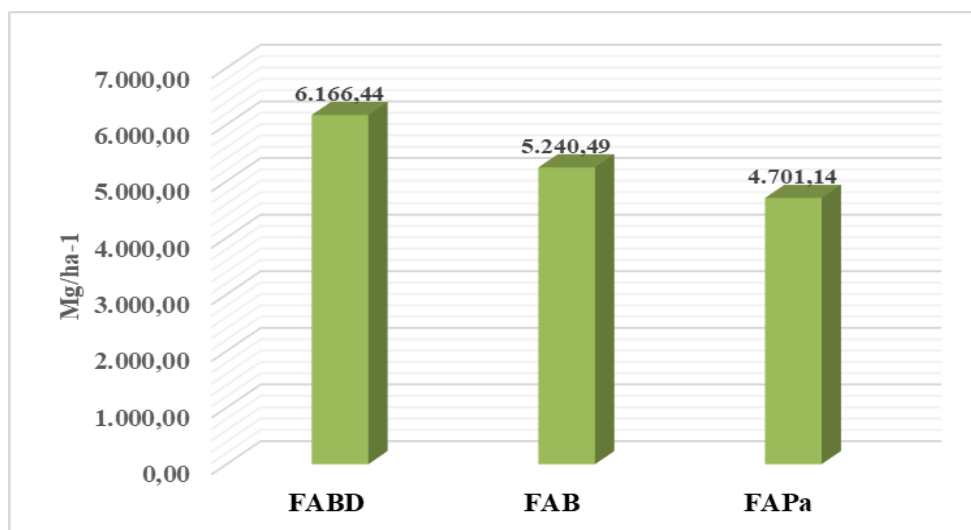


Fonte: Nascimento, E.S (2023).

Realizando uma comparação mais detalhada entre as três tipologias florestais mencionadas no estudo, pode-se constatar que houve uma pequena diferença entre os valores obtidos. No total na região de Floresta Aberta com Bambu Densa – FABD os resultados apresentaram-se maior cerca de aproximadamente 15,01% em relação ao valor encontrado na região de Floresta Aberta com Bambu-FAB e cerca de 23,75% em relação a região de Floresta Aberta com Palmeira Aluvial-FAPa.

O gráfico abaixo mostra os resultados da biomassa encontrados para as três tipologias florestais, bem como a diferença entre os resultados. Destaca-se a variação entre 4.701,14 Mg/h<sup>-1</sup> a 6.166,44 Mg/h<sup>-1</sup>. Observou-se ainda uma pequena variação dos resultados do quantitativo geral estimado, o indicando possível influência dos fatores característicos predominantes em cada uma dessas regiões.

**Figura 7** - Gráfico de valores de biomassa/ha nas três tipologias florestais



Fonte: Nascimento, E.S (2023).

### 3.2. Cálculo do Carbono

#### Taxas de Carbono Floresta Aberta com Bambu Densa - FABD

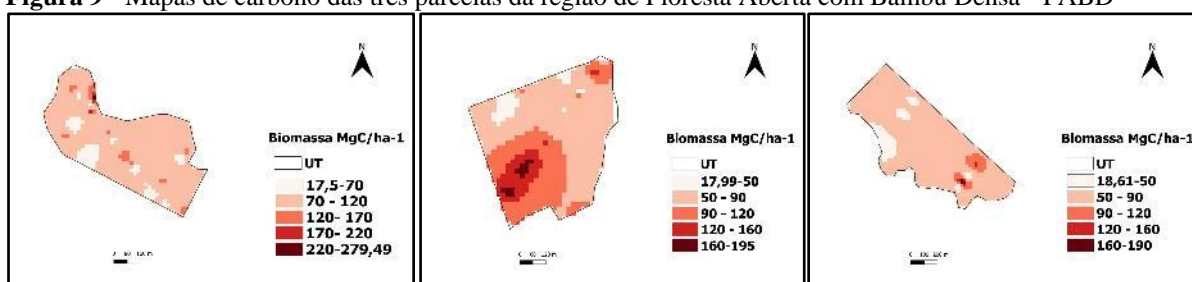
Após encontrado os valores de biomassa para cada uma das regiões analisadas, procedeu-se com as estimativas dos valores de Carbono. Para a sistematização dos valores de carbono manteve-se a metodologia de análise obedecendo a divisão das tipologias florestais. Para as 03 parcelas, Caucheiro, Esperança II e Porongaba, foram encontrados um total de 246.8550,8 MgC estocados nessas parcelas de floresta. Pela metodologia os teores de carbono tendem a acompanhar os índices de biomassa, sendo assim a espacialização do carbono Figura 9, para as três parcelas acompanham proporcionalmente os valores de biomassa pelo fato dos valores estarem associados por meio de seus valores. A tabela 4 a seguir apresenta a área das parcelas em hectares, os valores da biomassa estimados do GEDI por interpolação, o valor da biomassa seca e os respectivos valores do carbono encontrados para essa região.

**Tabela 4** - Estimativas de carbono para as três parcelas na região de Floresta Aberta com Bambu Densa – FABD

<i>Nome da UT</i>	<i>Área Total</i>	<i>Estimativa biomassa Mg (GEDI)</i>	<i>Biomassa Seca BS</i>	<i>Estimativa de Carbono MgC</i>
<i>Caucheiro</i>	42,88	293.077,20	175.846,32	84.406,23
<i>Esperança II</i>	35,77	244.400,78	146.640,47	70.387,42
<i>Porongaba</i>	61,25	319.657,71	191.794,63	92.061,42
<b>Total</b>	<b>139,9</b>	<b>857.135,69</b>	<b>514.281,42</b>	<b>246.855,07</b>
<i>Média/ha</i>	<b>46,63</b>	<b>6.126,77</b>	<b>3.676,06</b>	<b>1.764,51</b>

Fonte: Nascimento, E.S (2023).

**Figura 9** - Mapas de carbono das três parcelas da região de Floresta Aberta com Bambu Densa - FABD



Fonte: Nascimento, E.S (2023).

### Taxas de Carbono Floresta Aberta com Bambu - FAB

Seguindo a ordem de análise esta seção apresenta as 27 parcelas submetidas a análise do carbono. Como já se previa a lógica dos valores foi mantida, sendo a região que apresentou maior concentração de carbono proporcionalmente ao quantitativo da área de cerca de 1.229,75 ha de floresta. Do resultado da análise foram estimados um total de aproximadamente de 1.856.002,03 MgC. Semelhantemente aos resultados da região anteriormente analisada, não foram verificados fatores adversos aos já previstos mantendo-se, portanto, a proporcionalidade do o carbono estocado em relação a biomassa das. A tabela 5 abaixo apresenta os respectivos valores com a área total das parcelas, o valor da biomassa GEDAI, o valor da biomassa seca e o valor estimado de carbono MgC.

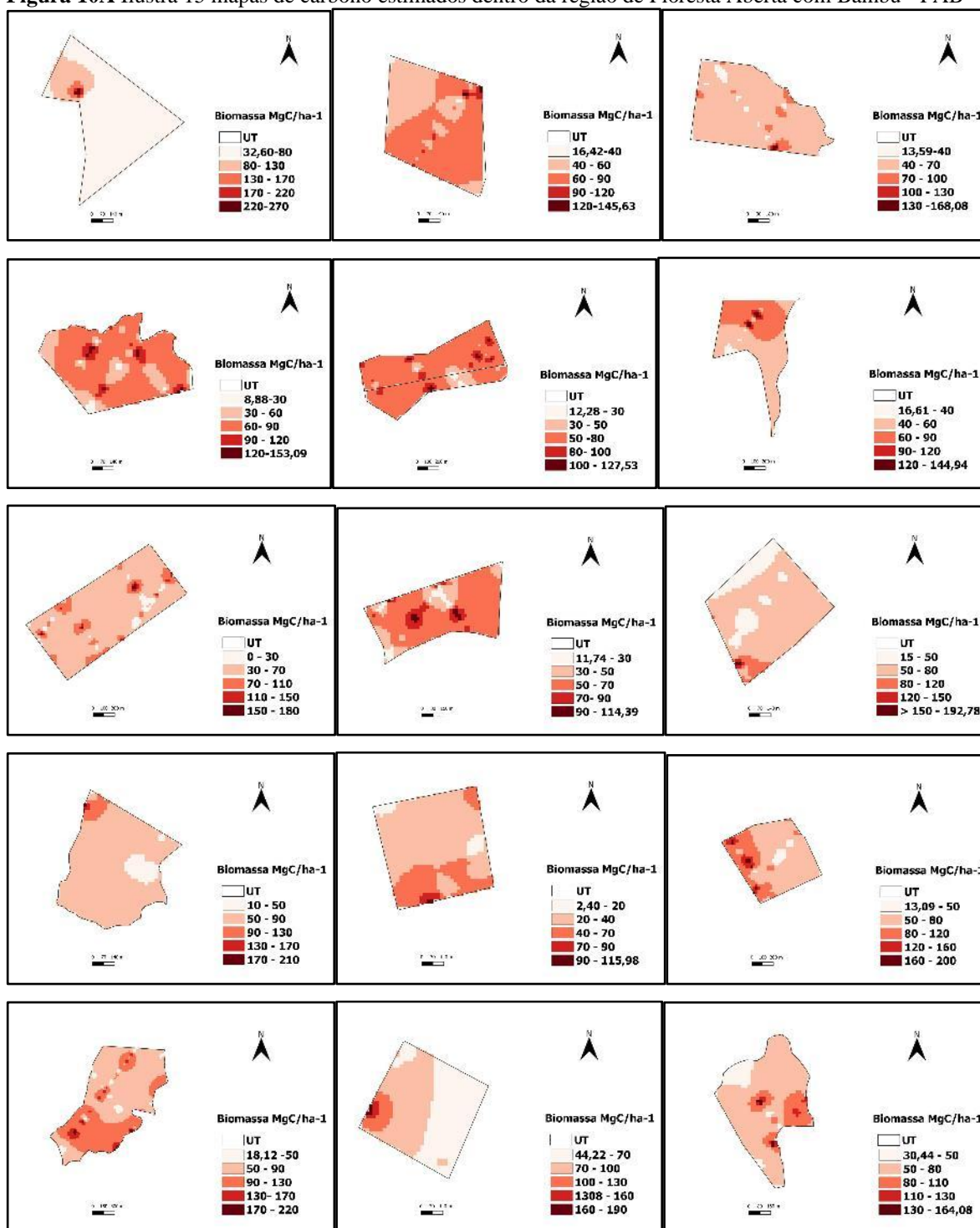
**Tabela 5** - Estimativas de carbono para as 23 parcelas na região de Floresta Aberta com Bambu - FAB

<i>Nome da UT</i>	<i>Área Total</i>	<i>Estimativa biomassa Mg (GEDI)</i>	<i>Biomassa Seca BS</i>	<i>Estimativa de Carbono MgC</i>
Amansa Bravo	40,671	255.645,26	153.387,16	73.625,83

As Minas	41,133	253.975,90	152.385,54	73.145,06
Boa Vista II	60,42	225.358,36	135.215,02	64.903,21
Bom Jardim I	40,345	229.574,96	137.744,98	66.117,59
Bom Principio I e	61,371	343.779,38	206.267,63	99.008,46
Centrinho I	80,904	397.494,44	238.496,66	114.478,40
Centro Virgem II	40,198	182.965,55	109.779,33	52.694,08
Costa Rica I	41,133	188.277,28	112.966,37	54.223,86
Deserto	41,851	218.269,62	130.961,77	62.861,65
Enroscado I	41,812	216.808,21	130.084,93	62.440,76
Estreito I	43,236	145.434,78	87.260,87	41.885,22
Garimpo	42,907	265.143,79	159.086,27	76.361,41
Guarani	141,89	1.007.982,26	604.789,36	290.298,89
Gurgel II	40,5	247.156,29	148.293,77	71.181,01
Já Com Fome	42,238	244.140,40	146.484,24	70.312,44
Limeira II	40,182	144.930,44	86.958,26	41.739,97
Maloca II-III	63,166	244.140,40	146.484,24	70.312,44
Maloquinha I_II	40,51	270.645,49	162.387,29	77.945,90
Paxiúba I	41,392	152.464,04	91.478,42	43.909,64
São Pedro II	40,08	157.311,39	94.386,83	45.305,68
Sossego I	60,257	352.730,32	211.638,19	101.586,33
Tracoá III-IV	82,667	408.657,76	245.194,66	117.693,43
União	60,885	291.565,18	174.939,11	83.970,77
<b>Tatal</b>	<b>1.229,75</b>	<b>6.444.451,50</b>	<b>3.866.670,90</b>	<b>1.856.002,03</b>
<b>Média/ha</b>	<b>53,47</b>	<b>5.240,47</b>	<b>3.144,28</b>	<b>1.509,25</b>

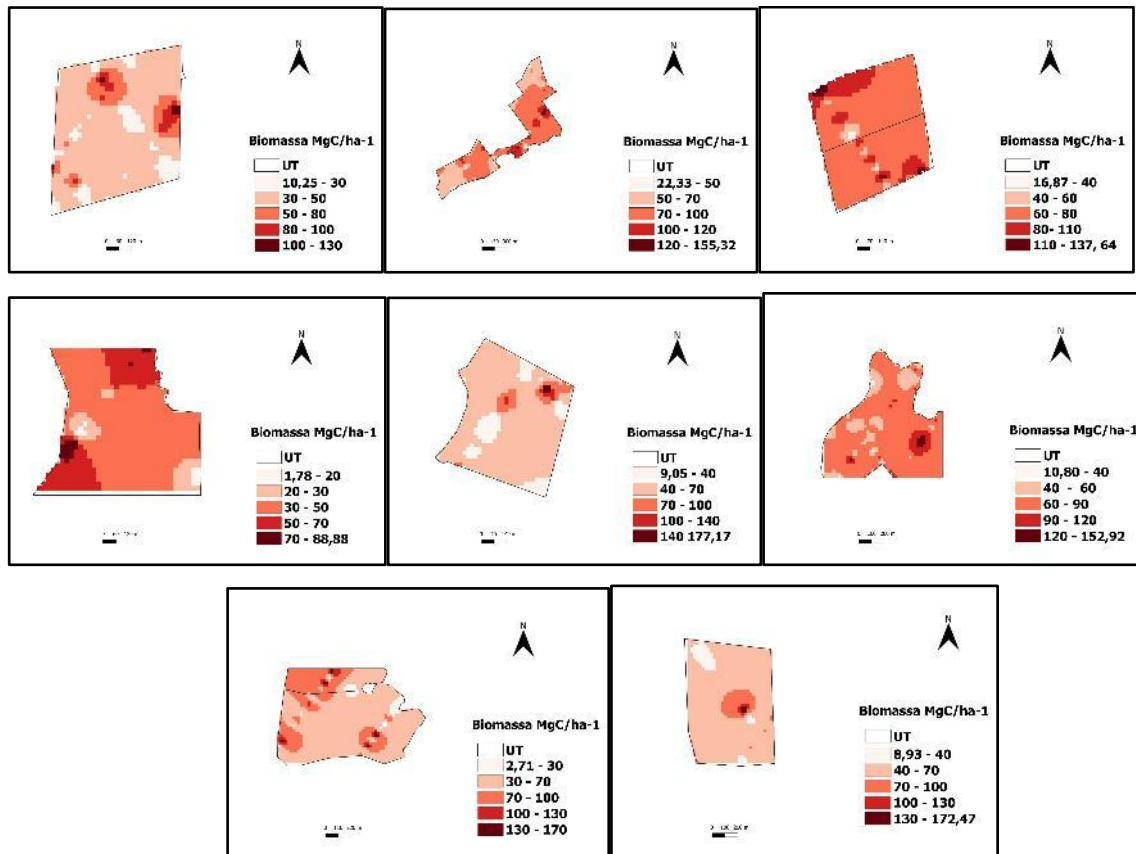
Fonte: Nascimento, E.S (2023).

**Figura 10A** Ilustra 15 mapas de carbono estimados dentro da região de Floresta Aberta com Bambu - FAB



Fonte: Nascimento, E.S (2023).

**Figura 10B** Mostra a continuação com mais 8 mapas de carbono estimados dentro da região de Floresta Aberta com Bambu - FAB



Fonte: Nascimento, E.S (2023).

### Taxas de Carbono Floresta Aberta com Palmeira Aluvial - FAPa

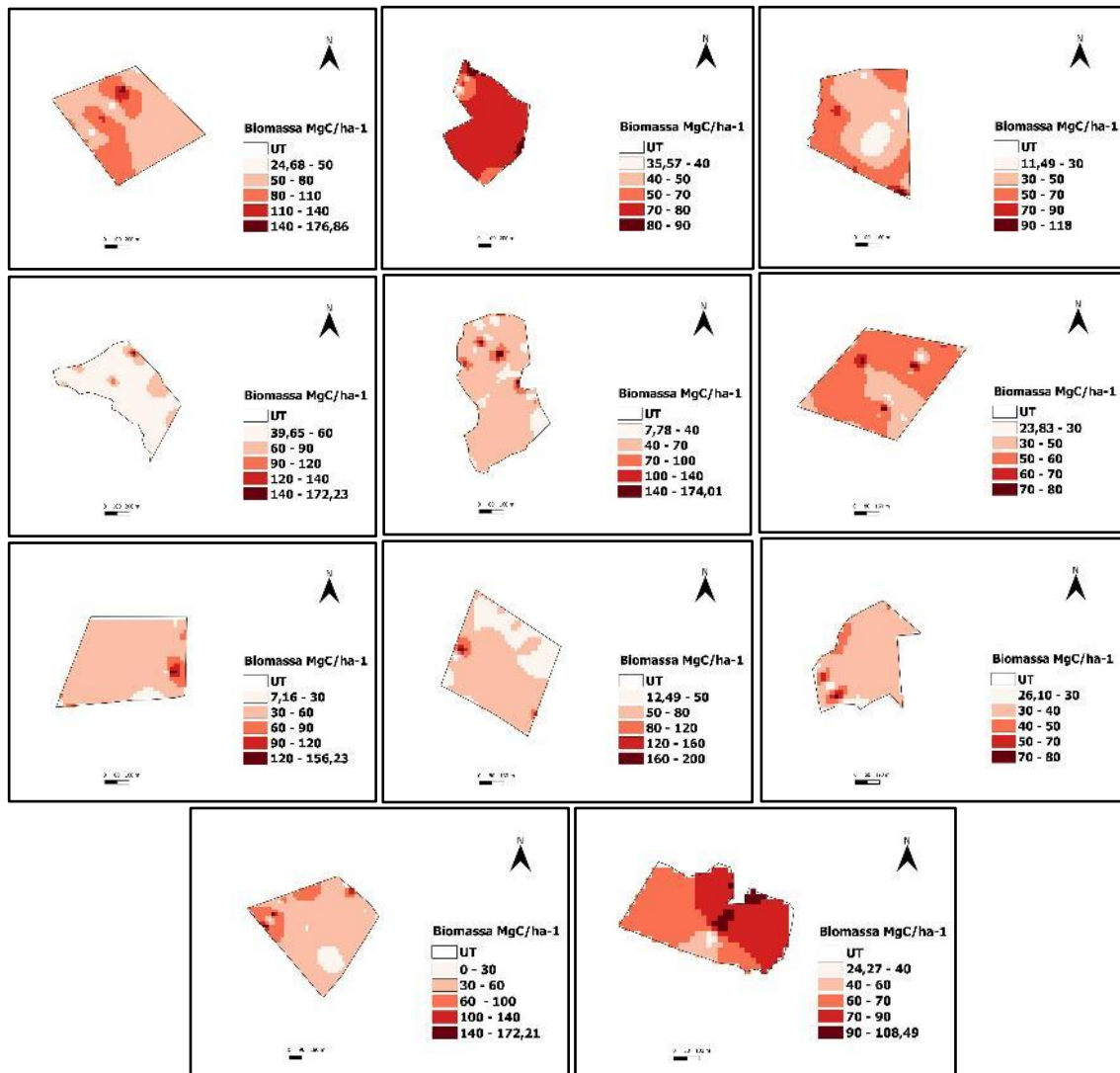
Na continuidade das análises esta foi a última seção analisada, foram 11 parcelas localizadas na região de Floresta Aberta com Palmeira Aluvial. Esta foi a segunda maior área em concentração de carbono que se encontrou em proporcionalidade da área de aproximadamente 403,20 ha. Para esta seção foram encontrados aproximadamente 545.904,34 MgC nas parcelas de floresta. Destaca-se que os valores de carbono para cada parcela apresentaram-se abaixo de 100 MgC. Esses valores acompanharam os índices de biomassa dessa seção que na análise anterior da biomassa demonstrou-se com o menor índice encontrado por hectare. A seguir a tabela 6 traz os respectivos valores encontrados com a área total das parcelas, o valor da biomassa GEDAI, o valor da biomassa seca e o valor estimado de carbono MgC par a referida seção.

**Tabela 6** - Estimativas de carbono para as 11 parcelas da região de Floresta Aberta com Palmeira Aluvial - FAPa

<i>Nome da UT</i>	<i>Área Total</i>	<i>Estimativa biomassa Total (mg) GEDI</i>	<i>Biomassa Seca BS</i>	<i>Estimativa de Carbono MgC</i>
Jarinal I	40,093	254.189,13	152.513,48	73.206,47
As Pedras I	40,589	225.358,36	135.215,02	64.903,21
Bom Futuro	40,116	155.030,36	93.018,22	44.648,74
Monte Verde	40,675	193.930,10	116.358,06	55.851,87
Monte Videl I	40,011	167.262,51	100.357,51	48.171,60
Já Começa II	44,513	195.321,55	117.192,93	56.252,61
Fonte Nova I	40,192	186.327,90	111.796,74	53.662,44
Uruqueu I	40,378	174.016,44	104.409,86	50.116,73
República	41,693	173.815,86	104.289,52	50.058,97
Morada Nova	16,834	61.507,46	36.904,48	17.714,15
Santa Maria	18,11	108.741,52	65.244,91	31.317,56
<b>Total</b>	<b>403,20</b>	<b>1.895.501,19</b>	<b>1.137.300,71</b>	<b>545.904,34</b>
<b>Média/ha</b>	<b>36,65</b>	<b>4.701,10</b>	<b>2.820,66</b>	<b>1.353,92</b>

Fonte: Nascimento, E.S (2023).

**Figura 11** Mostra 11 mapas de carbono estimados dentro da região de Floresta Aberta com Palmeira Aluvial – FAPa



Fonte: Nascimento, E.S (2023).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já se passaram três décadas desde a criação da Reserva Extrativista Chico Mendes no Acre. Ao longo desse período a Unidade os gestores e moradores já puderam experimentar de várias tentativas de como manter essa pequena porção da floresta amazônica preservada. E aqui podemos citar desde o incentivo econômico de produtos extrativistas como a borracha e a castanha óleos vegetais passando até pelo incentivo ao manejo madeireiro e agora mais recentemente com o crédito de carbono.

Em tempos de discussão sobre mudanças climáticas manutenção das florestas da Amazônia tem papel crucial nesse debate. Os desafios para a manutenção das florestas da Amazônia são enormes, no entanto, existe outro fator que deve sempre ser observado que é a

população que reside nessas grandes extensões de florestas. Então como equacionar essa questão preservação e desenvolvimento? A resposta ou as respostas talvez não seja tão fácil.

A Unidade de Conservação ao longo dos anos tem sofrido com a forte pressão antrópica, sob tudo, a pressão pelo desmatamento ocorrido tanto de dentro para fora, por exemplo, o desmatamento realizado pelos próprios moradores no interior da unidade, como também a pressão do desmatamento do seu entorno. Em relação ao desmatamento interno cabe mencionar que trata-se de uma relação de resposta dos órgãos gestores ao enfrentamento a tais práticas, no sentido de propor políticas públicas de desenvolvimento voltadas a seus moradores de forma a garantir a manutenção dessas áreas de florestas preservadas com finalidade das quais foram criadas.

Cabe, portanto, ao campo da pesquisa propor alternativas que possam subsidiar políticas públicas no sentido de atender a tais demandas contribuindo com a desenvolvimento e ao mesmo tempo na manutenção dessas áreas florestais de relevante importância a todos nós. Propôs-se com esta pesquisa compreender a importância da floresta em pé, ou seja, o seu valor agregado dessas áreas de floresta por meio do potencial de biomassa e carbono estocados. Com isso abre-se a discussão em relação ao desmatamento que ocorre na Unidade de Conservação e as novas possibilidades que surgem como forma de mitigar esses impactos como as do comércio de carbono por exemplo.

A utilização de novos dados como os GEDI utilizado na pesquisa, despertou-nos no sentido de que há a iminente necessidade de aprimoramento técnico científico que evolva tanto o campo de recursos humanos como na pesquisa propriamente dita. O fato de ser um sistema novo obviamente trouxe muitas incertezas, no entanto, contam-se com um vasto campo de dados a ser explorado, um grande potencial que precisa ser mais amplamente estudado.

Para futuros estudos com os dados GEDI recomenda-se a verificação no sistema quanto a disponibilidade de novos dados com melhor poder de cobertura e em escala compatível com a pesquisa de interesse. A opção de se trabalhar com dados já processados tipo raster, por exemplo, também poderiam ter otimização do tempo principalmente dos processamentos de novos raster interpolados. No entanto requer um tempo a mais de estudo e avaliação para a definição de quais dados utilizar em relação a área ou ao objeto da pesquisa.

Portanto, destaca-se que com a presente pesquisa conseguiu-se o alcance do objetivo proposto, impactando positivamente no desenvolvimento da linha de pesquisa. Do ponto de vista da contribuição do estudo nas políticas públicas o que se propôs foi testar uma nova metodologia que possa ficar à disposição servindo como auxílio na tomada de decisões quando

na prospecção de novos projetos para essas áreas de conservação, já o campo da execução cabe aos órgãos gestores.

## 5. REFERÊNCIAS

ARAGÓN. L. E. **A dimensão internacional da Amazônia: um aporte para sua Interpretação**. Universidade Federal do Pará (UFPA). Rev. Presidente Prudente ano 21, n. 42, pp. 14-33 Dossiê - 2018 ISSN: 1806-6755.

ASNER. Gregory P. *et al.* Selective Logging in the Brazilian Amazon. 21 October 2005 vol 310 **Science**. No. 5747. DOI. 10.1126/science.1118051. Disponível em: [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org). Acesso em: 18/06/2021.

BORATTO. I. M. de P; GOMIDE. R. L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

CÂMARA, G.; VALERIANO, D.M.; SOARES, J.V. **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. 24 p

CASARI. G H das C N. **Estimativa de biomassa por sensoriamento remoto: um potencial para avaliação da produção de energia**. Gabriel Henrique das Chagas Noqueli Casari. – Brasília, DF, 2018- 66 p. : il. (algumas color.); 30 cm.

CASSOL, Henrique Luiz Godinho. **Estimativa de Biomassa e estoque de Carbono em um fragmento de floresta ombrófila mista com uso de dados ópticos de sensores remotos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CHANG, Manyu. Sequestro de carbono florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 102, p. 85-101, jan./jun. 2002. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/8316>. Acesso em: 20/07/2021.

CORTE, Ana Paula Dalla.; SANQUETTA, Carlos Roberto. KIRCHNER, Flávio Felipe.; ROSOT. Nelson Carlos. Os Projetos de redução de emissões do desmatamento e da degradação florestal (REDD). **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 1, p. 177 - 188, jan./mar. 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/26316/17515>. acesso em: 17/06/2021.

CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J.B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root biomass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v.14, p.263-283, 1998. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/firelab/artigos/artigo40.pdf>. Acesso em: 21 setembro 2013.

DUBAYAH *et al.* GEDI Launches a New Era of Biomass Inference from Space. **IOP science** P. 56. Disponível em: <https://eartharxiv.org/repository/view/3278/> Acesso em: 27/06/2022.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Satélites de Monitoramento**. Campinas, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento> . Acesso em: 16 jan. 2023

Dubayah, R.O., S.B. Luthcke, T.J. Sabaka, J.B. Nicholas, S. Preaux, and M.A. Hofton. 2021. **GEDI L3 Gridded Land Surface Metrics, Version 2**. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. <https://doi.org/10.3334/ORNLDAAC/1952>

ANDERSEN, HANS-ERIK, FOSTER, JEFFREY R, REUTEBUCH STEPHEN E. Estimating Forest Structure Parameters on Fort Lewis Military Reservation using Airborne Laser Scanner (LIDAR). Disponível em: [www.fs.usda.gov/treearch/pus/7353](http://www.fs.usda.gov/treearch/pus/7353). Acesso em: 22/06/2022.

FEARNSIDE, P.M. 2020. **Desmatamento na Amazônia brasileira**: História, índices e consequências. p. 7-19. In: Fearnside, P.M. (ed.) *Destruição e Conservação da Floresta Amazônica*, Vol. 1. Editora do INPA, Manaus, Amazonas. 368 p. (no prelo). Disponível em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2005/Desmatamento%20historia-Megadiversidade.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2005/Desmatamento%20historia-Megadiversidade.pdf) Acesso em: 26/03/2020.

FEARNSIDE, P.M. Biomassa das Florestas Amazônicas brasileiras. In *Emissão x sequestro de CO<sub>2</sub> uma nova oportunidade de negócios para o Brasil*. **Anais do Seminário**. Companhia Vaie do Rio Doce, Rio de Janeiro. 1994. p 95-124.

FERRAZ, A. S.; SOARES, V. P.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, C. A. S. A. GLERIANI, J. M. Uso de imagens do satélite IKONOS II para estimar biomassa aérea de um fragmento de floresta estacional semidecidual. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, p. 2794 – 2801, 2013.

FERRAZ, A. S. Estimação dos estoques de biomassa e carbono na parte aérea de um fragmento de floresta estacional semidecidual por meio de imagens de satélite Ikonos II. Tese de Doutorado (*Doctor Scientiae*). Viçosa. Minas Gerais. 2012. 88f.

FLORENZONO, T. G. **Iniciação Em Sensoriamento Remoto**. 3ª Edição Ampliada e atualizada. São Paulo. Oficina e Textos. 2011.

FONSECA, M. do P. S. A. da. **A certificação florestal e os Vendedores de árvores: um estudo da Floresta Estadual do Acre**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2008. 100f.

FERREIRA et al. **Estimativa da capacidade de Estoque de Biomassa e Carbono e sua importância para a conservação de fragmentos florestais no leste do Acre**. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB – 21 a 24/11/2016.

**For Landsat 8-9 OLI/TIRS**: Vermote, E., Justice, C., Claverie, M., & Franch, B. (2016). Preliminary analysis of the performance of the Landsat 8/OLI land surface reflectance product. *Remote Sensing of Environment*, 185, 46-56. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index>. Acesso em: 12/03/2023.

GIONGO. Marcos *et al.* **LiDAR: princípios e aplicações florestais**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 30, n. 63, p. 231-244, ago./out. 2010. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/148/133>. Acesso: 23/09/2022.

Hentz, A. M. K, Ruza. M. S, Corte. A. P., D, Sanquetta. C. R. Técnicas de sensoriamento remoto para estimativa de biomassa em ambientes florestais. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2810 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2889>. Acesso em: 15/05/2021.

HIGUCHI, Niro. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia central. **FLORESTA** 34 (3), Set/Dez 2004, 295-304. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/26316/17515>. acesso em: 20/07/2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Divisão de Geração de Imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2022. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites> Acesso em: 29 de outubro de 2022.

IMAZON. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia**. c2018. Desmatamento. Disponível em: <<https://amazon.org.br>>. Acesso em: 27 de abril de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. DIVISÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Lidar**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2022. On Line. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/DSR/areas-de-atuacao/sensores-plataformas/lidar/capa-lidar>. Acesso em: 14/06/2022.

JÚNIOR. H. N. de M. *et al.* **Aplicações de sensoriamento remoto para o monitoramento do desmatamento da Amazônia**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril. 2007. INPE, p. 6835-6842.

LAURANCE W. F. **Can Carbon Trading Save Vanishing Forests?**. 286 Bio Science. April 2008/Vol. 58No. 4.

LIMA, Laís Cristina Chaves de. **Estoque de biomassa e carbono em uma área manejada na Floresta Estadual do Antimary**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Gestão Florestal), Universidade Federal do Paraná. Rio Branco-AC.

LOPES et al. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.11, p.1210 -- 1219, 2010 Campina Grande, PB, UAEEA/UFPA. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br> Acesso em: 25/10/2022.

LEFSKY et al. Lidar remote sensing of above-ground biomass in three biomes. *Global Ecology & Biogeography* (2002) 11, 393-399. **Science Ltd**. Disponível em: <http://www.blackwell-science.com/geb>. Acesso em: 22/06/2022.

MASCARENHAS. F. de S.; BROWN. I. F.; SILVA. S. S. da. Desmatamento e incêndios florestais transformando a realidade da Reserva Extrativista Chico Mendes. Edição especial: **30 Anos do Legado de Chico Mendes Vol. 48**, novembro de 2018. DOI: 10.5380/dma.v48i0.58826. e-ISSN 2176-9109. D e M Desenvolvimento e Meio Ambiente.

UFPR. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/58826/36969> Acesso em 26/10/2022.

MELO. E. T.; SALES. M. C. L.; OLIVEIRA. J. G. B. de. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do riacho dos cavalos, Crateús-CE. **RA E GA O Espaço Geográfico em Análise**. 23 (2011), p. 520-533 Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR. Disponível em: [www.geografia.ufpr.br](http://www.geografia.ufpr.br). Acesso em: 25/10/2022.

NETO, I. A. **Uso de ferramentas de SIG e sensoriamento remoto para o monitoramento do desmatamento em unidades de conservação: estudo de caso da Floresta Nacional do Bom Futuro -RO**. Porto Velho, Rondônia, 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) Fundação Universidade Federal de Rondônia / UNIR. 112f.: il.

PAGIOLA S; GLEHN H. C. V; Taffarello D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo : SMA/CBRN, 2013. 336p. : il. color.; 19 x 25 cm.

RODRIGUES, M. A. **Dinâmica espacial do desmatamento no estado do Acre entre 1999 e 2010: o papel do zoneamento ecológico-econômico**. Campinas, SP : [s.n.], 2014.

ROMERO, F. M. B et al. Quantificação da Biomassa e estoque de carbono em áreas sob manejo sustentável no estado do Acre. **Engenharia Florestal: Desafios, Limites e Potencialidades**. 2020. Cap 56. pg. 720-730. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/quantificacao-da-biomassa-e-estoque-de-carbono-em-areas-sob-manejo-sustentavel-no-estado-do-acre>. Acesso: 28/07/2023.

RUDORFF, B. F. T. **Produtos de Sensoriamento Remoto**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Divisão de Sensoriamento Remoto Disponível em: <<http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>>. Acesso em: 17 de abr. de 2020.

SARAIVA et al. Construção de mosaicos temporais normalizados de imagens planet. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE. Santos -SP, Brasil.

SILVEIRA. P. et al. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008.

SOUZA, C. R. *et al.* Dinâmica florestal e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. **Acta Amazônica**, v. 42(4) 2012 p. 501-506. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65580/1/Actav42n4a07.pdf>. Acesso em: 18/06/2021.

SMITH J. M. **Ornl Daac Releases GEDI Level 4B Dataset Offering Gridded Estimates of Aboveground Biomass Density**. Nasa Earth Data. Open Acces For Open Science. Disponível em: <https://www-earthdata-nasa-gov.translate.google/learn/articles/gedi-l4b> Acesso: 03/07/2023.

TRAINDADE et al. Relação espectro-temporal de índices de vegetação com atributos do solo e produtividade da soja. **Revista Ciências Agrárias**. Cienc. Agrar., v. 62, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.29281Rev>. Acesso em: 05/07/2023.

WATZLAWICK, L. F. KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R. Estimativa de biomassa e carbono em floresta com Araucária utilizando imagens do satélite Ikonos II. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 2, p. 169-181, 2009.

WATZLAWICK, L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. Curitiba: UFPR, 2003. 120f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

YU, Chang Man. **Sequestro Florestal De Carbono No Brasil –Dimensões Políticas, Socioeconômicas E Ecológicas**. 2004. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

JAKOB, A. A. E; Young, Andrea Ferraz. **O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas**. XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Caxambu – MG – Brasil, setembro de 2006.

SCHIKOWSKI, A. B; Corte, A. P. D; Sanquetta, C. R; Modelagem do crescimento e de biomassa individual de Pinus. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 33, n. 75, p. 269-278, jul./set. 2013.