



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

BRUNO BORGES SANTOS

**ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA E ARBUSTIVA EM UMA ÁREA DE
CERRADO NO AMAPÁ**

MACAPÁ
2019

BRUNO BORGES SANTOS

**ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA E ARBUSTIVA EM UMA ÁREA DE
CERRADO NO AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. José Júlio de Toledo.

**MACAPÁ
2019**

**ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA E ARBUSTIVA EM UMA ÁREA DE
CERRADO NO AMAPÁ.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovado em: ____/____/____

Prof. Dr. José Júlio de Toledo

(Universidade Federal do Amapá- UNIFAP)

Presidente/Orientador

Dr. Arialdo Martins da Silveira Junior

(Universidade Federal do Amapá- UNIFAP)

Membro Titular

Dr. Marcelo Jose de Oliveira

(Universidade Federal do Amapá- UNIFAP)

Membro Titular

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmãos que dedicaram toda vida pela minha felicidade.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, pela paciência, competência e dedicação na realização deste trabalho.

A todo o colegiado do Curso de Ciências ambientais, pelo conhecimento adquirido durante estes quatro anos de graduação.

Aos meus amigos Ademir Barros, Ana Carolina Ferreira, Devid Pool Souza e minha companheira Hanna Flávia Bezerra Lima pelo apoio nos trabalhos de campo.

Ao engenheiro florestal Carlos Henrique Ulchak pela oportunidade de atuar na área e conhecimentos repassados durante minha breve jornada na consultoria ambiental.

Aos funcionários do Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Amapá (IMAP), Uanne Marques e Marilene Sanches pelo fornecimento de dados e orientação na elaboração do mapa da área de estudo.

ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA E ARBUSTIVA EM UMA ÁREA DE CERRADO NO AMAPÁ.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo estimar a biomassa arbórea e arbustiva e o estoque de carbono em uma área de Cerrado na APA do Curiaú, município de Macapá/AP. O trabalho foi realizado em dez parcelas permanentes com 250m de comprimento, que seguem a curva de nível do terreno. As árvores foram medidas em faixas de 4m e arbustos na faixa de 1m. A densidade de árvores variou quase dez vezes entre parcelas (140 a 1250 indivíduos ha⁻¹). A biomassa total estimada para área foi de 10 ton.ha⁻¹ e a de carbono foi 4,75 ton.ha⁻¹. As espécies *Byrsonima crassifolia*, *Salvertia convallariodora* e *Ouratea hexasperma* contribuíram juntas para a maior parte (80,72%) da biomassa e do estoque de carbono. Ações de recuperação de áreas degradadas nesse ecossistema devem levar em conta essa distribuição assimétrica da biomassa.

Palavras-chave: Cerrado. Biomassa. Estoque de carbono.

ESTIMATE OF ARBOREAL BIOMASS IN CERRADO AREA IN AMAPÁ.

ABSTRACT

This study aimed to estimate the arboreal biomass (trees and shrubs) and carbon stock in a savanna area in the Protected Area of Curiaú, Macapá, Amapá, Brazil. The study was carried out in ten permanent plots with 250m long which follow the terrain contours. Trees and shrubs were measured in sub-plots of 4m and 1m wide per 250m long, respectively. Tree density varied almost tenfold between plots (140 to 1250 individuals' ha⁻¹). The estimated total biomass for the area was 10 ton.ha⁻¹ and the carbon stock was 4.75 ton.ha⁻¹. The species *Byrsonima crassifolia*, *Salvertia convallariodora* and *Ouratea hexasperma* contributed together for most (80.72%) biomass and carbon stock. Actions to recover degraded areas in this ecosystem should take into account this asymmetric distribution of biomass among species.

Key-words: Cerrado. Biomass. Carbon stock.

LISTA DE SIGLAS

PPL	Produção Primária líquida
APA	Área de Proteção Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DF	Distrito Federal
BH	Bahia

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Estimativa da biomassa arbórea acima do solo e da densidade de indivíduos de acordo com o tamanho (diâmetro de base - DB) das árvores de arbustos.....	20
Tabela 2.	Estimativa da biomassa e do carbono em diferentes componentes. Fatores de expansão em relação à biomassa arbórea foram usados para calcular a biomassa dos componentes herbáceo + biomassa morta e biomassa de raízes, e o carbono foi calculado com base nas proporções conhecidas (Barbosa e Fearnside 2005; Barbosa et al. 2012)	21
Tabela 3.	Biomassa, número de indivíduos e diâmetro de base (DB) por espécie nas 10 parcelas permanentes. A biomassa e o número de indivíduos com DB < 5 cm foi multiplicada por 4 para equiparação com os indivíduos \geq 5 cm DB.....	25
Tabela 4.	Resultados de regressões lineares simples testando o efeito da distância da borda da floresta mais próxima (m), altitude do terreno (m) e inclinação (graus) sobre a biomassa acima do solo (ton. ha ⁻¹) para diferentes classes de tamanho (diâmetro de base - DB) das árvores de arbustos.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de localização da área de estudo.....	16
Figura 2.	A) Distribuição da biomassa e (B) e densidade de árvores e arbustos em 10 parcelas de 0,1 ha (4 × 250 m) em uma área de Cerrado próxima de Macapá, Amapá.....	23
Figura 3.	Relação entre a biomassa por espécie com (A) a média do diâmetro de base (DB) e com (B) o número de indivíduos por espécie. (A) Não houve relação entre biomassa e DB (F = 1,62, P = 0.22) e (B) houve relação entre biomassa e número de indivíduos (F = 136,8, P < 0.001, r ² = 0,87, y = -0.0207156 + 0.0046477x).....	27

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	9
2- OBJETIVOS.....	10
2.1. GERAL.....	10
2.1.1. Contribuir com dados de biomassa da vegetação Cerrado e estimativas de estoque de carbono.	10
2.2. ESPECÍFICOS.....	10
2.2.1. Estimar a biomassa e o estoque de carbono do componente arbóreo e arbustivo.....	10
2.2.3. Determinar a distribuição da biomassa por espécie.....	10
3- REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3.1. SAVANAS AMAZÔNICAS E O CERRADO DO AMAPÁ.....	10
3.2. FITOSSOCIOLOGIA E FITOFISIONOMIA DO CERRADO.....	11
3.3. BIOMASSA E ESTOQUE DE CARBONO NO CERRADO.....	14
4- METODOLOGIA.....	15
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	15
4.2. DESCRIÇÃO DAS PARCELAS.....	16
4.3. MEDIÇÃO DAS ÁRVORES.....	17
4.4. MEDIÇÃO DOS ARBUSTOS.....	17
4.5. CÁLCULO DE BIOMASSA.....	17
4.6. CÁLCULO DE CARBONO.....	18
4.7. ANÁLISE DE DADOS.....	18
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

A biomassa é entendida como a quantidade total de material biológico e massa que incluem animais e plantas de uma área específica ou uma determinada população (ART, 2001). O conhecimento da quantidade de biomassa é de extrema importância para diversas áreas de conhecimento, tanto para ecologia quanto para agronomia. A quantificação da biomassa é de suma importância no processo de quantificação do fluxo e balanço de carbono. Tanto fluxo quanto o balanço de carbono estão sendo alvo de discussões nos últimos anos devido à presença de gases responsáveis pelo efeito estufa (KUNTSCHIK, 2004).

O termo cerrado é utilizado para designar um conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) e possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo, com mais de 7000 espécies (KLINK E MACHADO, 2005). Porém, nos últimos anos vem sofrendo um processo de degradação dos seus recursos naturais, tanto em espécies da flora, quanto da fauna devido à queimada provocada pela expansão agrícola e a abertura de estradas para escoamento da produção (FREITAS, 2009).

Práticas agrícolas no cerrado incluem o uso intensivo de fertilizantes e calcário, os quais poluem córregos e rios. Além disso, o uso de gramíneas africanas para formação de pastagens é prejudicial à biodiversidade, aos ciclos de queimada e à capacidade regenerativa dos ecossistemas (KLINK E MACHADO, 2005). As perturbações nesse ecossistema implicam em alterações no estoque regional de carbono.

O estado do Amapá detém a quarta maior área de savana amazônica, a qual vêm sendo alvo de discussões de como possibilitar a expansão agropecuária, em particular, pelo grande potencial desta área para a produção de grãos. Tal afirmação não é decorrente somente da extensão territorial para o cultivo, e sim por se tratar de um estado com localização geográfica estratégica para o escoamento da produção com costas banhadas pelo Oceano Atlântico (VALENTE et. al., 2005).

Atualmente, as savanas estão passando por um processo predatório e dificilmente ocorrem inventários ou análises capazes de mensurar a perda de carbono, trazendo maiores incertezas para o ciclo regional do carbono. Além disso, não se sabe quais são os fatores que determinam a distribuição espacial da biomassa na região. Uma gestão descuidada e as enormes lacunas nos processos de licenciamento, assim como o desmatamento irregular são os principais fatores que contribuem para a rápida conversão das áreas de Cerrado em plantações no Amapá. Sendo assim, esse estudo tem como objetivo contribuir com dados de

biomassa da vegetação Cerrado e estimativas de estoque de carbono para colaborar na estimativa dos serviços ambientais desse ecossistema na região.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

2.1.1. Contribuir com dados de biomassa da vegetação Cerrado e estimativas de estoque de carbono.

2.2. ESPECÍFICOS

2.2.1. Estimar a biomassa e estoque de carbono do componente arbóreo e arbustivo;

2.2.3. Determinar a distribuição da biomassa por espécie.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. SAVANAS AMAZÔNICAS E O CERRADO DO AMAPÁ

De acordo com Costa-Neto (2014), o Cerrado se distribui nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Distrito Federal, Tocantins, Ceará, Bahia, Piauí e Maranhão. Na Amazônia são encontradas áreas de Cerrado inseridas e em transição com a vegetação florestal, formando as Savanas Amazônicas, ocorrentes nos Estados de Roraima, Rondônia, Amazonas, Pará e Amapá.

As Savanas Amazônicas cobrem aproximadamente 4% da Bacia Amazônica, considerado um sistema vulnerável à ação do homem pela distribuição espacial e fácil manejo na agricultura (OLIVEIRA, 2009). Um dos fatores que mais contribui para pressão neste sistema são as expansões das zonas urbanas e o desmatamento (BARRETO et al., 2005).

A Savana Amazônica vem sendo estudada no estado do Amapá desde o ano de 1950 (MAGNANINI, 1952). Em estudos realizados pelo projeto RADAM Brasil no ano de 1974, estimou-se uma área de 11.000 km² desse ecossistema no Amapá (LEITE *et al*, 1974), porém em dados atualizados e revisões realizadas pelo Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Amapá essa área diminuiu para 9.861,89 km² da vegetação Cerrado, equivalente a 6,87% do território do estado (OLIVEIRA, 2009; ZEE, 2008).

De acordo com dados do ZEE (2008), o Amapá possui a segunda maior faixa contínua de Savana Amazônica, sendo a Savana de Roraima a maior do país. As áreas Savânicas do

Amapá estendem-se no sentido norte/sul do município de Calçoene até os arredores de Macapá, e no sentido centro/sul dos municípios de Mazagão e Laranjal do Jari, desempenhando um papel fundamental no corredor de biodiversidade do estado. Este ecossistema possui formações Campestres com tipologias de cerrado, com características fisionômicas da vegetação de estratos lenhosos aberto, estrato arbóreo/arbustivo denso que se estendem por matas de galeria, possuindo também ilhas de matas, matas de galeria e veredas de buriti (ZEE, 2008).

O Amapá, mesmo com o título de estado mais preservado do Brasil com mais de 70% de sua área dentro de áreas protegidas, ainda deixa a desejar quanto à conservação de suas savanas. As savanas amapaenses abrangem uma área de 10.021 km² e incluem apenas 917,69 km² (~9,2%) em territórios legalmente protegidos, com 850,42 km² (~8,5%) em unidades de uso sustentável, 40,24 km² (0,4%) em unidades de proteção de uso integral e 27 km² (~0,3%) em terras indígenas (HILÁRIO et al., 2017; MUSTIN et al., 2017).

3.2. FITOSSOCIOLOGIA E FITOFISIONOMIA DO CERRADO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e ocupa uma área de 1,8 milhões de km², cortando o país no sentido sudoeste/nordeste, porém, é o que mais sofre ameaça dentre os 25 biomas do mundo, devido ao aumento da ação antrópica. Detém cerca de 5% da biodiversidade do mundo e mais de 33% da biota brasileira, com título de savana mais rica (MMA, 2002; AGUIAR et al., 2004).

Ribeiro e Walter (2008) descrevem pelo menos doze tipos de vegetação para o bioma Cerrado, divididos em formações florestais (Mata de Galeria, Mata Ciliar, Mata seca e Cerradão), formações savânicas (Cerrado Parque, Cerrado sentido restrito, Vereda e Palmeiral) e campestres (Campo limpo, Campo sujo e Campo rupestre), se considerar os subtipos do Cerrado são reconhecidos 25 tipos de vegetação. Os mesmos autores classificam o Cerrado em três formações paisagísticas: Formações Florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão); Formação Savânica (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda); e Parque de Cerrado (Palmeiral).

Dentre as formações savânicas, o Cerrado sentido restrito é a fisionomia mais comum, caracterizada pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e distorcidas, e geralmente com indícios de queimada (RIBEIRO; WALTER, 1998). De acordo com Costa-Neto et al (2017), poucos são os estudos que descrevem a

fisionomia dessas savanas. Em estudos realizados pelo ZEE (2008) é sugerida a existência de dois tipos: Cerrado parque e Cerrado arbóreo-arbustivo.

Dentre as savanas do mundo, a flora do Cerrado é a que apresenta maior riqueza vegetal (plantas arbustivas, herbáceas, arbóreas e cipós), com 44% da flora endêmica e 12.000 espécies de plantas vasculares nativas (MENDONÇA et al. 2008). De acordo com Mendonça (1998), estimam-se que 35% das espécies de plantas do Cerrado são endêmicas ou típicas do Cerrado sentido restrito, 30% das Matas de Galeria, 25% das áreas Campestres e 10% não tem classificação. A diversidade de ambientes no cerrado é o principal fator da riqueza vegetal, pois apresentam diferentes tipos de solos, relevo e fitofisionomias (formações florestais, savânicas e campestres).

Segundo Ribeiro e Walter (2008), o Cerrado sentido restrito é o que melhor caracteriza o aspecto savânico do bioma por apresentar o maior número de subtipos (Denso, Típico, Ralo e Rupestre). Estes subtipos variam de acordo com a predominância arbórea, sendo as três primeiras relacionadas às formas de agrupamento e espaçamento entre os indivíduos lenhosos, com densidade decrescente desde o Cerrado Denso ao Cerrado Ralo. O Cerrado denso é o que mais possui predominância arbórea, com cobertura vegetal de 50% a 70% e altura média de até 8 metros; Cerrado Típico já é um subtipo de vegetação arbóreo-arbustiva, com cobertura vegetal de 20% a 50% e altura média de 3-6 metros. Já o Cerrado Ralo é um subtipo com predominância arbórea/arbustiva, cobertura vegetal entre 5% a 20% e altura média de 2-3 metros. Encontra-se ainda o Cerrado Rupestre, um subtipo que ocorre em ambientes rupestres (rochosos), com variação da cobertura vegetal de 5% a 20% e altura média de 2-4 metros (RIBEIRO; WALTER, 1998).

O Cerrado ocorre ou se desenvolve em regiões com clima predominantemente Tropical Sazonal. Suas condições climáticas variam de região para região, por exemplo, nas limitações com Caatinga o índice pluviométrico fica entre 600 e 800 mm, enquanto que nas limitações com o bioma Amazônico varia de 2000 a 2.200 mm (MMA, 2009; SOUSA, 2018). O clima na região Norte pode ser dividido em invernos secos e verões chuvosos. Em períodos chuvosos (entre outubro e Março) a precipitação pluviométrica tem média regional de 1500 mm, variando de 750 mm a 2000 mm (RIBEIRO; WALTER, 1998).

As mudanças de estações e ações antrópicas induzem no funcionamento dos ecossistemas, podendo inferir no levantamento de dados entre os períodos secos e chuvosos (OLIVEIRA et al., 1996).

De acordo com Amorim e Batalha (2007), as alternâncias de estações úmidas e secas influenciam diretamente no padrão de crescimento da vegetação em áreas de Savana. Devido

à sazonalidade deste ambiente é sugerida a classificação de savanas em quatro grupos: savanas semestrais, com clima constante e principalmente húmido, caracterizado por uma ou duas estações secas curtas; savanas sazonais têm como característica um longo período sem chuva, tendo à seca e o fogo como os principais agentes do seu funcionamento; savanas hipersazonais, caracterizado pela alternância de duas tensões contratantes durante cada ciclo anual, um deles induzido pela seca e fogo, e o outro pela saturação do solo; e savanas pantanosas, onde o excesso de água dura em boa parte do ano, sendo muito difícil um período com falta de água, mas quando existe é muito breve.

As formações geomorfológicas do Cerrado sobre planaltos sedimentares ou cristalinos que formam blocos homogêneos e separados entre si por uma rede de depressões periféricas, ajudam a explicar em parte a distribuição dos tipos de vegetação na região do Brasil Central (MMA, 2009 *apud* BRASIL & ALVARENGA, 1989). No topo dos planaltos (500 a 1.700 m), onde geralmente é plano a principal fitofisionomia é o Cerrado *stricto sensu*, diferente de florestas ribeirinhas que formam corredores lineares nos cursos d'água. Já as depressões periféricas apresentam diferentes tipos de cerrado, como florestas mesofíticas e extensas florestas ribeirinhas, isso se deve principalmente pela maior heterogeneidade e relevos residuais (SILVA & SANTOS, 2005).

Segundo Haridasan (2000), Latossolo representa boa parte do bioma Cerrado, é um solo com baixas reservas de nutrientes e altos níveis de alumínio. Fatores dos solos são determinantes para ocorrência fisionômicas do cerrado, tais como: presença de concreções, profundidade efetiva, alumínio trocável e fertilidade. A fisionomia do cerrado pode ser acompanhada por alterações na estrutura, composição e produtividade através de variações das características químicas e físicas do solo (HARIDASAN, 2000).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2009), os latossolos representam 41% das áreas de cerrado, tem como característica coloração que varia do amarelo ao vermelho, profundos, ácidos, bem drenados, alto teor de alumínio e pobre em nutrientes como magnésio, potássio, cálcio e alguns micronutrientes. Podem ocorrer também os solos pedregosos e rasos (Neossolos Litólicos), geralmente de encostas, os arenosos (Neossolos Quartzarênicos), representam 15% da área total, e os orgânicos (Organossolos), assim como outros de menor representatividade.

O Cerrado vem passando por um processo acelerado de degradação, estimam-se que 37% dessa cobertura vegetal no Brasil já foram perdidos, principalmente por não haver um respaldo constitucional de conservação desse bioma, como também as mudanças no código florestal que aumentaram a degradação (FELFILI et al., 2002). Os fatores que mais

contribuem para degradação é o avanço agropecuário com extensas áreas para pastagens, lavouras, produção de grãos (soja, milho, feijão) e a utilização de carvão vegetal por indústrias de aço (FELFILI et al., 2002; FIEDLER et al., 2004).

3.3. BIOMASSA E ESTOQUE DE CARBONO NO CERRADO

A ausência de perturbações no cerrado pode influenciar na sua fisionomia, podendo alterar de áreas de cerrado para cerrado stricto sensu, cerradão e áreas de transição para vegetação de transição e cerrado floresta semidecidual (DURIGAN E RATTER, 2006). O aumento da biomassa é proporcional ao gradiente vegetacional nas diferentes formações de cerrado, sendo acompanhada a evolução de savanas para florestas de acordo com a concentração de biomassa (DURIGAN, 2004).

A vegetação e o solo no sistema terrestre são os principais drenos de carbono com, respectivamente, 640 e 1.358 Gt.C.ano⁻¹ (Gt=109 Mg) (HESSEN et al. 2004). Os dados de estoque de carbono, ciclagem, e produtividade ainda são considerados incertos. Robinson (2007) indica que as savanas são drenos de 0,4 Pg (1015 g) de carbono por ano. A fim de reduzir tais incertezas sobre o papel da vegetação no ciclo de carbono é importante acurada estimativa e também entendimento de seu padrão de mudança no tempo (SEDJO, 1992). A retirada da cobertura vegetal pode levar a diminuição de carbono no solo.

A disponibilidade de nutrientes, umidade, temperatura e luz influenciam na distribuição dos componentes arbóreo e arbustivo no cerrado, como também mudanças atmosféricas e na concentração de gás carbônico. Em Savanas tropicais a absorção de carbono do componente lenhoso ocorre principalmente pela fotossíntese C3 e C4 para gramíneas, tanto as arvores quanto as gramíneas tem respostas diferentes á disponibilidade de luz, nutrientes, umidade, mudanças de concentração e temperatura, tornando a modelagem das savanas mais complexas (BERINGER et al. 2007).

De acordo com Zianis (2005), o carbono e a biomassa contidos em diferentes partes da vegetação são parâmetros chave para calcular a emissão de partículas e gases do efeito estufa que resultam principalmente de queimadas nas savanas, podendo ser utilizados em planos sustentáveis de recursos florestais. O carbono fixado contribui para estabilidade ambiental, aumento das precipitações regionais, diminuição das temperaturas extremas, prevenção da erosão e deterioração do solo, e desempenha um papel fundamental no ciclo de carbono (FEARNSIDE, 2008).

A dinâmica do carbono tem um impacto global, dada seu tamanho e distribuição tropical. As savanas apresentam uma PPL (produção primária líquida) consideravelmente alta, com média global de $7,2 \text{ t C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (intervalo de $1 \text{ a } 12 \text{ t C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Este PPL pode ser comparável com florestas tropicais úmidas que apresentam $21,9 \text{ Gt C ano}^{-1}$, sendo compensada pela absorção significativa de carbono por perturbações, principalmente herbívora e fogo (BERINGER et al. 2007). A concentração de carbono nas savanas do mundo varia de acordo com o solo e a vegetação, com $1,8 \text{ t C ha}^{-1}$ onde as árvores estão ausentes e 30 t C ha^{-1} onde há cobertura substancial de árvores (GRACE et al. 2006).

Nas savanas o fluxo de carbono é altamente sazonal, apresentando como principal característica a variabilidade interanual e a estação seca onde ocorrem os maiores índices de queimada. Existe uma significativa diferença na concentração de carbono das savanas e florestas tropicais, sendo que nestas ocorre incêndios naturais, porém, nem todas respondem a exclusão de fogo.

De acordo com Grace (2006), os impactos das queimadas no estoque de carbono em savanas tropicais apontam uma diferença significativa entre as formações mais esparsas (cerrado campo limpo e cerrado campo sujo) com uma redução de mais de $3,0$ para $0,2 \text{ t/ha}$, e formações mais lenhosas (campo cerrado e cerrado stricto sensu) onde o fogo tem menos impacto. Geralmente, árvores e arbustos de savanas possuem uma casca grossa, protegendo contra o fogo e ajudando no processo de regeneração.

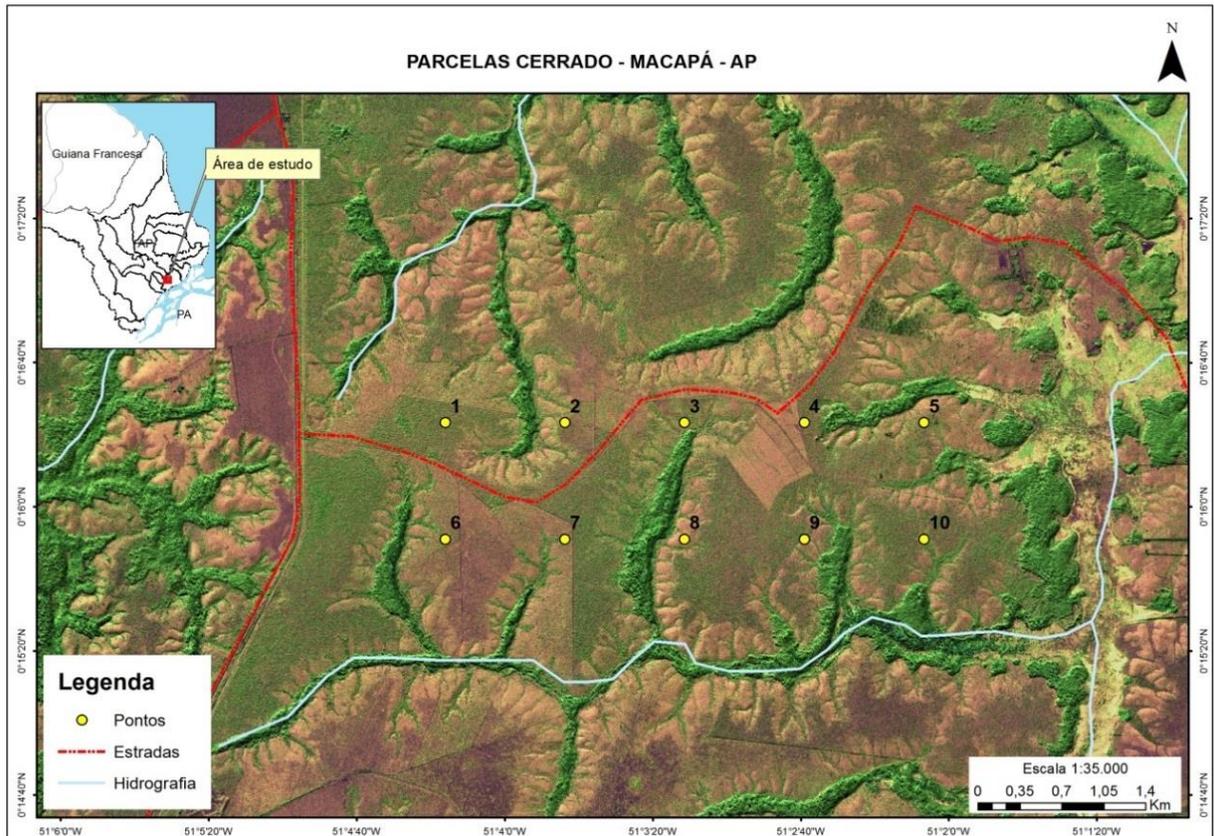
4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) do Curiaú, situada a 29 km de Macapá-AP as margens da BR-210, com área total de 22.240 hectares (FACUNDES & GIBSON, 2000). A área é composta predominantemente de cerrado, com mata de galeria ao redor dos corpos d'água. Existem evidências de antropização com algumas partes da área utilizadas para o cultivo de mandioca e milho, além de uma grande porção da área usada para plantio de pinus antes de 2007 (LIMA et al., 2013) (Figura 1).

O clima na região é tropical úmido, com temperatura média de 27°C , precipitação anual média de 2500 mm , umidade relativa anual em torno de 85% e insolação média anual de 2200 horas. O relevo é plano, levemente ondulado e o tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo, no qual representa $44,22\%$ da APA do Curiaú (LIMA et al., 2013).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autor

4.2. DESCRIÇÃO DAS PARCELAS

Em maio de 2015 foram instaladas 10 parcelas permanentes na parte Norte da APA do Curiaú, distribuídas em uma área de 5 km² em sua maior porção composta por cerrado (Figura 1).

As parcelas medem 4m de largura por 250m de comprimento (0,1 hectare), seguindo a curva de nível do terreno a partir do ponto inicial para evitar variação interna do solo e nível do lençol freático, considerado um fator determinante na composição e estrutura da vegetação. As larguras das parcelas variam de acordo com o grupo de plantas a ser amostrado (MAGNUSSON et al. 2005).

A marcação da parcela foi realizada a partir do ponto inicial com uma linha central esticada a 10m para unir os piquetes fixados no solo. A cada 10m fez-se a medida de inclinação do terreno com auxílio do inclinômetro para que fosse possível manter o mesmo nível dos piquetes anteriores (MAGNUSSON et al. 2005).

4.3. MEDIÇÃO DAS ÁRVORES

Todas as árvores com diâmetro ≥ 5 cm medido a 30 cm de altura do solo em uma faixa 4 m (lado direito) na parcela, foram medidas e marcadas com placas de alumínio enumeradas. Foram realizadas medidas de diâmetro de base a 2 cm de altura do solo, diâmetro a 30 cm acima do solo, altura total, desde a base do tronco no solo até o ramo mais alto da copa e diâmetro da copa através da média entre o maior e menor diâmetro da projeção da copa no solo (BARBOSA et al. 2006). As medidas de diâmetro foram realizadas com uma fita diamétrica; para medida de altura foi utilizado uma régua de alumínio graduado (medida desde a base do tronco até o ramo mais alto da copa); e para as medidas de diâmetro da copa o auxílio de uma fita métrica.

Indivíduos com troncos irregulares foram medidos acima destas irregularidades e bifurcações medidas quando se encontravam abaixo do ponto de medida de diâmetro de base (2cm acima do solo) e/ou abaixo de 30cm (BARBOSA et al. 2006).

4.4. MEDIÇÃO DOS ARBUSTOS

Todas as espécies de arbusto com altura de 1-2m foram inventariadas em uma faixa de 1m (lado direito) ao longo dos 250m da parcela. Como critério de amostragem, todos os arbustos com diâmetro de caule abaixo de 5cm a 30cm do solo, foram medidos (com auxílio de fita métrica), além das medidas do diâmetro da copa com auxílio de uma régua graduada em centímetros e auxílio de um paquímetro digital ou analógico para indivíduos com diâmetro abaixo de 2,5cm de circunferência (BARBOSA et al. 2006).

4.5. CÁLCULO DE BIOMASSA

A biomassa foi calculada para cada indivíduo através da equação alométrica desenvolvida por Barbosa e Fearnside (2005):

$$\ln (Bd) = a + b \ln (Ht) + c \ln (Db) + d \ln (Dc),$$

Onde Bd é a biomassa em kg de peso seco, Ht é a altura total em metros, Db é o diâmetro da base, Dc é o diâmetro da copa e \ln é o logaritmo natural.

A biomassa herbácea mais biomassa morta e a biomassa de raízes foram estimadas com base nas relações conhecidas desses componentes com a biomassa arbórea nas savanas

de Roraima (Barbosa e Fearnside 2005; Barbosa et al. 2012). Foram obtidos fatores de expansão através da relação entre a biomassa total (arbórea e herbácea viva e morta) e a biomassa arbórea (diâmetro ≥ 2 cm) para as Savanas Parque (2,205829) (Barbosa e Fearnside 2005), e também através da relação entre a biomassa de raízes e a biomassa arbórea para Savanas Abertas e Savanas Parque (2,496054) (Barbosa et al. 2012).

4.6. CÁLCULO DE CARBONO

Para cálculo de estoque de carbono, fez-se a conversão de biomassa em carbono usando as proporções conhecidas de carbono nos componentes arbóreo (0,464), herbáceo e morto (0,394) das Savanas Parque (Barbosa e Fearnside 2005) e de raízes (0,3289) nas Savanas Abertas e Savanas Parque (Barbosa et al. 2012).

4.7. ANÁLISE DE DADOS

A biomassa, número de indivíduos e a média de diâmetro de base (DB) foram calculados para cada espécie. A relação da biomassa com DB médio e com o número indivíduos foi testada através de regressões simples. Regressões simples também foram usadas para testar o efeito da distância da borda da floresta mais próxima, altitude e inclinação do terreno sobre a biomassa arbórea total e também sobre a biomassa calculada para diferentes classes de DB ($1 \leq DB < 5$, $5 \leq DB < 10$ e $DB \geq 10$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biomassa arbórea acima do solo neste estudo variou mais de dez vezes entre parcelas, apresentando valores entre 0,5 a 5,52 ton.ha⁻¹ ($2,70 \pm 1,53$ ton.ha⁻¹; média \pm Desvio padrão) (**Figura 2A**). A maior parte da biomassa ($62,3 \pm 15,4\%$) está concentrada principalmente nas árvores de maior porte (diâmetro de base - DB ≥ 10 cm), seguida pelas árvores intermediárias com ≥ 5 cm e < 10 cm DB ($43,2 \pm 21\%$), ao passo que apenas $4,5 \pm 4,4\%$ está contido nas árvores e arbustos menores com ≥ 1 cm e < 5 cm DB (**Tabela 1**).

A biomassa área compreende a massa dos componentes vegetais que incluem plantas herbáceas e arbóreas, como também a necromassa que compreende a massa vegetal caída no solo (MIRANDA, 2012). Nas formações savânicas a biomassa total varia de 2,03 ton.ha⁻¹

(KUAFFMAN et al., 1994) a $58,87 \text{ ton.ha}^{-1}$ (OTMMAR et al., 2001) para áreas de cerrado sentido restrito (DF).

Em estudos realizados por Teodoro (2014) no cerrado sentido restrito e cerradão em três fisionomias de cerrado (cerradão, cerrado com presença de fogo e cerrado protegido pelo fogo), os valores encontrados apresentaram grande variação na concentração de biomassa, onde o cerradão apresentou biomassa área de $76,47 \text{ ton.ha}^{-1}$, cerrado protegido pelo fogo com $19,60 \text{ ton.ha}^{-1}$ e cerrado não protegido com $12,23 \text{ ton.ha}^{-1}$. De acordo com Azevedo et al (2013), os valores de biomassa do componente arbóreo arbustivo no cerrado *sensu stricto* de Brasília, representaram valor médio de $15,35 \text{ ton.ha}^{-1}$.

Os valores de biomassa encontrados revelarem uma diferença significativa comparado aos estudos realizados por Teodoro (2014) e Otmmar et al (2001). Deve se levar em consideração as diferenças metodológicas e o esforço amostral no estudo, como também fatores antrópicos que vem ganhando destaque no cenário atual devido ao crescente uso e ocupação na última década das áreas de cerrado no Amapá, principalmente pelo agronegócio. Tais fatores influenciam diretamente na estrutura da vegetação e formação da paisagem.

A estrutura diamétrica pode ser usada para distinguir fisionomias, pois tem relação direta com a biomassa e estoque de carbono, sendo possível obter resultados de estimativas de maneira mais simples (ROQUETTE, 2008). As classes de diâmetro e altura influenciam diretamente nos cálculos de biomassa e estoque de carbono, ou seja, fisionomias com maior adensamento terão maior compartimento de biomassa.

Isso pode explicar as diferenças de biomassa neste estudo, onde a vegetação estudada apresentou uma média de altura de 2,62 m e diâmetro a 30 cm de 6,65 cm para os indivíduos arbóreo-arbustivos menores se comparado com os estudos realizados por Teodoro (2014) no cerrado sentido restrito que apresentou valor médio de 2,23 m e de altura e 8,69 cm de diâmetro a 30 cm solo para cerrado protegido pelo fogo, e 2,69 m e de altura e 8,60 cm de diâmetro a 30 cm solo do cerrado não protegido.

A biomassa total estimada para o ecossistema foi de 10 ton.ha^{-1} e a de carbono foi $4,75 \text{ ton.ha}^{-1}$ (**Tabela 2**). A maior parte da biomassa (53%) e do carbono (47%) está estocada nas raízes, seguida pelas plantas herbáceas em conjunto com a biomassa morta (27% para biomassa e 26 % para carbono) e em menor quantidade na biomassa arbórea (21% para biomassa e 26 % para carbono).

Tabela 1. Estimativa da biomassa arbórea acima do solo e da densidade de indivíduos de acordo com o tamanho (diâmetro de base - DB) das árvores de arbustos.

Classes de DB (cm)	Biomassa (ton. ha ⁻¹ média ± Desvio padrão)	Biomassa (% média ± Desvio padrão)	Densidade (indivíduos ha ⁻¹ média ± Desvio padrão)	Densidade (% média ± Desvio padrão)
1 ≤ DB < 5	0,10 ± 0,09	4,5±4,4	284 ± 216	39,7 ± 21,1
5 ≤ DB < 10	1,09 ± 0,57	43,2±21	307 ± 178	43,2 ± 18,7
DB ≥ 10	1,79 ± 1,04	62,3±15,4	122 ± 56	19,1 ± 5,3
Total DB ≥ 1	2,70 ± 1,53	-	701 ± 316	-

Os valores de biomassa são considerados inferiores se comparados com estimativas realizadas por Rezende et al (2006) para o cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa (DF) de 20,05 ton.ha⁻¹ para o componente arbóreo arbustivo da biomassa verde, mas consideráveis próximos se comparado com a biomassa seca que representou 9,85 ± 1,08 ton.ha⁻¹. De acordo com Neto (2009), a biomassa verde representou valor médio de 27,96 ton.ha⁻¹ em uma área de cerrado *sensu stricto* de Brasília (DF). Azevedo (2018), para o mesmo componente de cerrado *sensu stricto*, estimou 15,35 ton.ha⁻¹ ± 2,66 de biomassa acima do solo.

Em levantamentos realizados por Neves (2007) no cerrado *stricto sensu* na Reserva Ecológica do IBGE (DF), os dados de biomassa se mostraram diferentes para cada tipo de fisionomia e de acordo com o ciclo de queimada para quatro áreas de estudo, sendo a biomassa aérea arbóreo-arbustiva de 14,0 ± 9,9 ton.ha⁻¹ para a fisionomia denominada precoce (no início da estação seca em julho), 28,8 ± 12,6 ton.ha⁻¹ para modal (no meio da estação seca em agosto), 17, ± 5,2 ton.ha⁻¹ para tardia (no fim da estação seca em setembro) e 18,2 ± 5,6 ton.ha⁻¹ para quadrienal (a cada quatro anos em meados de agosto).

As diferenças significativas dos valores de biomassa em relação aos cálculos realizados por Rezende et al (2006) e Neto (2009), indicam que as espécies estão distribuídas em mosaicos, mostrando que as diferenças de localidades influenciam nos resultados, sendo o cerrado do Amapá menos denso.

Os estudos das relações entre as espécies para as fisionomias de cerrado são importantes para o entendimento do seu padrão de distribuição e ocorrências, como também indispensável para elaboração de estratégias para manutenção dos ecossistemas (SILVA JÚNIOR, 2005; TEODORO, 2014). O cerrado apresenta características que variam de acordo a distribuição de espécies e cobertura vegetal, podendo ocorrer espécies de outras fisionomias

como no cerrado sentido restrito, mata seca semidecidual e mata de galeria não inundável (TEODORO, 2014).

O fato da maior concentração de biomassa estar em poucas espécies (**Tabela 3**) pode ser respondido pela abundância e distribuição das mesmas nas savanas do Amapá. De acordo com Costa Neto (2014), as espécies *Byrsonima crassifolia*, *Ouratea hexasperma*, *Salvertia convallarioides* e *Curatela americana* tiveram maior valor de importância no estudo, indicando a predominância das mesmas nas savanas do Amapá. Outro fator que pode ter influenciado na concentração de biomassa em poucas espécies foi o período amostral que se deu principalmente após passagem de fogo, provocando alta mortalidade de indivíduos jovens e/ou baixa resistência de espécies mais vulneráveis, como também fatores edáficos que são importantes para determinação da estrutura e distribuição de espécies (BARBOSA et al., 2005).

Tabela 2. Estimativa da biomassa e do carbono em diferentes componentes. Fatores de expansão em relação à biomassa arbórea foram usados para calcular a biomassa dos componentes herbáceo + biomassa morta e biomassa de raízes, e o carbono foi calculado com base nas proporções conhecidas (Barbosa e Fearnside 2005; Barbosa et al. 2012).

Componente	Biomassa (ton.ha ⁻¹)	Carbono (ton.ha ⁻¹)
Arbóreo (≥ 1 cm)	2,70 (a)	1,25 (e = a \times 0,464)
Herbáceo + biomassa morta	3,26 [b = (a \times 2,205829) - a]	1,28 (f = b \times 0,394)
Raízes	6,75 (c = a \times 2,496054)	2,22 (g = c \times 0,3289)
Total	10,0 (d = a + b + c)	4,75 (h = e + f + g)

Segundo Oliveira et al. (2019), ao mensurar uma área de cerrado típico no município de Jaborandi (BH), o compartimento da biomassa arbórea apresentou valor médio de 10,9 ton.ha⁻¹ \pm 1,7, representando 5,1 ton.ha⁻¹ \pm 0,8 de carbono para este componente. Os dados de estoque de carbono (4,75 ton.ha⁻¹) encontram-se dentro do intervalo registrado em áreas de cerrado *sensu stricto* como, por exemplo, nos estudos realizados por Rezende (2006), com 4,93 \pm 0,54 ton.ha⁻¹, mas inferior se comparado ao trabalho de Neto (2009), com valor médio de 7,12 ton.ha⁻¹.

De acordo com Azevedo (2018) em estudos realizados no cerrado *sensu stricto* (DF), o estoque de carbono acima do solo teve valor médio total de 7,29 ton.ha⁻¹ para indivíduos vivos

e mortos, e 6,29 ton.ha⁻¹ apenas para indivíduos vivos. Paiva et al. (2011), ao avaliar o estoque de carbono do mesmo componente em outra área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa (DF), estimou 8,6 ton.ha⁻¹ (7,55 ton.ha⁻¹ para árvores vivas e 1,05 ton.ha⁻¹ para árvores mortas em pé) de estoque de carbono acima do solo.

Os dados de biomassa e carbono condizem com outros estudos e podem servir de parâmetro para apontar o papel das savanas do Amapá como agente indispensável na diminuição de gases do efeito estufa. Os valores apontam uma particularidade do cerrado do Amapá com espécies vegetais mais dominantes no estudo e que apresentam maior compartimento de biomassa e carbono, assim como outros possíveis fatores que podem influenciar na sua distribuição e estrutura.

Entretanto, se comparado aos estoques de carbono e biomassa na floresta Amazônica, nota-se um valor muito inferior. Na Amazônia, Souza et al (2011), ao estudar uma área de aproximadamente 1 hectare em 15 parcelas permanentes entre nos anos de 2005, 2007 e 2010, mensurou a biomassa fresca e seca acima do solo e o estoque de carbono com indivíduos de diâmetro a altura do peito de 1,3 m do solo superior a 10 cm. Em seu estudo a biomassa seca total e estoque de carbono nos anos de 2005, 2007 e 2010 foram, respectivamente, 613,01 ± 55,84 ton.ha⁻¹ de biomassa e 173,63 ± 15,82 ton.ha⁻¹ para 2005, 631,90 ± 61,28 ton.ha⁻¹ de biomassa e 178,98 ± 17,36 ton.ha⁻¹ de carbono para 2007, e 639,05 ± 55,75 ton.ha⁻¹ de biomassa 181,01 ± 15,79 ton.ha⁻¹ de carbono para 2010.

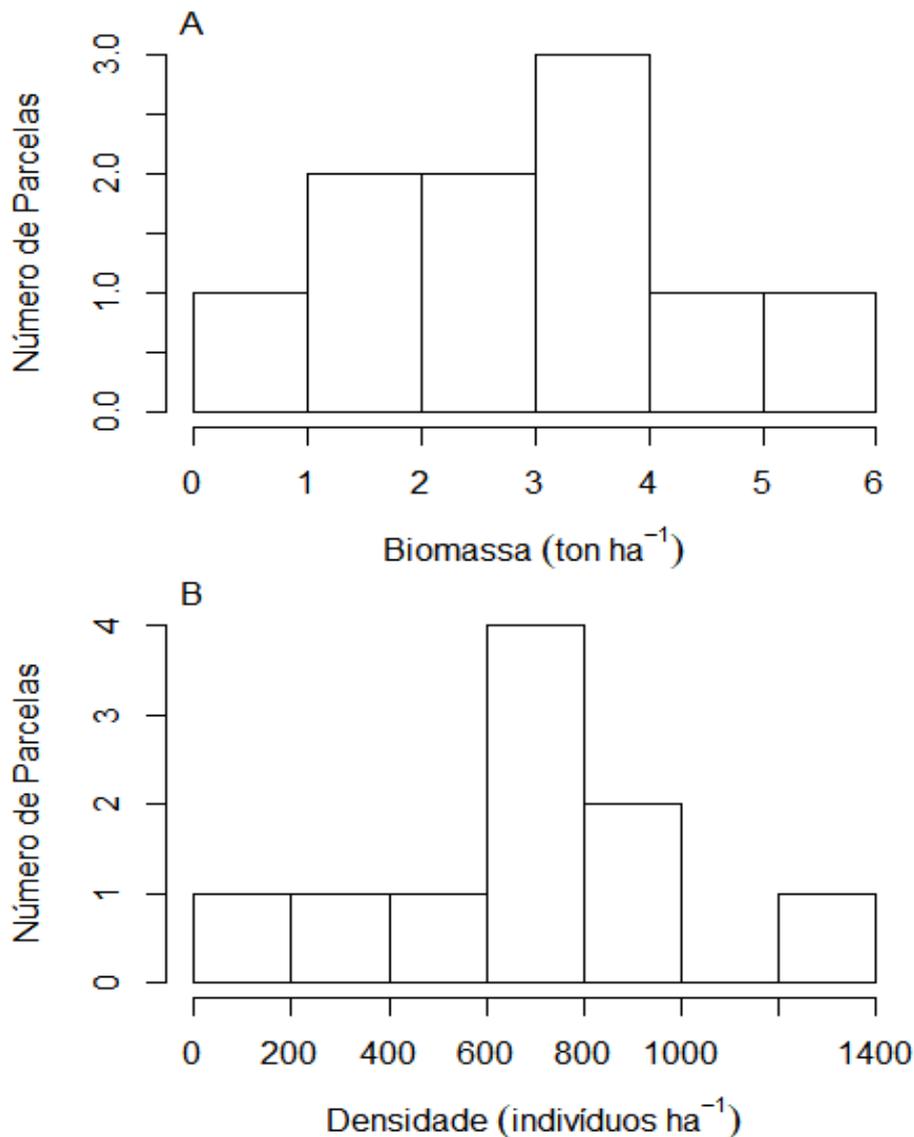
A densidade de árvores variou quase dez vezes entre as parcelas, apresentando valores entre 140 a 1250 indivíduos ha⁻¹ (701 ± 316 indivíduos ha⁻¹) (**Figura 2B**). A maior parte das árvores são pequenas com ≥ 1 cm e < 5 cm DB (39,7 ± 21,1%) ou intermediárias ≥ 5 cm e < 10 cm DB (43,2 ± 18,7%), enquanto uma menor porção (19,1 ± 5,3%) compõe as árvores maiores com ≥ 10 cm DB (**Tabela 1**).

De acordo com Teodoro (2014), em estudos realizados no cerrado sentido restrito (cerrado protegido pelo fogo e cerrado não protegido) e cerradão, os valores médios de densidade de indivíduos se mostraram distantes se comparados com cerradão, com 2412 ind.ha⁻¹, 2043 ind.ha⁻¹ no cerrado protegido e mais próximo estatisticamente com cerrado não protegido pelo fogo com 1376 ind.ha⁻¹ para o valor total de indivíduos. Se comparado com estudos realizados por Rezende (2006) no cerrado *sensu stricto* (DF), os valores de densidade para indivíduos vivos ficam bem mais próximos da média estatística (**Tabela 1**), sendo a densidade total de 681 ind.ha⁻¹.

Segundo Azevedo (2018), a densidade de indivíduos vivos em uma área de cerrado *sensu stricto* Fazenda Água Limpa (DF), foi de 1396 ind.ha⁻¹ com área basal de 8,65 m².ha⁻¹.

Se considerado os indivíduos mortos, a densidade total passou a ser 1718 ind.ha⁻¹. Oliveira (2019) descreveu em seu estudo numa área de cerrado típico em Jaborandi (BH) uma densidade total de 951 ind.ha⁻¹ com área basal de 7,85 m².ha⁻¹. Em uma área de cerrado *stricto sensu* na Reserva Ecológica do IBGE (DF), onde foram separadas em quatro ciclos de acordo com a queimada, a densidade de indivíduos maior ou igual a 1,0 cm de diâmetro de 3740 ind.ha⁻¹ na precoce, 6644 ind.ha⁻¹ na modal, 6405 ind.ha⁻¹ na tardia e 4456 ind.ha⁻¹ na quadrienal.

Figura 2. (A) Distribuição da biomassa e (B) e densidade de árvores e arbustos em 10 parcelas de 0,1 ha (4 × 250 m) em uma área de Cerrado próxima de Macapá, Amapá.



Foram inventariados 422 indivíduos pertencentes a 21 espécies distribuídas em 18 gêneros de 18 famílias diferentes (**Tabela 3**). As espécies mais abundantes foram *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae; 182 indivíduos), *Salvertia convallariodora* (Vochysiaceae; 120),

Ouratea hexasperma (Ochnaceae; 78), *Aegiphila verticillata* (Lamiaceae; 22), *B. verbascifolia* (Malpighiaceae; 19) *Himatanthus articulatus* (Apocynaceae, 17) e *Palicourea rigida* (Rubiaceae; 13). Quase metade das espécies ocorreram apenas uma vez (7 espécies) ou duas vezes (3 espécies) (**Tabela 3**).

De acordo com Costa-Neto (2014) em Savanas do Amapá, o componente arbóreo/arbustivo representou 31% do total de espécies, sendo *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth e *Himatanthus articulatus* (Vahl) Woodson as mais frequentes (presentes em 86% e 72% dos pontos respectivamente). A família Vochysiaceae representada pela espécie *Salvertia convallariodora* A. St.-Hil., ocorreu em 36% dos pontos de amostragem. Esta família apresenta maior riqueza no cerrado do centro-oeste e sudeste brasileiro (Felfili et al, 1993). Em levantamentos realizados por Magnusson et al (2008) em Alter do Chão no estado no Pará, foram encontradas 76 espécies arbóreo/arbustivas, sendo as espécies *Anacardium occidentale*, *Himatanthus fallax*, *Lafoensia pacari*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea grandiflora* e *Salvertia convallariodora*., mais representativas com copas que cobriram 1% da área, e somente *B. crassifolia* (5,7%), *P. ramiflora* (2,1%) e *S. convallariodora* (6,0%) cobriram mais que 2% da área. As espécies *Salvertia convallariodora* e *Byrsonima crassifolia* são as espécies de árvores mais dominantes com coberturas de copas de 6,0% e 5,7% respectivamente.

Em estudos realizados por Azevedo (2018) no cerrado da *sensu stricto* da Fazenda de Água Limpa em Brasília (DF), foram encontradas 46 espécies pertencentes a 26 famílias. As dez espécies que mais ocorreram representando maior valor de importância foram: *Miconia pohliana* (38,96 %), *Dalbergia miscolobium* (24,82 %), *Volchysia thyrsoides* (17,48 %), *Kielmeyera coriacea* (16,10 %), *Qualea parviflora* (15,16%), *Styrax ferrugineus* (14,95 %), *Ouratea exasperma* (14,95 %), *Caryocar brasiliense* (11,68 %), *Qualea grandiflora* (10,07%) e *Qualea multiflora* (9,74 %).

Um terço das espécies (7) contribuiu para 95% da biomassa nas 10 parcelas (**Tabela 3**). *Byrsonima crassifolia* contribuiu sozinha com 46,28% da biomassa enquanto *Salvertia convallariodora* e *Ouratea hexasperma* representaram juntas 34,44%. *Himatanthus articulatus*, *Curatella americana*, *Aegiphila verticillata* e *Byrsonima verbascifolia* contribuíram juntas para 14,3% da biomassa. Essas espécies, com exceção de *C. americana*, representaram a maior parte dos indivíduos (86%) (**Tabela 3**), sendo *B. crassifolia* (34,09%) e *S. convallariodora* (22,68%) as espécies mais abundantes, seguidas por *O. hexasperma* (11,13%), *B. verbascifolia* (10,84%), *H. articulatus* (3,71) e *A. verticillata* (3,57%).

Tabela 3. Biomassa, número de indivíduos e diâmetro de base (DB) por espécie nas 10 parcelas permanentes. A biomassa e o número de indivíduos com DB < 5 cm foi multiplicada por 4 para equiparação com os indivíduos \geq 5 cm DB.

Espécie	Biomassa (ton)	Biomassa (%)	Indivíduos	Indivíduos (%)	DB (cm; média \pm desvio padrão)
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	1,2969	46,28	239	34,09	8,64 \pm 2,92
<i>Salvertia convallariodora</i> A. St.-Hil.	0,4835	17,25	159	22,68	7,96 \pm 2,05
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	0,4818	17,19	78	11,13	8,98 \pm 2,58
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	0,1344	4,8	26	3,71	8,95 \pm 4,56
<i>Curatella americana</i> L.	0,1331	4,75	9	1,28	10,8 \pm 5,16
<i>Aegiphila verticillata</i> (Jacq.) B.D.Jacks	0,1049	3,74	25	3,57	7,71 \pm 3,07
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L) DC.	0,0285	1,02	76	10,84	3,42 \pm 0,96
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	0,0264	0,94	3	0,43	9,37 \pm 2,67
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	0,0225	0,8	19	2,71	6,62 \pm 1,42
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	0,0223	0,79	2	0,29	7,7 \pm 2,4
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	0,0138	0,49	1	0,14	13
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	0,0116	0,41	1	0,14	9
<i>Roupala montana</i> Aubl.	0,0114	0,41	15	2,14	5,19 \pm 2,69
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	0,0068	0,24	12	1,71	3,43 \pm 0,64
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	0,0059	0,21	1	0,14	6,4
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	0,0046	0,17	8	1,14	3,4 \pm 0,14
<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.	0,004	0,14	8	1,14	3,01 \pm 1,4
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	0,0034	0,12	1	0,14	8,2
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0,0031	0,11	1	0,14	7,5
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	0,0021	0,07	1	0,14	5,6
Indeterminada	0,0011	0,04	12	1,71	1,95 \pm 0,45
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	0,0002	0,01	4	0,57	1,22

De acordo com Oliveira (2019) na área de cerrado típico no município de Jaborandi (BH), para determinação da biomassa acima do solo, foram inventariadas 57 espécies lenhosas de 41 gêneros e 23 famílias. Na relação de contribuição por espécies, cinco foram

responsáveis por mais de 50% da biomassa (10,9 ton.ha⁻¹) e carbono (5,1 ton.ha⁻¹) no componente arbóreo. Desse total de espécies, quatro pertencem ao grupo com maior valor de importância, sendo: *Pouteria ramiflora* (2,302 ton.ha⁻¹), *Salvertia convallariodora* (1,442 ton.ha⁻¹), *Kielmeyera coriácea* (1,082 ton.ha⁻¹) e *Pouteria torta* (0,799 ton.ha⁻¹). Algumas espécies, como *Hymenaea stigonocarpa* (0,461 ton.ha⁻¹), *Myrocarpus fastigiatus* (0,429 ton.ha⁻¹), *Bowdichia virgiloides* (0,338 ton.ha⁻¹) e *Qualea parviflora* (0,330 ton.ha⁻¹) apresentaram valores expressivos de estoques devido à presença de indivíduos nas classes diamétricas maiores ($5 \leq DB < 33$ cm).

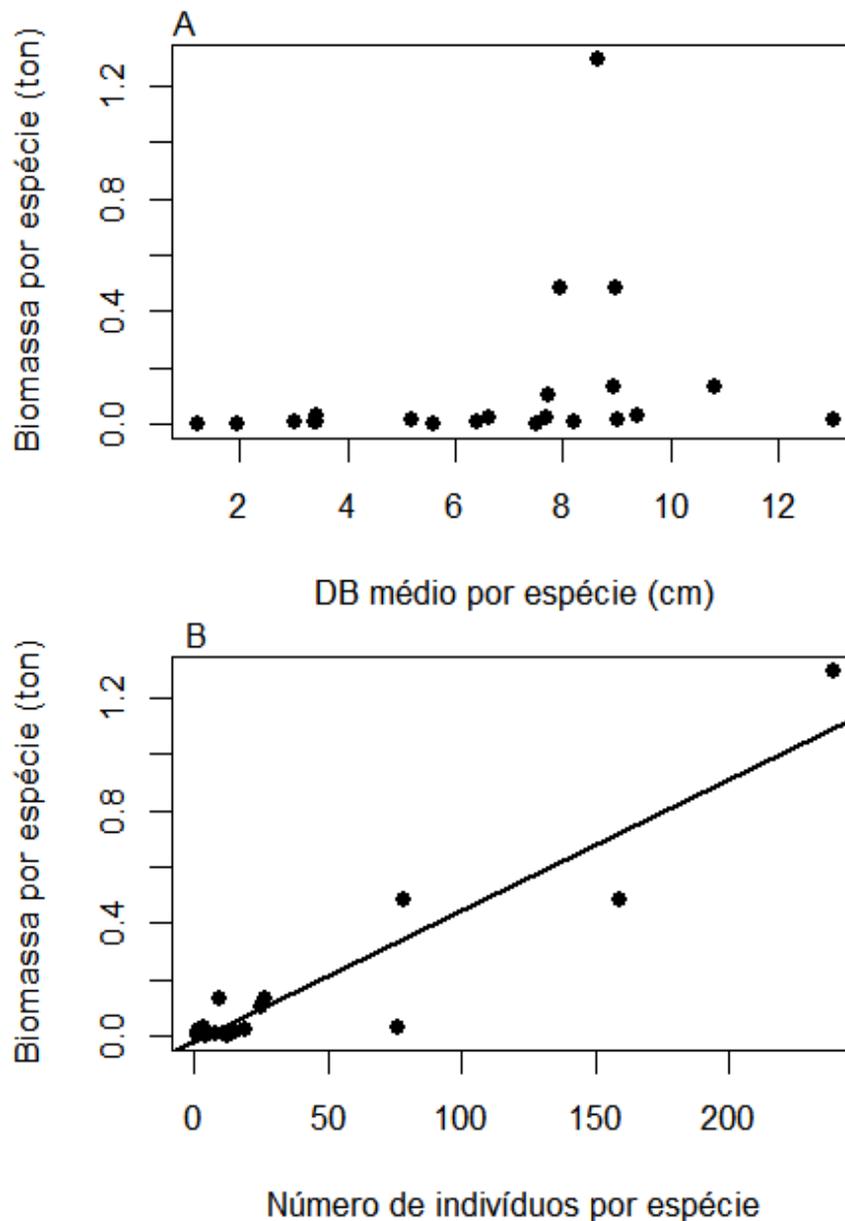
Dentre as 14 espécies que apresentaram mais de dois indivíduos nas parcelas, 5 espécies apresentaram DB médio < 3,5 cm, 9 espécies apresentaram DB médio ≥ 5 cm e apenas uma apresentou DB médio ≥ 10 cm (**Tabela 3**), indicando que as espécies apresentaram poucos indivíduos grandes. A relação entre biomassa média da espécie não foi relacionada com o DB médio ($F = 1,62$, $P = 0,22$), mas foi fortemente relacionada com o número de indivíduos das espécies ($F = 136,8$, $P < 0,001$, $r^2 = 0,87$) (**Figura 3**).

De acordo com Oliveira (2019), foram amostrados 90 indivíduos lenhosos com diâmetro que variou de 5 a 24 cm. Foram encontrados 23 indivíduos com diâmetro de base (DB) de 5,0 - 8,9 cm; 22 com DB 9,0 - 12,9 cm; 17 com DB 13,0 - 16,9 cm; 15 com DB de 17,0 - 20,9 cm; 7 com 21,0 - 24,9 cm; e 6 com DB >24,9 cm.

Em estudos realizados por Lobo et al (2015), os valores de biomassa se demonstraram representativos a medida que o DB variava nas três áreas selecionadas (Interflúvio, Vale e Centro de Visitação) no cerrado sentido restrito de Brasília. Na área denominada de interflúvio o diâmetro variou de 5,0 a 31,5 cm representando biomassa de 8,95 kg. ind⁻¹; Vale com diâmetro entre 5,0 a 40,0 e biomassa de 11,84 kg. ind⁻¹; e Centro de Visitação com diâmetro entre 5,0 a 40,4 cm e biomassa de 9,6 kg. ind⁻¹.

Segundo Rezende (2002), em estudos realizados no cerrado da *sensu stricto* da Fazenda de Água Limpa em Brasília (DF), os indivíduos lenhosos com diâmetro de base inferior a 5 cm, representaram 31 famílias, 49 gêneros e 62 espécies. Foram registradas 65 espécies pertencentes a 31 famílias, sendo a família Leguminosa a mais rica entre os indivíduos adultos (DB ≥ 5 cm). Em estudos realizados por Rezende et al (2006), foram encontradas 49 espécies pertencentes a 25 famílias com diâmetro variando de 5 a 55 cm, porém, cerca de e 80% dos indivíduos atingiram no máximo 11,5 cm de diâmetro, e altura entre 0,7 a 11,4m com média de 3,5m.

Figura 3. Relação entre a biomassa por espécie com (A) a média do diâmetro de base (DB) e com (B) o número de indivíduos por espécie. (A) Não houve relação entre biomassa e DB ($F = 1,62$, $P = 0,22$) e (B) houve relação entre biomassa e número de indivíduos ($F = 136,8$, $P < 0,001$, $r^2 = 0,87$, $y = -0,0207156 + 0,0046477x$).



Nenhuma das variáveis ambientais (distância da borda da floresta mais próxima, altitude e inclinação do terreno) afetou significativamente (regressões simples: $F < 1,5$, $p > 0,3$) o estoque de biomassa acima do solo em diferentes classes de tamanho das árvores e arbustos (**Tabela 4**), indicando que outras variáveis podem estar causando a variação espacial da biomassa na área.

As características físicas, biológicas e distância de áreas antropizadas podem responder as variáveis ambientais, pois áreas que se concentram próximas a córregos e

estradas estão mais vulneráveis à ação humana, como também terrenos baixos. Garcia (2014), ao relacionar a formação do cerrado na bacia do Córrego Guariroba em as áreas antropizadas com as distâncias dos córregos e estradas, e elevação do terreno ($r= 0,23$, $p< 0,05$), apontou fraca relação com a composição da paisagem no ano de 1975. Em 2011 a relação com estes componentes da paisagem se mostrou ainda mais fraca ($r= 0,18$, $p< 0,05$).

Tabela 4. Resultados de regressões lineares simples testando o efeito da distância da borda da floresta mais próxima (m), altitude do terreno (m) e inclinação (graus) sobre a biomassa acima do solo (ton ha^{-1}) para diferentes classes de tamanho (diâmetro de base - DB) das árvores de arbustos.

Classes de DB (cm)	Variável preditora	F _{1;8}	p	r ²
$1 \leq \text{DB} < 5$	Distância da Floresta	0,79	0,3993	0,09
	Altitude	0,33	0,5833	0,039
	Inclinação	0	0,967	0
$5 \leq \text{DB} < 10$	Distância da Floresta	1,4	0,2702	0,149
	Altitude	1,3	0,2875	0,14
	Inclinação	0,92	0,3651	0,103
$\text{DB} \geq 10$	Distância da Floresta	1,06	0,334	0,117
	Altitude	0,13	0,7288	0,016
	Inclinação	0,01	0,9091	0,002
Total $\text{DB} \geq 1$	Distância da Floresta	1,22	0,3008	0,133
	Altitude	0	0,9946	0
	Inclinação	0,02	0,8895	0,003

Espera-se que quanto mais próximo da floresta a biomassa seja maior por conta da colonização de espécies advindas da floresta. Talvez por conta do fogo frequente essa variável não tenha efeito. De acordo com Lima-Ribeiro (2008) em estudos realizados em três fragmentos de cerradão em Caiapônia, Sudoeste de Goiás, após comparar o efeito de borda na distribuição da espécie *Vernonia aurea*, foi encontrado um padrão para circunferência e altura dos indivíduos, sendo maiores no interior dos fragmentos e menores na borda. A densidade média foi de $1.069 \text{ ind. ha}^{-1}$ no interior dos fragmentos e $1.306 \text{ ind. ha}^{-1}$ na borda, apontando que a densidade dos indivíduos e circunferência acima de 5 cm não diferiu em um mesmo ambiente (borda e interior).

As alterações na paisagem podem ser analisadas por meio de métricas que ajudam a descrever a intensidade da fragmentação ao longo do tempo através das configurações da paisagem, como fatores determinantes para manutenção dos ecossistemas (queimadas,

chuvas, clima e outros) que são essências para biodiversidade (PINHEIRO & DURIGAN, 2009).

As queimadas são fatores determinantes para cada fisionomia, porém, ações antrópicas favorecem o processo de degradação do cerrado e nas mudanças dos regimes de queimadas. A frequência de queimadas resulta no aumento de espécies não lenhosas no cerrado, por outro lado, a ausência do fogo pode induzir na formação das savanas intervindo nos processos ecológicos naturais. Segundo Moreira (2000) a proteção contra queimada resulta no aumento de espécies lenhosas e sensíveis ao fogo.

A altitude reflete geralmente no tipo de solo e esperar-se-ia que houvesse uma relação positiva, pois se espera que nas áreas mais altas o solo tenha uma estrutura física melhor do que nas áreas de baixio ou vertente. De acordo com Sousa Junior et al (2008), há uma certa tendência de ocorrência para um determinado tipo de solo em certas posições. Em partes mais altas da paisagem há a predominância do Latossolo Amarelo (representado 40%), concentrando-se entre as altitudes de 815 a 835m, sendo presente também em altitudes mais baixas (745-755m), porém, em quantidades poucas significativas (0,22%).

Na inclinação esperava-se uma relação negativa por conta dos processos erosivos e também por conta de que a maioria das áreas inclinadas tem terreno pedregoso e possivelmente solos rasos. Segundo Pinto (2009), em estudos realizados em uma área de cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás-GO, ao relacionar a área basal e densidade (respectivamente, $5,6720 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ e $1674 \text{ indivíduos ha}^{-1}$), apontou que houve ocupação intermediária entre as áreas de cerrado rupestre (pedregoso) e sentido restrito sobre solos profundos.

O relevo pode ser definido como as formas de terreno que compõem a paisagem, tendo ação de refletir diretamente na dinâmica da água e disponibilidade de nutrientes, podendo ser tanto no sentido vertical (infiltração), quanto no lateral (escoamento superficial), e indiretamente (temperatura e umidade) (SOUSA-JUNIOR et al, 2008; OLIVEIRA et al, 1998). Segundo Souza Junior (2008), em áreas onde a vegetação apresenta pouca disponibilidade de água as reações de hidrose processam-se em condições menos favorável à sua manifestação, resultando em outro processo de umedecimento intensivo e secagem dos constituintes coloidais orgânicos que resultam em solos menos profundos e evoluídos.

De acordo com Pinto et al (2009), estudos em áreas de cerrado em ambientes rupestres, ou seja, altitudes elevadas e sobre fragmentos rochosos, ainda são baixos. A melhor fisionomia que se assemelha ao cerrado do Amapá é o cerrado rupestre, pertencente às

formações savânicas, onde a cobertura arbóreo-arbustiva pode variar de 5% a 70%. Vale ressaltar que cada subtipo apresenta composições florística distinta (flora típica e particular endemismo) (HARLEY, 1995). Os ambientes rupestres muitas das vezes são retratados de maneira generalizada para estudos da vegetação, considerando apenas afloramentos rochosos e altitudes elevadas. Segundo Ribeiro e Walter (1998), tais generalizações induzem interpretações equivocadas quando comparado à forma de vida e estrato vegetacional por fisionomias, por exemplo, a riqueza no campo rupestre *sensu lato* e cerrado *sensu strictu*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados de estoque de carbono e biomassa da área de estudo se demonstraram condizentes com outros estudos em áreas de cerrado sentido restrito, levando em consideração a dificuldade em comparar os dados por haver poucos estudos no Amapá, e dada a fitofisionomia de cada região, pois algumas regiões mesmo com a mesma terminologia apresentam características diferentes.

As espécies *Byrsonima crassifolia*, *Salvertia Convallariodora* e *Ouratea Hexasperma* tiveram maior representatividade neste estudo, contribuindo com mais de 80,72% da biomassa e estoque de carbono. A presença significativa de dessas espécies mostra claramente a importância de incluí-las nos processos de reflorestamento em áreas de cerrado já desmatadas no Amapá por apresentarem maior competitividade e resistência nos processos naturais e antrópicos.

Este trabalho apontou novos valores para biomassa e estoque de carbono nas áreas de cerrado do estado do Amapá. Do ponto de vista dos cálculos de emissão de gases do efeito estufa e mudanças climáticas na região, eles contribuem para reduzir incertezas sobre o papel das áreas de savana/cerrado no Amapá para o equilíbrio do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ADÂMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. **Caracterização da região dos Cerrados. Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo.** São Paulo. 1987.
- AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. **A diversidade biológica do Cerrado.** In: Aguiar, L. M. S. & Camargo, A. J. A. In Cerrado: ecologia e caracterização. Planaltina: Embrapa-CPAC. 2004.
- AMORIM, P. K.; BATALHA, M. A. **Soil- Vegetation relationships in hyperseasonal cerrado, seasonal cerrado, and wet grasslands in Emas National Park (Central Brazil).** Department of Botany, Federal University of São Carlos. São Carlos-São Paulo, Brasil. 2007.
- ART, H. W. (ed) **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais.** Rio Claro: ed. UNESP, melhoramentos. 2001.
- BARBOSA, R. I.; ARAÚJO, A. C. O.; MELO, M. C. **PROTOCOLO PARA AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO LENHOSA NAS PARCELAS PERMANENTES DE SAVANAS DO PPBio EM RORAIMA.** INPA. Boa Vista, Roraima. Novembro de 2006.
- BARBOSA, R. I.; FEARNside, P. M. **Above-ground biomass and the fate of carbon after burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia.** Forest Ecology and Management 216. 2005.
- BARBOSA, R. I.; NASCIMENTO, S. P.; AMORIM, P. A. F.; SILVA, R. F. **Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira.** Acta Bot. Brasil. São Paulo, v. 19, n. 2, p. 323-329. Junho, 2005.
- BERINGER, J.; HUTLEY, L.B.; TAPPER, N.J.; CERNUSAK, L.A. **Savanna fires and their impact on net ecosystem productivity in North Australia.** Global Change Biology 13: 990-1004. 2007.
- BARRETO, P.; SOUZA- JUNIOR, C.; NOGUERÓN, R.; ANDERSON, A.; SALOMÃO, R. **Pressão humana na floresta Amazônica Brasileira.** WRI; IMAZON. Belém. 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação das áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.** Brasília: MMA/SBF. 2002.
- _____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado – PPCerrado.** Brasília. 2009.
- BRASIL, A. E.; ALVERENGA, S. M. **Relevo.** In: **Geografia do Brasil – Região Centro-Oeste.** IBGE. Rio de Janeiro, RJ. 1989.
- COSTA NETO, S. V. **Fitofisionomia e Florística de Savanas do Amapá.** Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Belém. 2014.

COSTA NETO, S. V.; MIRANDA, I. S.; ROCHA, A. E. S. "**Flora das savanas do estado do Amapá**". In: BASTOS, A. M.; MIRANDA JUNIOR, J. P.; SILVA, Raullyan B. L. **Conhecimento e Manejo Sustentável da Biodiversidade Amapaense**. São Paulo: Blucher. 2017.

DEWES NETO, B. **Influência do diâmetro da árvore no levantamento da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva em área de cerrado sensu stricto**. . Monografia. Curso de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. 84 p. Brasília – DF, 2009.

DURIGAN, G. **Estimativas de estoque de carbono na vegetação natural do Estado de São Paulo**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, Prospecção Tecnológica, Mudança do Clima, Estudo 4 - Oportunidades de Negócios em segmentos produtivos nacionais. 2004

DURIGAN, G.; RATTER J.A. **Successional changes in cerradão and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000**. Edinburgh Journal of Botany, n. 63, p. 119–130. 2006.

FACUNDES, F. S.; GIBSON, V. M. **Recursos Naturais e diagnóstico Ambiental da APA do Rio Curiaú**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Amapá, Macapá. 2000.

FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MARIMON, B.S.; DELITTI, W.B.C. **Composição florística e fitossociológica do cerrado sentido restrito no município de Água Boa - MT**. Acta Botânica Basílica. 2002.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; MACHADO, J. W. B.; WALTER, B. M. T.; SILVA, P. E. N.; HAY, J. D. **Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, DF-Brasil**. Acta Botanica Brasilica 6(2): 27-46. 1993.

FEARNSIDE, P. **Quantificação do Serviço Ambiental do Carbono nas Florestas Amazônicas Brasileiras**. Oecologia Brasileira 12(4): 743-756. 2008.

FEARNSIDE, P.M.; SILVA, J.M.C.; EULER, A.M.C.; CARVALHO, W.D. **The Fate of an Amazonian Savanna: Government Land-Use Planning Endangers Sustainable Development in Amapá, the Most Protected Brazilian State**. Tropical Conservation Science. 2017.

FIEDLER, N.C.; AZEVEDO, I.N.C.; REZENDE, A.V.; MEDEIROS, M.B.; VENTUROILI, F. **Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na Fazenda Água Limpa - DF**. Revista Árvore. 2004.

FREITAS, J. G. **A importância dos biomas mundiais: e o cerrado no contexto brasileiro**. ENPEG. Agosto de 2009.

GARCIA, A. S. **Fragmentação em paisagem de Cerrado e sua implicação em dinâmicas ecológicas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2014.

GRACE, J.; SAN JOSE, J.; MEIR, P.; MIRANDA H.; MONTES, R. **Productivity and carbon fluxes of tropical savannas**. Journal of Biogeography 33: 387-400. 2006.

HARIDASAN, M. **Nutrição Mineral de plantas nativas do Cerrado**. Revista.Bras.Fisiol. 2000.

HARLEY, R.M. **Introduction**. In Flora of the Pico das Almas – Chapada Diamantina, Bahia, Brazil (B.L. Stannard, ed.). Royal Botanical Gardens, Kew, p.1-78. 1995.

HESSEN, D.O.; AGREN G.I.; ANDERSON T.R.; ELSER J.J.; RUITER P.C. **Carbon Sequestration in Ecosystems: The Role of Stoichiometry**. Ecology 85: 1179-1192. Maio de 2004.

HILÁRIO, R.R.; TOLEDO, J.J.; MUSTIN, K.; CASTRO, I.J.; COSTA-NETO, S.V.; KAUANO, E.E.; EILERS, V.; VASCONCELOS, I.M.; MENDES-JUNIOR, R.N.; FUNI, C.;

KAUFFMAN, J.B.; D.L. CUMMINGS; D.E., WARD. **Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian Cerrado**. Journal of Ecology 82(3): 519-531. September, 1994.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. MEGADIVERSIDADE. Julho de 2005.

KUNTSCHIK, G. **Estimativa de biomassa vegetal lenhosa em cerrado por meio de sensoriamento remoto óptico e de radar**. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de ecologia. 154 pág. São Paulo, 2004.

LEITE, P.F.; VELOSO, H.P.; GOES FILHO, L. **Vegetação**. In: Projeto RADAM Brasil. Folha NA/NB 22 Macapá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. V. 6, Rio de Janeiro: IBGE. 1974.

LIMA, R. B.; et al. **Caracterização agroecológica e socioeconômica dos moradores da comunidade quilombola do Curiaú, Macapá-AP, Brasil**. Biota Amazônica. 2013.

LOBO, V. P.; MIRANDA, S. C. **Biomassa aérea e arquitetura de copas da vegetação lenhosa de cerrado sentido restrito no Jardim Botânico de BRASÍLIA-DF**. II Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG. Pirenópolis – Goiás. Outubro, 2015.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. F. **RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites**. Biota Neotrop., Campinas , v. 5, n. 2, p. 19-24, 2005 .

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; ALBERNAZ, A. K. L. M.; SANAIOTTI, T. M.; GUILLAUMET, J. L. **Composição florística e cobertura vegetal das savanas na região de Alter do Chão, Santarém, PA**. Revista Brasileira de Botânica 31 (1): 165-177. 2008.

MAGNANINI, A. **As regiões naturais do Amapá**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 14 (3):243-304. 1952.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRA, T. S.; NOGUEIRA, P. E. **Flora Vascular do Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina-DF. EMBRAPA Cerrados, p. 289-556. 1998.

MENDONÇA, R.C., J.M. FELFILI, B.M.T. WALTER, M.C. SILVAJÚNIOR, A.V. REZENDE, T.S. FILGUEIRA, AND P.E. NOGUEIRA. **Flora vascular do Cerrado**. In: SANO, S.M., S.P. ALMEIDA, AND J.F. RIBEIRO(eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília-DF. Embrapa Cerrados. 2008.

MOREIRA, A.G. **Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil**. *Journal of Biogeography* 27:1021-1029. 2000.

MUSTIN, K.; CARVALHO, W.D.C.; HILÁRIO, R.R.; COSTA-NETO, S.V.; SILVA, C.; VASCONCELOS, I.M.; CASTRO, I.J.; EILERS, V.; KAUANO, E.E.; MENDES-JUNIOR, R.N.G.; FUNI, C.; FEARNside, P.M.; SILVA, J.M.C.; EULER, A.M.C.; TOLEDO, J.J.(In Press). **Biodiversity, threats and conservation challenges in the Cerrado of Amapá, and Amazonian savanna**. *Nature Conservation*. 2017.

OLIVEIRA, C. P. de. **O método de avaliação por múltiplos critérios como apoio ao planejamento ambiental: Aplicação Experimental no Cerrado Central do Amapá, Brasil**. Dissertação (mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical. 2009.

OLIVEIRA, C. P.; FRANCELINO, M. R.; DAHER, M.; LELES, P. S. S.; ANDRADE, F. C. **Comparação de modelos estatísticos para estimativa da biomassa de árvores, e estimativa do estoque de carbono acima do solo em Cerrado**. *Ciênc. Florest.*, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 255-269. Março, 2019.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes Gerais de Solos do Brasil**. Jaboticabal, FUNEP,1992. 201p.

OLIVEIRA, R. S.; BATISTA, J. A. N.; PROENÇA, C. E. B.; BIANCHETTI, L. **Influência do fogo na floração de espécies de Orchidaceae em cerrado**. In: MIRANDA, H.S.; SAITO, C.H.; DIAS, B.F.S. (Orgs). **Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga. Anais do Simpósio Impacto das Queimadas sobre os Ecossistemas e Mudanças Globais**. Congresso de Ecologia do Brasil. Brasília. 1996.

OTTMAR, R.D.; VIHNANEK, R.E.; MIRANDA, H.S.; SATO, M.N.; ANDRADE, S.M.A. **Séries de estéreo-fotografias para quantificar a biomassa da vegetação do cerrado do Brasil Central**. v.I. USDA. General Technical Report. PNW GTR 5191. 2001

PAIVA, A. O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S. **Estoque de carbono em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal**. *Revista Árvore*, v.35, n.3, p.527-538. Viçosa-MG, 2011.

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. **Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil**. *Rev. bras. Bot.*, São Paulo , v. 32, n. 3, p. 441-454, Sept. 2009 .

PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; PINTO, A. S. **Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás.** Rev. bras. Bot., São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1-10, Mar. 2009.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a diferentes distúrbios por desmatamento.** Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal - Área de Manejo Florestal, Universidade Federal do Paraná, do Setor de Ciências Agrárias. 269 p. Curitiba, 2002.

REZENDE, A. V.; VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FILHO, A. F.; FELFILI, J. M. **Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF.** Scientia Florestalis 71: 65-76. Agosto, 2006.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e flora.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. 2008.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fisionomias do bioma Cerrado.** In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1998.

_____. **Fitofisionomias do bioma Cerrado.** In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Eds). **Cerrado ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA. 1998.

ROBINSON, D. **Implications of a large global root biomass for carbon sink estimates and for soil carbon dynamics.** Proc. R. Soc. B, 274: 2753-2759. 2007

SEDJO, R. **Temperate Forest Ecosystem in the Global Carbon Cycle.** Ambio 21: 274-277. 1992

SILVA JÚNIOR, M. C. **Fitossociologia e estrutura diamétrica na Mata de Galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF.** Cerne, [S.l.], 2005. v. 11, n. 2, p. 147-158.

SILVA, J. M. C.; SANTOS, M. P. D. **A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da Avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros.** In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.** MMA. Brasília, Distrito Federal. 2005.

SOUSA, R. "Cerrado"; *Brasil Escola.* Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/cerrado.htm>>. Acesso em 06 de dezembro de 2018.

SOUSA JUNIOR, J. G. A.; DEMATTE, J. A. M. **Modelo digital de elevação na caracterização de solos desenvolvidos de basalto e material arenítico.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 449-456, Feb. 2008.

SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B.; SILVA, K. E.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. **Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM.** Acta Amaz., Manaus, v. 42, n. 4, p. 501-506, 2012.

TEODORO, D. A. A. **Biomassa, Estoque de Carbono e Nutrientes no Cerrado**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília-UnB, Brasília, DF. 59 p. Brasília, 2014.

VALENTE, M. A.; SOARES, A. G.; WATRIN, O. S. **Mapeamento dos solos do bioma cerrado do Estado do Amapá**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Abril de 2005.

ZEE. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá primeira aproximação do ZEE**. 3 ed. Macapá: IEPA, 2008.

ZIANIS, D.; MUUKKONEN, P.; MAKIPAA, R.; MENCUCCINI, M. **Biomass and stem volume equations for tree species in Europe**. Silva Fennica Monographs 4: p.63p. 2005.